

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКИХ РІЗАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОБРОБНИХ ЦЕНТРІВ

О. Лисенко, канд. техн. наук, доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет

Не зважаючи на бурхливий розвиток адитивних технологій, виробництво деталей для механізмів та машин класичними та давно відомими методами, включно з різанням металообробним інструментом залишається значним.

Постійне підвищення вимог до якості, точності та продуктивності механічної обробки зумовлює необхідність розвитку та вдосконалення технологій проектування та виготовлення різального інструменту. При цьому сучасні високошвидкісні обробні центри, завдяки своїй універсальності та точності, відіграють ключову роль у реалізації сучасних тенденцій у цій галузі.

Тому є необхідність проаналізувати сучасні тенденції проектування та виготовлення різального інструменту на обробних центрах, виявити ключові напрямки розвитку та їхній вплив на ефективність обробки. Спрогнозувати напрями подальшого розвитку. Сучасне проектування різального інструменту має наступні особливості[1, 2].

Роль CAD/CAM/CAE систем: використання сучасних програмних комплексів для тривимірного моделювання, симуляції процесів різання та аналізу характеристик інструменту на етапі проектування.

Параметричне проектування та бази знань: Створення бібліотек стандартних елементів та інструментів, автоматизація процесу проектування на основі заданих параметрів обробки та властивостей матеріалу.

Оптимізація топології та форми: Застосування алгоритмів оптимізації для створення інструментів з мінімальною масою, максимальною жорсткістю та оптимальним розподілом напружень.

Проектування спеціалізованого інструменту: Розробка індивідуальних рішень для обробки складних деталей та важкооброблюваних матеріалів з урахуванням специфічних вимог технологічного процесу.

Високі різальні властивості різального інструменту забезпечуються по-перше новітніми інструментальними матеріалами, що володіють необхідними фізико-механічними властивостями, зокрема, твердістю, міцністю та головне термостійкістю за умови забезпечення зносостійкості. Такі властивості забезпечують також мікропокриття робочих поверхонь. По-друге унікальною геометрію різальної частини, що проектується під конкретний діапазон режимів різання. По-третє максимальною якістю по шорсткості, т.б. мінімальну шорсткість робочих поверхонь.

Застосування новітніх матеріалів.

Тверді сплави з покращеними характеристиками: Розробка нових марок твердих сплавів з підвищеною твердістю, зносостійкістю та термостійкістю.

Керамічні матеріали: Застосування оксидної, нітридної та SiAlON кераміки для високошвидкісної обробки жароміцних сплавів та інших матеріалів.

Надтверді матеріали (CBN, PCD): Використання кубічного нітриду бору та полікристалічного алмазу для обробки твердих та абразивних матеріалів з високою точністю та продуктивністю.

Багатошарові зносостійкі покриття: Розробка та нанесення тонких шарів на робочі поверхні різальної частини на основі TiN, TiAlN, CrN та інших сполук для підвищення твердості, термостійкості та зниження коефіцієнта тертя.

Оптимізація геометрії різальної частини.

Багатопараметрична оптимізація кутів різання: використання чисельних методів та експериментальних досліджень для визначення оптимальних значень переднього, заднього кутів, кута загострення та кутів в плані залежно від умов обробки.

Проектування складної геометрії стружкоутворювальних канавок: забезпечення

ефективного відведення стружки, зменшення сил різання та запобігання наростоутворенню.

Застосування концепції керованого стружкоутворення: розробка геометрії, що забезпечує контрольований поділ та форму стружки для покращення якості поверхні та стабільності процесу різання.

Мікрогеометрія різальної кромки: вплив заокруглення, фасок та інших мікроелементів на зносостійкість, силу різання та якість обробленої поверхні.

Прецизійне виготовлення різального інструменту для обробних центрів. Забезпечення високої якості по шорсткості робочих поверхонь.

Високоточне фрезерування та шліфування: застосування сучасних обробних центрів з ЧПК для формування складної геометрії різальної частини з високою точністю та якістю поверхні.

Електрохімічна обробка (ЕХО) та електроерозійна обробка (ЕЕО): Використання нетрадиційних методів обробки для створення складних профілів та внутрішніх каналів в інструментах з твердих та надтвердих матеріалів.

Лазерна обробка: застосування лазерних технологій для нанесення зносостійких покриттів, маркування та модифікації поверхні різального інструменту.

Контроль якості та метрологія: Використання сучасних вимірювальних систем та обладнання для забезпечення високої точності геометричних параметрів та якості виготовленого інструменту.

Повна інтеграція CAD/CAM/CAE систем у виробничий процес в рамках концепції четвертої промислової революції Industry 4.0 (Промисловість 4.0).

Створення єдиного цифрового середовища: інтеграція етапів проектування, моделювання, програмування обробки та контролю якості в єдину інформаційну систему.

Автоматизація генерації керуючих програм для обробних центрів: використання CAM-систем для автоматичного створення траєкторій руху інструменту на основі CAD-моделі.

Віртуальна симуляція процесу обробки: моделювання процесу різання на обробному центрі для виявлення потенційних проблем та оптимізації параметрів обробки до початку реального виробництва.

Зворотній зв'язок між проектуванням та виробництвом: використання даних, отриманих в процесі виготовлення та експлуатації інструменту, для вдосконалення процесів проектування та оптимізації геометрії.

Останніми тенденціями та найближчими перспективи розвитку інструментального виробництва є:

- розвиток аддитивних технологій (3D-друк) для виготовлення складної геометрії різального інструменту та прототипування;
- застосування штучного інтелекту та машинного навчання для оптимізації процесів проектування та виготовлення інструменту;
- розробка "розумних" інструментів з вбудованими сенсорами для моніторингу стану та оптимізації режимів різання в умовах реального часу;
- перехід до більш екологічних та ресурсо-ефективних технологій виробництва різального інструменту.

Таким чином підсумовуючи можна зазначити, що сучасні тенденції проектування та виготовлення різального інструменту на обробних центрах спрямовані на підвищення ефективності, точності та продуктивності механічної обробки. Ключовими напрямками розвитку є інтелектуальне проектування, оптимізація геометрії, застосування новітніх матеріалів та прецизійних технологій виготовлення. Інтеграція CAD/CAM/CAE систем в єдине цифрове середовище є важливим фактором для автоматизації та оптимізації всього виробничого циклу. Подальший розвиток галузі пов'язаний з впровадженням адитивних технологій, штучного інтелекту та створенням "розумних" інструментів.

Список літератури

1. Пестунов, В. М. Нові технології та металообробний інструмент / В. М. Пестунов, О. В. Лисенко, В. М. Лисенко // Машинобудування та металообробка – 2003 : тези доповідей Першої Міжнар. наук.-техн. конф., м. Кіровоград, 17-19 квіт. 2003 р. – Кіровоград : КДТУ, 2003. – С. 177-179.
2. Ігнат'єв, Е. С. Основні тенденції розвитку сучасного ріжучого інструменту / Е. С. Ігнат'єв, О. В. Лисенко // Наукові записки : зб. наук. пр. - Кіровоград : КНТУ, 2011. - Вип. 11, ч. 1. - С. 221-225.