

ДЕЯКІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Незважаючи на широке впровадження маловідходних методів виготовлення заготовок у найближчі роки обробка різанням буде одним з основних технологічних процесів у машинобудуванні та металообробці. Стан і рівень розвитку технології механічної обробки конструкційних матеріалів є одним із визначальних факторів технічного прогресу, а також і економічного розвитку будь-якої країни. Але у відповідності до сучасного виробництва вони потребують постійного вдосконалення.

Основні тенденції вдосконалення процесів механічної обробки полягають у намаганні досягти максимального результату за мінімальних витрат. У технологіях фінішної обробки деталей максимальний результат пов'язаний не лише з продуктивністю знімання матеріалу припуску, а й з необхідністю формування у поверхневих шарах виробу такого стану, який би якнайкраще відповідав вимогам експлуатації виробу [1, 2].

Досягти цього максимального результату можна такими шляхами: – збільшенням зони взаємодії інструменту з виробом; – підвищенням інтенсивності взаємодії інструменту з виробом; – забезпеченням узгодженості дії параметрів технологічної системи «верстат-деталь-інструмент»; – максимальним використанням ресурсів системи. Ці шляхи реалізуються в таких технологіях фінішної обробки: – обробка з високою швидкістю різання, що сприяє мінімізації технологічної собівартості обробки та отриманню виробів високої якості; – обробка без застосування МОТС, що знижує екологічне навантаження і зменшує витрати на виробництво; – обробка в зміцненому стані – «тверде» точіння, під яким розуміють обробку інструментом з надтвердих композитних матеріалів твердістю понад 47 HRC із забезпеченням якості на рівні шліфування; – застосування в різальних інструментах змінних різальних пластин і захисних покриттів.

У зв'язку з вищенаведеними актуальними завданнями сучасної технологічної науки, вирішення яких обумовлює відповідність створюваних технологій світовим тенденціям, є розвиток фундаментальних і прикладних досліджень в області механічної обробки матеріалів, механіки і процесів управління щодо встановлення механічних, фізико-хімічних та інших закономірностей з метою їх використання у виробничих процесах.

Для цього, насамперед, потрібно розвивати уявлення щодо закономірностей процесу різання.

Вважається необхідним створення загальної теорії різання, яка охоплює питання обробки крихких, пластичних, структурованих і гетерогенних матеріалів із загальних позицій, незалежно від масштабу розгляду побудови, структури, властивостей матеріалів виробу та інструменту, явищ в зоні різання. У цьому зв'язку, перспективним є створення фрактальної теорії різання, заснованої на уявленнях про структури оброблюваного та інструментального матеріалів, показники процесу різання і параметри стану поверхневого шару виробів, що формується у процесі обробки, як про статистичні мультифрактали. Параметри фрактальної параметризації структури і властивостей оброблюваних матеріалів пов'язані як з вихідними показниками процесу обробки – продуктивністю процесу і працездатністю інструменту, – так і з характеристиками стану поверхневого шару виробів після обробки та можуть бути використані як показники оброблюваності матеріалів різанням [3].

Перспективним є створення на основі результатів досліджень особливостей обробки різноманітних конструкційних матеріалів інструментами, оснащеними композитами на основі сталей, керамік, керметів, твердих сплавів, надтвердих матеріалів, комп'ютеризованих баз даних, які б дозволили оперативно мати інформацію щодо оптимальних умов обробки відповідно до конкретних пар «інструментальний-оброблюваний» матеріали, відповідно до необхідної технологічної операції.

Не менш важливим є створення комп'ютеризованої системи вибору робочого матеріалу інструменту для обробки різанням з урахуванням структурного стану матеріалу виробу. Уявляються два шляхи реалізації таких систем: – перший передбачає створення баз даних, які включають результати практичних робіт з оцінки працездатності різальних інструментів при обробці різних конструкційних матеріалів з врахуванням кінематики процесу різання, режимів різання, властивостей оточуючого середовища, інструментального і оброблюваного матеріалів, інших умов процесу різання; – другий базується на аналізі умов навантаження в зоні різання, співвідношеннях показників структурного стану, об'ємних і поверхневих механічних, а також хімічних властивостей інструментального та оброблюваного матеріалів.

