

Вступ

1. Суть та значення процесу оброблення різанням у машинобудуванні

Суть процесів оброблення різанням полягає в усуненні з поверхні заготовки шару металу за допомогою різального інструменту під час відносного переміщення інструменту і заготовки на металорізальних верстатах. Метою цього процесу є отримання деталей заданої форми та розмірів із дотриманням вимог технічних умов до точності та якості поверхонь, а критеріями ефективності можуть слугувати різноманітні техніко-економічні показники та параметри, наприклад, технологічна собівартість операції.

Метал, який усувають із поверхні заготовки в процесах різання, – це побічний продукт, який називають стружкою. Усі способи й види оброблення різанням, засновані на зрізанні припуску та перетворенні його в стружку, об'єднані загальною назвою “Різання металів”. Отже, наявність стружки під час виготовлення деталей чи поверхонь є ознакою цього процесу. Наприклад, розділення металу на гільйотинних ножицях, газоплазмове розрізання, оброблення поверхні лазерним променем, механічними щітками, електроіскрове оброблення, коли не утворюється стружка, – не належать до різання, тоді як розділення сортового вальцювання механічною ножівкою або розрізання прутка дисковою фрезой здійснюється різанням.

Процеси виготовлення деталей різанням, або механічним обробленням є найпоширенішим способом формоутворення в машинобудуванні. Про це свідчить тенденція розвитку металооброблення в розвинених країнах Євросоюзу, яка свідчить, що протягом останніх двадцяти років інвестиції в цю галузь зросли втричі порівняно з іншими процесами формування металу. Ця тенденція є доволі стійкою, попри основний недолік процесів різання – утворення стружки, яка є зайвим матеріалом, а також все ширше використання пластику, який замінює метал у багатьох галузях машинобудування.

Основна перевага процесів різання, порівняно з іншими процесами формоутворення, – можливість досягнення точності, яка недоступна для методів литва чи пластичного деформування. Якість виготовлення деталей та процесів складання в машинобудуванні є необхідною умовою високої експлуатаційної якості машин. Різанням без особливих додаткових вкладень можна досягти розмірів з відхиленням до 1 мкм.

Ще однією важливою обставиною, яка визначає переваги процесів різання, є прогрес у верстатобудуванні, створенні автоматизованих виробничих систем, успіхи в галузі інструментальних матеріалів і досягнення в конструкції різальних інструментів.

Процеси різання характеризуються високою гнучкістю та універсальністю. Точіння, свердління, фрезерування, зубонарізання, шліфування та інші методи не мають обмежень за формою й розмірами виробів, за матеріалами, а також за обсягами випуску продукції.

Здатність до гнучкості та маневреності особливо важлива в сучасних умовах. Частка серійного виробництва в машинобудуванні становить понад 80 %, а продукція машинобудування перебуває у стані перманентної зміни та вдосконалення і неперервно оновлюється завдяки прискореному розвитку науки. У США серіями до 50 одиниць випускають понад 70 % усієї продукції. Навіть такі галузі, які традиційно випускали продукцію масово та великими серіями, зокрема автомобілебудування, виробництво побутової техніки, засобів зв'язку та інші, у наш час зменшують річні програми й розширяють діапазон найменувань виробів. Отже, виробництво потребує частої та швидкої перебудови, скорочення строків технологічної підготовки з одночасним ускладненням конструкцій машин. Тут перевага процесів різання полягає у можливості в найкоротші терміни переорієнтуватися на створення нових виробів. Процеси різання також легко піддаються автоматизації, що підтверджується широким розповсюдженням комплексних систем, в які інтегровано процеси конструювання, інженерних розрахунків, оброблення і формоутворення різанням, автоматизованого програмування для верстатів з числовим керуванням.

Створення та впровадження нових способів і методів формоутворення не змінило баланс між процесами різання та іншими способами й методами виготовлення деталей і поверхонь машин, що склався протягом тривалого часу. На сьогодні в машинобудуванні створено різноманітні прогресивні технологічні процеси виготовлення деталей без зняття стружки методами литва та пластичного деформування металу в холодному або нагрітому станах, їх активно використовують. До таких зараховують, зокрема, методи точного литва: литво у кокілі, відцентрове литво, литво під тиском, методи прецизійного штампування та порошкової металургії. Не забезпечуючи вимог щодо кінцевої розмірної точності та якості поверхонь, необхідних для тривалого й безвідмовного функціонування деталей в сучасних машинах, вони необхідні як перший етап створення компонентів машин, а у виробництві займають нішу створення і підготовки первинних заготовок. Окрім того, ці методи формоутворення ефективні лише за великих обсягів випуску продукції, що в сучасних умовах трапляється рідко.

