

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИСОКОТОЧНИХ ВИРОБІВ

Вирішення питань підвищення ефективності механічної обробки деталей машин є одним із основних напрямів розвитку сучасного машинобудування і створення конкурентоспроможної продукції. Особливо це відноситься до встановлення оптимальних технологічних рішень механічної обробки високоточних виробів із застосуванням сучасних металорізальних верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК) типу «обробний центр» та високопродуктивних збірних ріжучих твердосплавних і керамічних інструментів зі зносостійкими покриттями, які набули широкого застосування.

В даний час накопичено значний практичний досвід механічної обробки деталей машин. Однак, наука про різанні матеріалів, як і 100 років тому, заснована на емпіричних знаннях, які не дають узагальнюючих технологічних рішень. У результаті практика випереджає теорію. Це значно звужує можливості розроблення ефективних наукомістких технологічних процесів обробки матеріалів різанням. Крім того, застосування застарілого технологічного обладнання на промислових підприємствах України і застарілих методів проектування технологічних процесів не дозволяють забезпечити виготовлення конкурентоздатної продукції та вимагають пошуку нових шляхів розвитку сучасного виробництва. Тому актуальним є завдання суттєвого підвищення техніко-економічних показників механічної обробки високоточних виробів.

У роботах [1, 2] наведено основні теоретичні підходи до розроблення високоефективних технологічних процесів механічної обробки деталей машин із урахуванням вимог до якості, точності, продуктивності, собівартості та трудомісткості. При цьому значну увагу приділено визначенню параметрів силової та теплової напруженості процесу різання. Однак повною мірою це завдання не вирішено із-за його складності. Це пов'язано із тим, що відомі методики визначення параметрів силової і теплової напруженості процесу різання та оптимальних режимів різання засновані на результатах експериментальних досліджень, які обмежують можливості в узагальненому вигляді визначити параметри силової та теплової напруженості процесу різання. Показано також, що під час проектування технологічних процесів операційно-маршрутної технології (вибору найбільш ефективних методів обробки) технологи-проектувальники часто інтуїтивно спираються лише на свій власний досвід, а не на теорію, що, безперечно, не відповідає сучасним вимогам ринкової економіки щодо створення конкурентоспроможної. Це вказує на те, що і зараз відсутні науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору оптимальних методів і параметрів механічної обробки (включаючи процеси різання лезовими і

абразивними інструментами) під час проектування операційної та більш складної маршрутної технології.

До недостатньо вирішених частин загальної проблеми слід віднести питання аналітичного визначення з єдиних теоретичних позицій параметрів силової і теплової напруженості процесів лезової і абразивної обробок (сили і температури різання, енергоємності і точності обробки). Це важливо для встановлення та обґрунтованого вибору найбільш ефективних методів механічної обробки і визначення оптимальних умов обробки за критеріями точності, якості, продуктивності та розроблення на їх основі конкурентоздатних технологічних процесів високоточної механічної обробки. Тому метою роботи є встановлення нових теоретичних науково обґрунтованих оптимальних узагальнюючих технологічних рішень, які забезпечують вибір найефективніших методів високоточної механічної обробки у широких діапазонах зміни технологічних параметрів, чого не можна досягнути із застосуванням лише експериментально встановлених результатів досліджень.

У роботах [3 – 6] аналітично з нових теоретичних позицій визначено сили і температуру різання. Обґрунтовано умови їх зменшення через управління інтенсивністю тертя в зоні різання та вибору раціональних параметрів ріжучих інструментів і режимів різання. Показано, що складові сили різання і енергоємність тим менше, а точність і продуктивність оброблення тим більше, чим більше коефіцієнт різання, який визначається відношенням тангенціальної і радіальної складових сили різання. При цьому визначальним у зменшенні сили і температури різання є суттєве зменшення енергоємності обробки через зменшення інтенсивності тертя інструмента із оброблюваним матеріалом у зоні різання. Найбільший ефект досягається в умовах високопродуктивного високошвидкісного різання із застосуванням сучасних металорізальних верстатів із ЧПК типу «обробний центр» та твердосплавних і керамічних ріжучих лезових інструментів зі зносостійкими покриттями закордонного виробництва. Доведено, що завдяки цьому продуктивність обробки можна збільшити до 10 разів та у стільки ж разів зменшити собівартість за умов забезпечення високих показників якості і точності. Особливо це відноситься до операцій високошвидкісного фрезерування виробів, виготовлених із матеріалів із підвищеними фізико-механічними властивостями. У результаті машинобудівна продукція, що виготовляється, стає конкурентоспроможною й виходить на міжнародні науково-технічні та промислові ринки.

Завдяки теоретично встановленим оптимальним умовам обробки високоточних машинобудівних виробів під час фінішної обробки вдалося виключити із діючих технологічних процесів малопродуктивні операції шліфування та абразивної обробки, замінити їх фінішними високопродуктивними операціями точіння, розточування, фрезерування із застосуванням сучасних ріжучих лезових твердосплавних і керамічних інструментів. Це дозволило суттєво зменшити енергоємність обробки та, відповідно, сили і температуру різання, у 2 – 3 рази зменшити трудомісткість обробки та одночасно підвищити точність і продуктивність, забезпечити бездефектну лезову обробку. Значним ефектом обробки стало забезпечення

високої точності обробки, чого не досягалося за діючими технологіями. Тому під час виготовлення ряду складних корпусних деталей, які раніше вимагали до 100 операцій механічної обробки (особливо фінішної обробки), завдяки застосуванню нових розроблених технологій та сучасного обладнання кількість операцій скоротилася до 2 разів.

