

***Структурна та параметрична оптимізація в інтегрованій системі CAD/CAM/CAE***

***Структурная и параметрическая оптимизация в интегрированной системе CAD / CAM / CAE***

***Structural and parametric optimization in the integrated CAD / CAM / CAE system***

Науковий керівник – докт. техн. наук, проф. каф. «Технологія машинобудування»

Ларшин В. П., Ларшин В. П., Larshin V.

Студент Бучацький С. М., Бучацький С. Н., Buchatsky S.

**Анотація:** Показано, що структурна і параметрична оптимізація в системних інженерних (технологічних) розрахунках є не стільки розрахунковою процедурою, скільки методом управління на різних етапах життєвого циклу виробу, в тому числі на етапах підготовки виробництва (технологічна підготовка виробництва) і власне виробництва.

**Ключові слова:** технологічна підготовка виробництва, структурна оптимізація, параметрична оптимізація, управління виробництвом, життєвий цикл виробу.

**Аннотация:** Показано, что структурная и параметрическая оптимизация в системных инженерных (технологических) расчётах является не столько расчётной процедурой, сколько методом управления на разных этапах жизненного цикла изделия, в том числе на этапах подготовки производства (технологическая подготовка производства) и собственно производства.

**Ключевые слова:** технологическая подготовка производства, структурная оптимизация, параметрическая оптимизация, управление производством, жизненный цикл изделия.

**Annotation:** It is shown that structural and parametric optimization in system engineering (technological) calculations is not so much a calculation procedure as a method of control at different stages of the product life cycle, including at the stages of production preparation (technological preparation of production) and production itself.

**Keywords:** technological preparation of production, structural optimization, parametric optimization, production management, product life cycle.

Оптимізація як метод проектування розглядається у двох категоріях: структурна оптимізація пов'язана з вибором складу технологічної системи, параметрична оптимізація – з перебором кількісно змінюваних параметрів, наприклад режимних параметрів зубошліфування.

Наукове дослідження (теорія і експеримент) містить два етапи прийняття рішень: аналіз (якісний, кількісний) і синтез (на основі результатів аналізу) [1-3]. На першому етапі виконують системний аналіз об'єкта і предмета дослідження (інженерні розрахунки в системах проектування). На другому етапі розробляють системи-конструкції і системи-процеси, що дозволяють досягти мети дослідження. Дане дослідження засноване на використанні трьох методологічних напрямків: моделювання, оптимізація і керування.

Моделювання дозволяє замінити складні явища (геометричні, теплофізичні, динамічні тощо) на відповідні моделі і досліджувати на моделях ці явища, у тому числі на етапах аналізу і синтезу технологічної системи шліфування[4-6]. Фізичні моделі, наприклад, процеси-аналоги і комп'ютерно-графічні моделі, дозволяють цілеспрямовано досліджувати окремі властивості складних процесів при усуненні впливу на них факторів, що обурюють.

Фізичне моделювання процесу профільного зубошліфування процесами-аналогами – плоским або круглим прямокутним шліфуванням – дозволяє встановити вплив режимів профільного прямокутного шліфування на якість поверхні і поверхневого шару. Заміна реального об'єкта – зубчастого колеса – на його комп'ютерно-графічну модель дозволяє встановити вплив похибки базування на розподіл припуску перед обробкою і зміну накопиченої похибки кроку зубчастого колеса після обробки.

Оптимізація дозволяє вибрати краще рішення з можливих варіантів за яким-небудь критерієм: технічним, часовим або фінансовим. Цей критерій при моделюванні називають цільовою функцією. Наприклад, вибір оптимального числа вимірів припуску на етапі налагодження зубошліфувального верстата (перед обробкою) може бути здійснений виходячи з найменшої похибки визначення екстремальних значень припуску (технічний критерій).