У наш час деталі складної об'ємно-просторової структури просто і швидко виготовляють на верстатах з ЧПК з мінімальними витратами, які

неспівмірні з витратами на виготовлення спеціального устаткування для формування, кування чи литва, особливо за обмежених річних програм випуску машин.

Широкий спектр методів оброблення поверхонь охоплюють методи, що базуються на різноманітних фізичних і хімічних процесах та їх поєднанні. До таких належать, зокрема, електрофізичні методи оброблення – електроіскрове, електронно-променеве, плазмове, оброблення лазерним променем тощо. Їхнє використання обмежене за масою та габаритами деталей, окрім того, вони належать до енерговитратних та є недостатньо продуктивними. Ці ж недоліки характерні для електрохімічного оброблення, суть якого полягає в анодному розчиненні припуску в середовищі електроліту за час утворення іскри між інструментом та виробом.

Ультразвукові методи, що базуються на кавітації й ударній дії абразивних часток, застосовують лише для деталей з неелектропровідних матеріалів. Газоплазмові та гідроабразивні методи мають обмеження за складністю конструкції деталей, які підлягають обробленню.

Найбільш прогресивною та ефективною з усіх нетрадиційних способів формування стала технологія швидкого прототипування, яка дає змогу отримувати вироби на засадах, протилежних до усунення металу з заготовки – шляхом покрокового послідовного нарощування шарів модельного матеріалу до отримання завершеної об'ємної моделі виробу. Ці методи дають змогу виготовляти вироби будь-якої складності з різних конструкційних матеріалів. Швидке здешевлення зменшення вартості установок і промислових лазерів робить цей спосіб придатним для практичного використання, зокрема, для виготовлення ливарних оболонкових та пресформ, дослідних зразків деталей, відпрацювання конструктивних варіантів виробів складної форми, але область використання методу обмежується дрібносерійним виробництвом.

Процеси оброблення різанням, порівняно з іншими способами й методами формоутворення та виготовлення деталей і поверхонь, є найекономнішими, вони потребують менших витрат усіх видів енергії на здійснення.

Отже, незважаючи на різноманітність відомих на нинішній час способів та методів оброблення поверхонь і виготовлення деталей можна стверджувати, що процеси різання у виготовленні деталей та продукції сучасного машинобудування є основними і домінуючими, а їх значення, попри створення та впровадження різноманітних нових прогресивних технологій, сьогодні та у майбутньому не буде зменшуватися.

2. Основні напрямки розвитку науки та практики різання металів і різальних інструментів

На сучасному етапі машинобудування наука різання металів інтенсивно розвивається в напрямку створення інтегрованих технологій, що охоплюють усі стадії виготовлення виробів, базуються на обробленні різанням та інтегрують конструкторські, інженерні, технічні, технологічні й організаційні рішення при автоматизованому створенні продукції; пошуку нових ефективних інструментальних матеріалів для лезового та абразивного оброблення сучасних конструкційних сталей і сплавів; поглибленому вивченні механіки різання на основі фізики пластичного деформування і руйнування матеріалів; математичному та імітаційному моделюванні процесів руйнування, стружкоутворення, механічного деформування і теплогенерування, контактних явищ і тертя на поверхнях формування утворених поверхонь; створенні нових ефективних мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ; підвищенні якості утворених поверхонь; впровадженні технологій високошвидкісного різання, часто без використання мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ (МОТС); дослідженні та систематизації досвіду оброблюваності високоміцних і жаростійких сталей і сплавів, синтетичних матеріалів із різноманітними властивостями; розробленні технічних нормативів на усі відомі види оброблення різанням; оптимізації режимів різання та технологічних переходів, операцій і процесів, зокрема, на автоматизованому обладнанні з ЧПК.

