

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МЕТАЛООБРОБКА

УДК 621.923.74

doi: 10.31498/2225-6733.40.2020.216174

© Бурлаков В.І.*

ЗНИЖЕННЯ ЗНОСУ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОБРОБЦІ

Автоматизація машинобудівного обладнання, збільшення швидкостей обробки і розширення номенклатури оброблюваних матеріалів зумовили необхідність розробки ефективних абразивних матеріалів, що зберігають здатність роботи в екстремальних умовах. Інструмент з алмазомістких композиційних матеріалів (АКМ) в силу рекордної твердості алмазів не можна замінити ніякими іншими матеріалами при обробці виробів із надтвердих матеріалів, скла, кераміки, природних і синтетичних матеріалів. На сучасному етапі науково-технічного прогресу міцність, в'язкість і інші характеристики конструкційних матеріалів зростають настільки швидко, що інструментальні матеріали, якими володіє виробництво, в цілому ряді випадків не дозволяють здійснювати високопродуктивну обробку заготовок. У статті показано, що застосування надтвердих матеріалів, завдяки їх особливостям, набуває все більшого значення в сучасній металообробці.

Ключові слова: надтверді матеріали, обробка заготовок, інструментальні матеріали, алмазомісткі композиційні матеріали, інструмент, стійкість інструменту, високопродуктивна обробка заготовок, процес зносу.

Бурлаков В.И. Снижение износа режущего инструмента путем использования новых материалов при обработке. Автоматизация машиностроительного оборудования, увеличение скоростей обработки и расширение номенклатуры обрабатываемых материалов обусловили необходимость разработки эффективных абразивных материалов, сохраняющих способность работы в экстремальных условиях. Инструмент из алмазосодержащих композиционных материалов в силу рекордной твердости алмазов нельзя заменить никакими другими материалами при обработке изделий из сверхтвердых материалов, стекла, керамики, природных и синтетических материалов. На современном этапе научно-технического прогресса прочность, вязкость и другие характеристики конструкционных материалов растут настолько быстро, что инструментальные материалы, которыми располагает производство, в целом ряде случаев не позволяют осуществлять высокопроизводительную обработку заготовок. В статье показано, что применение сверхтвердых материалов, благодаря их особенностям, приобретает все большее значение в современной металлообработке.

Ключевые слова: сверхтвердые материалы, обработка заготовок, инструментальные материалы, алмазосодержащие композиционные материалы, инструмент, стойкость инструмента, высокопроизводительная обработка заготовок, процесс износа.

V.I. Burlakov. Reduction of cutting tools wear by using new materials in processing. Automation of machine-building equipment, increasing processing speeds and expanding the range of the materials processed necessitated the development of effective abrasive materials that retain the ability to work under extreme conditions. A tool made of diamond-containing composite materials due to the record hardness of diamonds cannot be replaced by any other materials when processing products made of super hard materials,

* канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

glass, ceramics, natural and synthetic materials. At the present stage of scientific and technical progress strength, viscosity and other characteristics of structural materials are increasing so rapidly that the tool materials available for production in a number of cases do not allow high-performance processing of blanks. Due to these features of modern production, the use of super hard materials is becoming increasingly important in metal-working. Natural (A) and synthetic diamonds (ASO) ASR, ASV, ASK, ASS, A M, ASN are used in industry. A diamond is the hardest material, possessing high red-hardness and wear resistance; there being no adhesion with many materials for diamonds. The disadvantage of diamonds is their fragility. Diamonds are used for the manufacture of diamond tools and fine powders. Other characteristics of construction materials increase so quickly that the tooling materials available for production in some cases do not make it possible to obtain high-performance crystal diamonds used to equip tools. Diamond chisels for thin sharpening and boring of the parts from aluminium alloys, bronzes, composite metals and non-metal materials are most widely used. A diamond instrument is applied for treatment of such hard materials as germanium, silicon, semiconductor materials, ceramics, heat resistant steels and alloys. The quality of the processed surfaces of parts increases with the use of diamond tools. Processing is carried out with the cutting speeds over 1000 m/min. Surface parts processed in these conditions, have low roughness and high accuracy sizes. The article shows that application of superhard materials, acquires still greater value in modern metal-working.

Keywords: *superhard materials, processing of blanks, tool materials, diamond-containing composites, tools, tool durability, high-performance processing of blanks, wear process.*

Постановка проблеми. Актуальним науково-технічним завданням є продовження стійкості інструменту з надтвердої кераміки, що сприяє отриманню високої якості обробленої поверхні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ця проблема піднімалася деякими ученими України і зарубіжжя, наприклад, Ю.М. Внуков веде дослідження прогресивного оброблювального інструменту і займається методами підвищення його якості [1, 2]; А.С. Кондратов, Б.П. Бармін досліджують стійкість різального інструменту при вібрації [3]; дослідження В.М. Мануйленко присвячені застосуванню високошвидкісної обробки [4]; Н.В. Козирев, С.В. Сисолятин, Г.В. Саковіч займалися питаннями отримання ультрадисперсних алмазів.