Актуальне завдання розширення гами композитів і покриттів для оснащення інструментів, у тому числі здатних адаптуватися до умов навантаження в зоні різання і таких, що мають функціонально-орієнтовані властивості, які відповідають експлуатаційному навантаженню на інструмент. Останнім часом активно розвиваються роботи зі створення інструментів, в яких використовують матеріали із спеціальними властивостями, що обумовлюють можливість адаптації їх показників до термобаричного навантаження в зоні різання, що забезпечує зниження температури та формування особливого триботехнічного стану на контактних ділянках. Наприклад, для мінімізації зношування різальних інструментів за рахунок зниження інтенсивності адгезійної взаємодії з оброблюваним матеріалом і окислювальних процесів запропоновані самоадаптивні покриття [4]. Вони не протидіють окисленню, а здатні використати це явище для керування параметрами контактної взаємодії при різанні та зниженню інтенсивності тертя і, відповідно, термобаричного навантаження у зоні контакту. Подібні покриття в процесі різання окислюються, створюючи поліоксидну вторинну структуру (трибоплівку), яка виконує роль твердого змащення.

Особливий інтерес щодо поліпшення ефективності обробки в машинобудуванні викликають композити на основі алмазу та кубічного нітриду бору. Розширення номенклатури виробництва інструментів з надтвердих матеріалів, у тому числі багатолезових з композитів на основі кубічного нітриду бору груп ВН, ВL, ВС, різців з великих монокристалів алмазу, правлячих інструментів з робочими елементами з CVD-алмазу дозволить суттєво поширити область ефективної обробки виробів з важкооброблюваних матеріалів. Вони відкривають можливості для використання в машинах найсучасніших конструкційних матеріалів з поліпшеними механічними властивостями, потребують створення принципово нових верстатів зі значно вищою продуктивністю і точністю [5].

Найважливішим резервом підвищення ефективності механічної обробки є конструкція інструменту., Вона, насамперед, має враховувати особливості контактної взаємодії в зоні обробки, мінімізуючи негативні явища, що дозволяє суттєво підвищити стійкість інструменту і продуктивність обробки при забезпеченні необхідного стану поверхневого шару виробів.

Створення «інтелектуальних» інструментів, здатних до самодіагностики поточного стану з використанням предиктивної аналітики відповідає реалізації положень концепції «Індустрія-4.0». У таких системах параметри обробки уточнюються в реальному часі, враховуючи результати виконання попереднього технологічного етапу. Алгоритм системи оперативно адаптується до існуючих умов, гнучко змінюються її режими.

Для технічного використання такого потенціалу необхідно додати до їх схем можливості самокалібрування інструментів, малоінерційної зміни швидкості різання, подачі, повного контролю оперативного стану системи "верстат-інструмент-деталь" у будь-який момент робочого циклу.

Перспективною є розробка 2D чи 3D адитивних технологій формоутворення інструментів. З використанням цих підходів можливо виготовляти як складнопрофільні корпуси так й робочі елементи інструментів, що дозволяє підвищити ефективність або спростити кінематику верстатів.

Важливим елементом, сприяючим розвитку технологій механічної обробки, є вдосконалення підходів комп'ютерного моделювання процесу обробки з використанням можливостей віртуальної і доповненої реальності. Отримання результату на підставі віртуально збільшеної реальності надає можливість уявляти, як процес різання послідовно реалізується на послідовних стадіях розвитку. При цьому можна віртуально втручатися у процес на кожній стадії щоб зробити його більш ефективним. Контроль алгоритму адаптується до умов різання, які можуть реально змінюватися через зміну кінематики та зношування інструменту, випадкові явища у динаміці процесу тощо.

Практичне використання наведеного вище, поряд із вже традиційними напрямками вдосконалення процесу обробки різанням – підвищенням швидкості різання, створенням захисних покриттів, мінімізацією використання МОТС та ін., є сучасним підґрунтям забезпечення та підвищення ефективності механічної обробки та промислового виробництва у цілому.

Література:

1. Клименко, С.А. Научно-технические проблемы механической обработки инструментами с надтвердыми материалами: стан і перспективи / С.А. Клименко // Вісник Національної академії наук України. – 2018. – № 9. – С. 45–52.
2. Klymenko, S. Improvement of technologies for edge cutting machining with tools equipped with superhard structured composites / S. Klymenko, M. Kopeikina // Modern manufacturing process and systems : collective monograph. – Moscow-Belgrade-Vrnjačka Banja : SaTCIP Publisher Ltd., 2020. – Vol.1 : Fundamentals. – Ch. 7. – P. 169–189.
3. Клименко, С.А. Фрактальная параметризация структуры материалов, их обрабатываемость резанием та зносостійкість різального інструменту / С.А. Клименко, Ю.О. Мельничук, Г.В. Встовський. – К. : ІНМ ім. В. М. Бакуля, 2009. – 170 с.
4. Клименко, С.А. Высокопроизводительная чистовая лезвийная обработка деталей из сталей высокой твердости / С.А. Клименко, А.С. Манохин, М.Ю. Копейкина и др. – К. : ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2018. – 304 с.
5. Инструменты из сверхтвердых материалов / под. ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – М. : Машиностроение, 2014. – 608 с.