

УДК 621.38

Калафатова Л.П., докт. техн. наук, професор
 Рашков І.О., магістр

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, lydmila.kalafatova@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ ПРИ ШЛІФУВАННІ КРИХКИХ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

В даний час все більш широке застосування знаходять вироби з крихких неметалевих матеріалів (КНМ), до яких відносяться технічне скло, різні види технічної кераміки, які успішно замінюють метали в багатьох галузях промисловості. Їм притаманні такі важливі експлуатаційні характеристики, як високі твердість, міцність на стиснення, корозійна, хімічна та температурна стійкості, радіопрозорість, виходячи з чого КНМ використовуються для виготовлення виробів ракетно-і авіабудування, енергомашинобудування, приладобудування, тощо.

Однак із-за підвищених твердості та хрупкості ці матеріали відносяться до категорії важкооброблюваних, що робить можливим здійснити їх механічну обробку переважно алмазним шліфуванням. Причому в якості негативного фактору необхідно відмітити появу приповерхневого дефектного шару, який є наслідком безпосередньо процесу різання і негативно впливає на експлуатаційні характеристики виробів із КНМ.

В результаті проведених досліджень встановлено [1], що розвиток дефектного шару, викликаного обробкою, залежить від фізико-механічних характеристик оброблюваного матеріалу (твердості, міцності, крихкості, похідної дефектності), а також від рівня силового впливу на сформовану поверхню. Враховуючи те, що технологічний процес шліфування КНМ можна віднести до складних технічних систем [2], рівнем силової дії можна керувати, змінюючи вхідні параметри технологічного процесу (рис. 1).