Відмінності у підходах до дослідження процесів різання в наш час полягають у тому, що на зміну вивченню умов пластичного деформування та розділення заготовки і усунення припуску, процесу стружкоутворення і контактної взаємодії, які панували в науці різання металів до цього, об'єктом дослідження стають закономірності утворення нових поверхонь, утворюваних різанням, умови досягнення їхньої заданої якості, формування необхідних структури, топології і мікронерівностей, які повинні відповідати умовам функціонування спряжених поверхонь, забезпечувати їхню максимальну ефективність в процесі експлуатації та функціонування виробів згідно з їхнім призначенням.

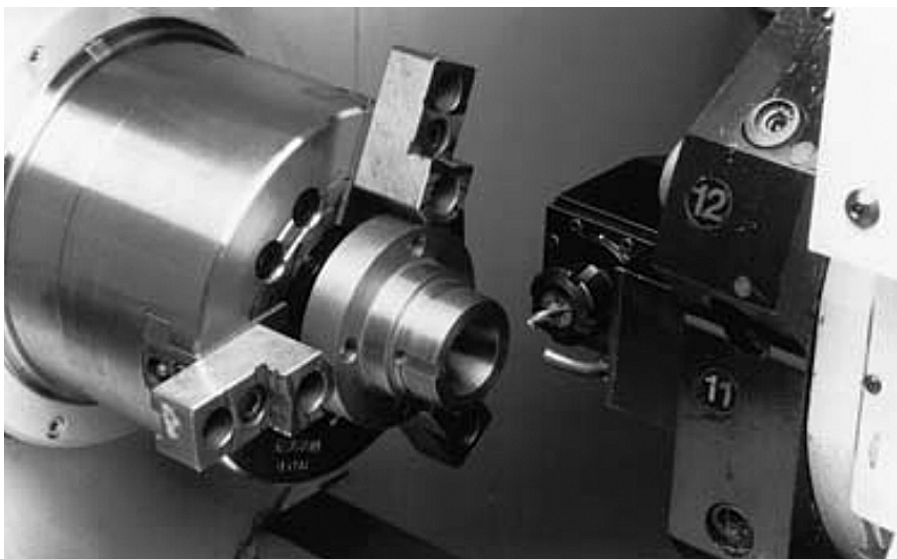
Особливу увагу приділяють дослідженням процесів механооброблення сучасних конструкційних матеріалів, які мають підвищені фізичні та механічні властивості. Це високоміцні, жаростійкі сталі й сплави, які належать до важкооброблюваних. Наукові дослідження процесів різання деталей з таких сталей і сплавів мають за мету вдосконалення і розвиток нових інструментальних матеріалів, розроблення нових різальних інструментів, нанесення захисних покриттів на їхні робочі поверхні, оптимізацію режимів

різання для забезпечення необхідних властивостей структури та якості поверхонь в результаті механічного оброблення, забезпечення максимального ресурсу різальних інструментів, зменшення технологічних витрат, підвищення надійності виробничих систем.

Важливим чинником розвитку та поширення процесів різання є сучасні верстати з ЧПК та гнучкі автоматизовані системи механооброблення, створення яких дало змогу багатократно зменшити витрати допоміжного часу та часу на організаційне й технічне обслуговування обладнання. Керування кожного руху від окремого двигуна, координоване комп'ютерною системою, збільшення кількості керованих координат, включаючи кутові координати, підвищення потужності приводів разом зі зростанням точності, жорсткості та вібростійкості верстатів, упровадження точних систем позиціювання робочих органів, активного контролю якості оброблення, автоматичної зміни заготовок, інструментів та інші нововведення забезпечили багатократне зменшення (у 3–8 разів) часу на виготовлення деталей машин.

Створення обробних центрів (ОЦ) дало змогу ще більше скоротити тривалість непродуктивних циклів. Такі верстати є багатоопераційними, у них концентрують різні операції механооброблення, а кожен з них замінює декілька традиційних верстатів вузького призначення, наприклад, свердлильно-фрезерно-розточувальні, або токарно-фрезерно-свердлильні. Хоча вартість таких верстатів, порівняно з конвенційним обладнанням, значно вища, проте за правильної організації їхньої роботи й за умови максимально інтенсивного використання, вони є високоефективними та економічно виправданими. Для прикладу розширення можливостей сучасних ОЦ на рисунку показано нецентрове свердління отворів та фрезерування шпонкової канавки на токарному багатоопераційному верстаті.