Проведено теоретичне порівняння пружних переміщень, виникаючих під час свердління та розточування отворів, які, головним чином, визначають точність обробки. Показано, що досягти підвищення точності обробки отворів під час свердління можна шляхом здійснення кожного наступного проходу свердлами більших діаметрів, а під час розточування – шляхом знімання припуску за один або кілька проходів інструменту (для забезпечення точності розміру оброблюваного отвору) та збільшення кількості проходів інструменту (для забезпечення співвісності отвору). Достовірність отриманих теоретичних рішень експериментально підтверджено розробленням ефективних технологічних процесів механічної обробки різьбового отвору в горловині балона та високопродуктивного високошвидкісного фрезерування отворів та дугових пазів шириною 2,5...5,0 мм у деталях із загартованих сталей твердістю HRC 51...56 із застосуванням сучасних високооборотних верстатів із ЧПК типу «Рісوماх 60». У результаті забезпечено високу точність обробки – відхилення від циліндричності змінюється у межах 0,01 мм, чого не досягалося за діючими технологіями, збільшено у 2,5 рази продуктивність обробки та у 4 рази стійкість кінцевих фрез.

На цій основі встановлено оптимальні технологічні рішення механічної обробки високоточних машинобудівних виробів, включаючи оптимальні параметри режиму різання та характеристики ріжучих інструментів, а також нові технологічні рішення щодо структурно-параметричного аналізу і синтезу технологічних процесів, вибору оптимального варіанту технологічного маршруту і параметрів технологічних операцій. Це дозволяє з єдиних позицій аналітично описати основні технологічні процеси механічної обробки матеріалів різанням та на якісно новому фундаментальному рівні розкрити їх фізичні закономірності й обґрунтувати технологічні можливості. Це також дозволяє визначити нові наукові напрями в управлінні, оптимізації і проектуванні технологічних процесів механічної обробки матеріалів, що значно підвищує науково-технічний рівень технологічних процесів обробки матеріалів, які впроваджуються у виробництво, особливо високоточних виробів, виготовлених із важкооброблюваних матеріалів, для авіаційної та інших наукомістких галузей промисловості.

Ефекту обробки досягнуто також завдяки тому, що під час проектування операційно-маршрутної технології (вибору найбільш ефективних методів обробки) технологи-проектувальники почали застосовувати встановлені нові теоретичні технологічні рішення. Тому вирішення питань проектування технологічних процесів обробки завдяки отриманим технологічним рішенням стало надзвичайно важливим саме зараз, коли промислові підприємства отримали сучасні закордонні високооборотні верстати із ЧПК типу «обробний центр» та комп'ютерну техніку, за допомогою яких можна автоматизувати

проектні роботи, розробляти оптимальні варіанти операційно-маршрутної технології, спираючись на нові теоретичні рішення, та виконувати на їх основі кількісні розрахунки технологічних параметрів обробки. Це також допомогло вирішити важливі питання модернізації виробництва на машинобудівних підприємствах України та їх оснащення новим технологічним обладнанням і механічними технологіями.

Таким чином, у роботі наведено напрями суттєвого підвищення точності, якості та продуктивності механічної обробки через зменшення енергоємності обробки – зменшення інтенсивності тертя інструмента із оброблюваним матеріалом. При цьому найбільшого ефекту досягнуто в умовах високошвидкісного різання із застосуванням металорізальних верстатів із числовим програмним керуванням типу «обробний центр» та твердосплавних і керамічних ріжучих інструментів зі зносостійкими покриттями. Розроблено високоефективні технології механічної обробки на верстатах із ЧПК типу «обробний центр», що дозволило до 10 разів підвищити продуктивність обробки із забезпеченням високих показників точності та якості оброблюваних поверхонь деталей машин. Це стало основою проведення модернізації сучасних виробництв машинобудівних підприємств, створення конкурентоспроможної продукції та отримання підприємствами прибутку від її реалізації. Результати роботи впроваджено в діюче виробництво та отримали застосування у навчальному процесі Харківського національного університету імені Семена Кузнеця під час вивчення дисциплін технологічного спрямування.

ЛІТЕРАТУРА

1 Технологія машино- та приладобудування : підручник / О.В. Якимов, В. І. Марчук, П.А. Лінчевський, О.О. Якимов, В.П. Ларшин. Луцьк: ЛДТУ, 2005. 710 с.

2 Теплофізика механічної обробки : підручник / О.В. Якимов, А.В. Усов, П.Т. Слободяник, Д.В. Іоргачов. Одеса: Астропринт, 2000. 256 с.

3 Новіков Ф.В. Інноваційні рішення та технології металообробного виробництва [Електронний ресурс] : монографія / Ф.В. Новіков, В.О. Жовтобрюх, Д.Ф. Новіков. Дніпро: ЛІРА, 2023. 342 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29025>

4 Новіков Ф.В. Теоретичні основи фінішної механічної обробки [Електронний ресурс] : монографія / Ф.В. Новіков. Дніпро: ЛІРА, 2023. 340 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29189>

5 Новіков Ф.В. Оптимальні рішення в технологіях механічної обробки [Електронний ресурс] : монографія / Ф.В. Новіков. Дніпро: ЛІРА, 2024. 360 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/32125>

6 Новіков Ф.В. Технологічне забезпечення високоякісної та високоточної механічної обробки : монографія / Ф.В. Новіков. Дніпро: ЛІРА, 2024. 460 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/34842>