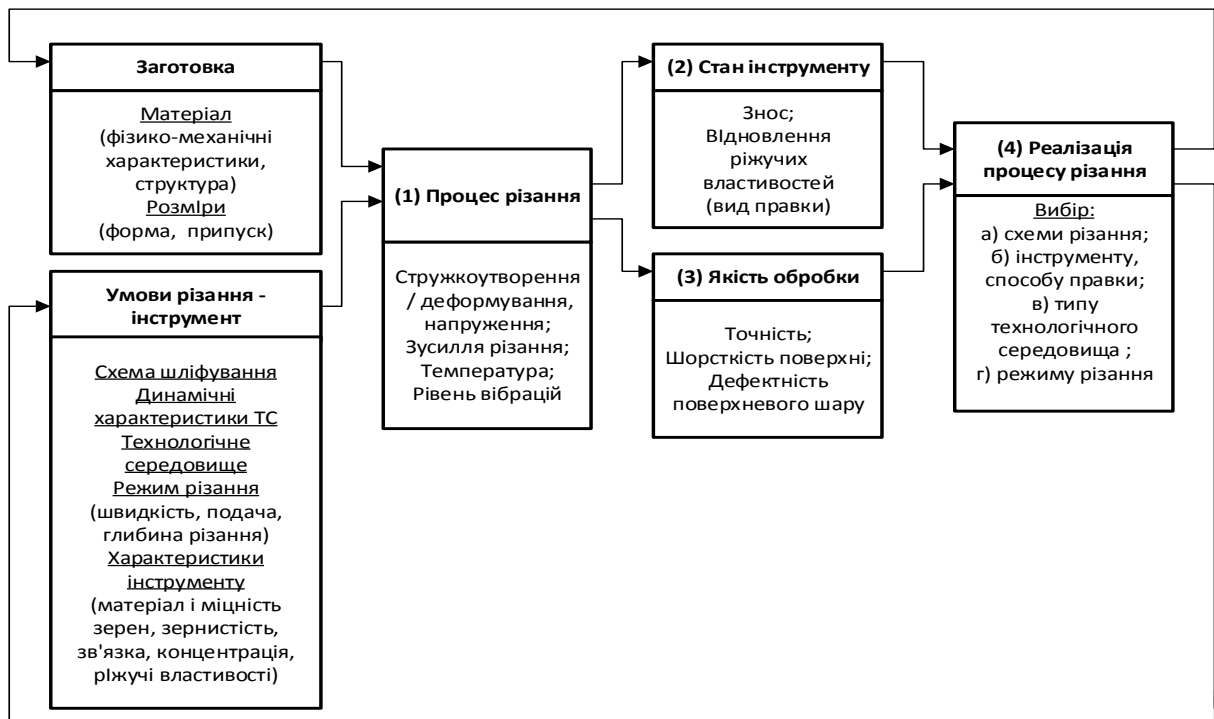


Рис. 1 - Схема взаємодії факторів, що визначають процес абразивної обробки крихких неметалевих матеріалів

Одним із факторів, які змінюють ситуацію в зоні різання (див. рис. 1), є мастильно-охолоджуючі технологічні середовища (МОТС), застосування яких обов'язково при

абразивній обробці КНМ, особливо матеріалів на основі скла. Навіть при оптимізації всіх інших параметрів, що визначають стан технологічної системи при обробці, використання МОТС зі спрямованими властивостями дозволить додатково підвищити ефективність процесів різання за рахунок зміни умов протікання процесів диспергування оброблюваних матеріалів (ОМ) у зоні різання.

Під силовим впливом інструменту та впливом МОТС змінюються характеристики міцності, теплофізичні характеристики, хімічні та фізико-механічні властивості ОМ. Крім того, і властивості самого інструменту змінюються в процесі різання. У сукупності це призводить до зміни рівня вихідних параметрів процесу (параметрів функціонування системи різання), до яких відносяться, зокрема, продуктивність, якість і точність обробки.

Механічна обробка КНМ зв'язаним або вільним абразивом є одночасним множинним впливом зосереджених навантажень, що супроводжується переміщенням зерен - «мікроінденторів». Відповідно до класичних уявлень про взаємодію абразивного зерна інструменту з поверхнею більш м'якого оброблюваного матеріалу тангенціальна складова сили різання-тертя P_{τ} може бути представлена у вигляді суми складової, що призводить до зсуву, і деформаційної складової:

$$P_{\tau} = A \cdot S + P_{\text{деф}},$$

де A – реальна площа контакту інструмента і ОМ;

S – міцність на зсув у контактному шарі

$P_{\text{деф}}$ – деформаційна складова.

Мета застосування МОТС - зниження абсолютного значення величини P_{τ} при забезпеченні інтенсивного диспергування оброблюваного матеріалу. З аналізу складових у виразі для визначення P_{τ} видно, що зазначена мета може бути досягнута за рахунок застосування рідини з малим опором на зсув утвореною нею граничною плівкою (мінімум S) і активно взаємодіючою з поверхневим шаром оброблюваного матеріалу в напрямку зниження його механічної міцності (мінімум $P_{\text{деф}}$). Крім полегшення диспергування ОМ зниження величини P_{τ} зменшує тепловиділення в зоні контакту алмазного зерна з оброблюваною поверхнею, що є вкрай важливим з точки зору зменшення швидкості зносу алмаза і поліпшення якості обробки.

Таким чином, одна з найважливіших вимог до МОТС - ефективне відведення тепла із зони різання може реалізуватися. Змащування і тепловідвід важливі не тільки з точки зору зменшення швидкості зносу інструменту, але і як засіб зменшення термічних напружень у поверхневому шарі КНМ, які можуть призводити до появи додаткових дефектів. Реалізувати ці вимоги можливо за рахунок використання поверхнево-активних технологічних середовищ. Для більшості КНМ, особливо технічних стеклокерамік та ситалів – різновиду склокераміки, що відносяться до групи гідрофільних матеріалів, поверхнево-активними середовищами є вода та водні розчини поверхнево-активних речовин [1, 3].