Як було зазначено вище, наявність стружки є недоліком процесів різання. У 70-х роках ХХ ст. в колишній державі СРСР з річної сукупної маси заготовок понад 20 млн т в стружку переводилося 8 млн т. Доводиться миритися з тим, що на утворення цього побічного продукту відходів процесів різання витрачається частина виробничих ресурсів – обладнання та інструментів, силової енергії, матеріалів, сировини тощо. Проте можливе істотне скорочення цих непродуктивних витрат підвищенням точності виготовлення заготовок та максимального наближення їх форми й розмірів до готових деталей, щоб зменшити припуски під механічне оброблення. Цієї мети можна досягти також розширенням номенклатури типорозмірів та різновидів сортового прокату, який постачає металургійна промисловість



Фрезерування бокової канавки за фіксованого положення деталі на токарно-фрезерно-свердлильному оброблювальному центрі

3. Тенденції в сучасному інструментальному виробництві

1. Застосування ефективних надтвердих синтетичних інструментальних матеріалів (штучні алмази, ельбор, гексаніт тощо), а також різальної кераміки. Завдяки здатності обробляти деталі будь-якої твердості, зберігаючи тривалий час стійкість, ці матеріали забезпечують надійну роботу в умовах автоматизованих виробництв. Лезові інструменти з надтвердих інструментальних матеріалів все частіше використовують при обробленні високоміцних і твердих конструкційних матеріалів, зокрема тих, які пройшли операції поверхневого зміцнення, замість шліфування, забезпечуючи високу продуктивність, точність та якість обробленої поверхні.

2. Використання в лезових різальних інструментах – різцях, фрезах, свердлах, зенкерах, розвертках тощо багатогранних неперезагострюваних пластин (БНП) з механічним кріпленням із надтвердих синтетичних матеріалів, твердих сплавів та різальної кераміки, що дає змогу істотно скоротити допоміжний час технологічних операцій і підвищити продуктивність механічного оброблення.

3. Використання твердосплавних інструментів малих розмірів у монолітному виконанні, що дозволило поширити тверді сплави на практично всі діапазони розмірів, а також застосовувати їх для різенарізних, дрібномо-

дульних зуборізальних та інших інструментів, які до цього виготовляли з швидкорізальних сталей; внаслідок цього зменшуються витрати на інструмент та підвищується продуктивність праці.

4. Застосування одно- і багат шарових зносостійких покриттів, які наносять на тверді сплави й швидкорізальні інструментальні сталі. Ці тонкі (декілька мікрометрів) шари карбідів, оксидів титану, нітридів, оксидів танталу, ніобію, цирконію та інших елементів, отриманих на різальних поверхнях інструментів різними методами (осадженням із газової фази, конденсацією з іонним бомбардуванням тощо), підвищують стійкість інструментів у два і більше разів. Завдяки мінімальному розмірному зношуванню інструменти з таким покриттям можна використовувати в автоматизованому виробництві, забезпечуючи високу точність виготовлення.

5. Розроблення конструкцій збірних інструментів із загостренням лез поза корпусом з регулюванням положення різальних елементів для компенсації спрацювання; розроблення оптимальних конструкцій та геометричних параметрів інструментів для алмазного загострення.

6. Підвищення точності виготовлення різальних інструментів. Дотримуючись цього, сучасне інструментальне виробництво забезпечує зменшення похибки розташування різальних лез багатолезових інструментів до 2–5 мкм, відхилення різальних лез пластин із твердих сплавів від ідеального багатогранника не перевищує 1 мкм, завдяки чому забезпечується збереження точного положення різального леза за зміни положення пластини або її повної заміни.

7. Вдосконалення керування інструментальними системами на верстатах з ЧПК автоматизованою діагностикою стану інструментів, адаптивним регулюванням їхнього положення під час оброблення, позиціювання та заміни.

8. Розроблення інструментальних модульних систем та модульних інструментальних блоків, які органічно поєднують групи різальних і допоміжних інструментів, що підвищує універсальність інструментів автоматизованого виробництва, скорочує кількість елементів у наборі, розширює можливості металорізальних верстатів та зменшує масу замінюваних елементів технологічного спорядження.

9. Поліпшення умов експлуатації різальних інструментів шляхом подачі мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ безпосередньо до ділянки різання, покращення умов усунення стружки.