Керування дозволяє забезпечити доцільне функціонування процесу, виходячи із забезпечення необхідних технологічних параметрів. Керування здійснюється у двох формах: пряме і непряме. Пряме керування включає контроль і регулювання, непряме – моніторинг параметрів стану і/або технологічну діагностику процесу на основі вимірювання параметрів стану процесу або точностних параметрів обробленої деталі (рисунок). Наприклад, діагностика стану процесу за температурою шліфування дозволяє запобігти шліфувальним дефектам.

Застосування методів оптимізації можливо для етапів підготовки виробництва (оптимізація як метод проектування) і властиво виробництва (оптимізація як метод керування). Оптимізація як метод проектування розглядається у двох категоріях: структурна

оптимізація пов'язана з вибором складу технологічної системи, параметрична оптимізація – з перебором кількісно змінюваних параметрів, наприклад режимних параметрів зубошліфування. Для виконання структурної оптимізації формують можливі компонування технологічної системи, що підлягають оцінці і порівнянню за обраним критерієм. Здобуте у фірми-постачальника технологічне встаткування з ЧПК являє собою доцільну сукупність елементів технологічної системи (купується не тільки верстат, а й базова технологія обробки), тобто: верстат, інструмент, мастильно-охолоджуюча рідина, система ЧПК, вимірвальна система. Всі ці елементи необхідні для здійснення технологічної операції, наприклад операції зубошліфування. По суті це результат структурної оптимізації, що виконала фірма-розроблювач відповідної технологічної системи. Із часом на етапі експлуатації технологічної системи відбувається зміна її вихідних елементів. Наприклад, заміна шліфувальних кругів на більш ефективні високопоруваті круги [2]. Обмежена кількість у діючому виробництві високотехнологічного встаткування при великій програмі випуску зубчастих колес призводить до необхідності паралельного використання верстатів з ЧПК і більш дешевих вітчизняних верстатів із цикловим керуванням без убудованої вимірвальної системи. Це призводить до появи нових варіантів багатостаткових технологічних систем, які залежать від умов виробництва [4-5]. Наведені в статті результати використовуються в навчальному процесі в курсах "Автоматизація технологічних процесів" і "Автоматизація технічних систем"[6].

### **Список літератури**

1. Lishchenko N. V., Larshin V. P. Grindingsystemmodellingsimulation. – Збірник наукових праць VII-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні» 5-9 лютого 2018 р. – Львів: НУ «Львівська політехніка». С. 17-20.
2. Ларшин В. П. Профильное шлифование зубчатых колёс высокопористыми абразивными кругами / В. П. Ларшин, Н. В. Лищенко, С. В. Рябченко, В. В. Нежебовский, Г. В. Серeda // Оборудование и инструмент. –2016. – №5 /190/. – С. 20–23.
3. Lishchenko, N. & Larshin, V. (2019) "Grinding Temperature Model Simplification for the Operation Information Support System", Scientific Journal Herald of Advanced Information Technology, Odessa, Ukraine, Publ, Science and Technical, Vol. 2, No. 3, pp. 197-205. DOI: 10.15276/hait.03.2019.3.

4. Lishchenko, N. & Larshin, V. (2019) “Temperature Models for Grinding System State Monitoring”, Applied Aspects of Information Technology, Odessa, Ukraine, Publ, Science and Technical, Vol. 2, No. 3, pp. 216-229. DOI: 10.15276/aait.03.2019.4.

5. Lishchenko, N. & Larshin, V. (2019) “Comparison of Measured Surface Layer Quality Parameters with Simulated Results”, Applied Aspects of Information Technology, Odessa, Ukraine, Publ, Science and Technical, Vol. 2, No. 4, pp. 304-316. DOI: 10.15276/aait.02.2019.5.

6. Larshin, V. & Lishchenko, N. (2019) “Education Technology Information Support”, Scientific Journal Herald of Advanced Information Technology, Odessa, Ukraine, Publ, Science and Technical, Vol. 2, No. 4, pp. 317-327. DOI: 10.15276/hait.04.2019.8.

Науковий керівник:

Ларшин Василь Петрович,

Ларшин Василий Петрович,

Larshin Vasily,

Бучацький Сергій Миколайович,

Бучацкий Сергей Николаевич

Buchatsky Sergiy.