Експериментально встановлено [1, 2], що використання поверхнево-активних середовищ при абразивній обробці КНМ дозволяє в порівнянні з водою, яка широко використовується на виробництві, знизити енергоємність процесу різання до 40%. Зниження енергоємності процесу різання сприятливо змінює глибину і структуру виникаючого в результаті обробки дефектного шару. Загальна глибина проникнення дефектів (при обробці технічних стеклокерамік та ситалів) зменшується практично вдвічі при зниженні середніх розмірів одиничних дефектів в 1,6 - 2,2 рази, що позитивно впливає на міцність виробів.

Список посилань

1. Гусев В.В. Технологическое обеспечение качества обработки изделий из технической керамики: монография / В.В. Гусев, Л.П. Калафатова Л.П. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012. – 250 с.

2. Калафатова Л.П. Повышение эффективности шлифования твердых сплавов и конструкционной керамики: монография / Л.П. Калафатова, П.Г. Матюха, Д.В. Поколенко и др. – Покровск: ГВУЗ «ДонНТУ», 2017. – 182 с.

3. Калафатова Л.П. Технологічні основи обробки крихких неметалевих матеріалів: навч. посіб. / Л.П. Калафатова. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2017. – 150 с.

УДК 621.9.048.6

**Шевченко О.В., докт. техн. наук, професор
Беляєва А.Ю., доцент**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», o.shevchenko@kpi.ua

СПЕЦІАЛЬНЕ ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ

Підвищення ефективності токарної обробки шляхом розширення технологічних можливостей токарних верстатів є однією з важливих науково-технічних проблем сучасного машинобудування.

Безперервне зростання вимог до точності малих переміщень обмежує використання традиційних кінематичних ланок верстатів, які часто не забезпечують необхідної точності позиціонування робочих органів. Для позиціонування в мікрометричному діапазоні в приводах верстатів доцільно використовувати спеціальні пружні кінематичні пристрої, що виконують функції напрямних та виключають вплив зовнішнього тертя в останній передачі приводу на точність позиціонування.

Аналіз конструктивних особливостей відомих пристроїв з механізмами мікрорегулювання положення різального інструменту, технологічних можливостей автоматизованих токарних верстатів та типових деталей, що обробляються на них [1], дозволяє встановити основні вимоги до таких пристроїв, а саме:

- найбільший хід різального інструменту $0,25 \div 0,3$ мм, що визначається за критерієм зносу різальних кромки і, наприклад, для твердосплавних різців при чистових операціях приймається $h_z = 0,2 \div 0,25$ мм;

- стабільність положення вершини різального інструменту при позиціонуванні до $0,5$ мкм;

- крок підналагодження в діапазоні $1,0 \div 5,0$ мкм при дискретному позиціонуванні інструменту, що визначається вимогами до точності обробки із розрахунку $\frac{1}{4}$ частини поля допуску на розмір поверхні, що обробляється;

- жорсткість за напрямками дії складових сили різання не нижче $10 \div 20$ Н/мкм;

- лінійна залежність між переміщенням вершини інструмента (різця) та входною дією в приводі при позиціонування в напрямках до деталі та від деталі.

У відповідності до вказаних вимог розроблено ряд конструкцій різцетримачів для верстатів токарної групи.

При обробці таких матеріалів, як високолеговані сталі і ряд сплавів кольорових металів, переміщення зливної стружки здійснюється в самих непередбачених напрямках, утрудняється спостереження за процесом різання, а сама стружка є потенційним джерелом важкого травматизму. Найбільшої уваги серед способів видалення стружки заслуговують способи її кінематичного дроблення, серед яких ефективністю і надійністю вирізняється вібраційне різання.

Сутність процесу вібраційного різання полягає в тому, що на прийнятну для даної операції кінематичну схему накладається додатковий направлений вібраційний рух інструменту відносно заготовки. При правильному виборі напрямку коливань, їх частоти та амплітуди вібраційне різання дозволяє надійно і ефективно дробити стружку. Суттєвим резервом підвищення ефективності вібраційного дроблення стружки є використання