Мета статті – показати, що застосування надтвердих матеріалів в металообробній галузі може підвищити працездатність різальних пластин у декілька разів. Головну роль в процесі обробки надтвердих матеріалів гратимуть штучні алмази.

Виклад основного матеріалу досліджень. В процесі різання можуть відбуватися процеси тертя по декількох варіантах: об передню поверхню інструменту третяся стружка, головна задня поверхня – об оброблювану поверхню. Під впливом тертя поверхні різальні частини інструменту зношуються, інструмент втрачає різальні властивості і для їх відновлення інструмент переточують. Але усе це справедливо для лезвійного інструменту. Обробку абразивним інструментом можна розглядати як різання матеріалу одиничним зерном, і чим більше цих зерен, тим якісніше і більш продуктивно відбуватиметься оброблення. Але, проте, поняття стійкості існує і для абразивного інструменту. Під стійкістю абразивного інструменту T розуміють сумарний час (хв.) його роботи між початком його роботи по зніманню матеріалу і практично припиненням видалення матеріалу з поверхні деталі. Стійкість токарних різців, різальна частина яких виготовлена з різних інструментальних матеріалів, складає 30-90 хв. Стійкість інструменту залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу інструменту і заготовки, режиму різання, геометрії інструменту і умов обробки, від матеріалу, що оброблюється, і матеріалу абразиву. У даному конкретному випадку ми розглянемо стійкості суміші корундових і алмазних матеріалів.

Знос різального інструменту за своїм характером відрізняється від зношування деталей машин, оскільки зона різання, в якій знаходиться інструмент, обумовлюється високою хімічною чистотою поверхонь, що труться, а також високим тиском і температурою в зоні зіткнення [1]. Важливо не доводити інструмент до критичного зносу h_k . Це веде до руйнування різця, збі-

льшення трудомісткості його відновлення і скорочення терміну служби.

Крім того, великий знос по задній грані збільшує шорсткість обробленої поверхні.

Процес зносу інструменту при технологічному різанні металів включає абразивний, дифузійний і адгезійний види руйнування робочої кромки. Вплив кожного з видів зносу залежить від характерних властивостей матеріалу інструменту, заготівлі, а так само від умов обробки, одним з яких є швидкість різання.

Нові спеціалізовані різальні інструменти для металообробки володіють безліччю переваг, властивих інструментам подібного типу. Геометрія різальної кромки, поєднана з технологією обробки, дозволяє швидко і якісно виконувати технологічну дію на матеріал і отримувати зрештою якісну продукцію.

Застосовуючи в якості різального інструменту алмазний абразивний інструмент, ми не викоринюємо проблему зносу повністю, а тільки відсовуємо її трохи далі. При механічній обробці деталей машин абразивний інструмент, як і інший різальний інструмент, зношується, при цьому характер і інтенсивність зношування залежать від фізико-механічних характеристик матеріалу, що оброблюється, інструменту, режиму його роботи та ін. Режим роботи абразивного інструменту визначається його твердістю – здатністю утримувати абразивні зерна від викрошування. При шліфуванні абразивні зерна зазвичай зношуються стиранням і руйнуванням. Для умов роботи абразивного інструменту ці види зносу є природними.

При обробці надтвердої кераміки, незважаючи на використання, у якості різальних інструментів алмазних інструментів, внаслідок відсутності можливості саморегуляції різальної здатності робочої поверхні інструменту, зростає сила різання, що негативно впливає на якість поверхневого шару виробу. Управління дією на різальний інструмент, що ґрунтується на використанні різної величини коливань, дозволяє знизити силу впливу на інструмент і зберегти його геометрію. Такий же вид дії застосовний і при недостатньо вивченому ще способі обробці вільним абразивом.

Загальний знос робочої частини абразиву складається зі зносу в процесі шліфування і видалення шару абразиву. Знос є результатом зношування і визначається кількістю часток робочого шару абразивного інструменту, що відокремилися внаслідок зношування. Залежно від величин, в яких виражають кількість часток робочого шару (маса, об'єм, площа), що відокремилися, розрізняють масовий, об'ємний і поверхневий знос.

Практичний досвід і різнобічні дослідження показують, що від правильного вибору засобів і режимів обробки залежать не лише точність і шорсткість оброблюваної поверхні, продуктивність операцій, але і витрата абразивного інструменту, його зносостійкість і собівартість обробки.

В цілях економії абразивного інструменту можливе застосування нових абразивних матеріалів.

Як відомо, хороші верстати вимагають якісного різального інструменту. Раціональне використання верстатів і відповідного інструменту дозволяє повністю розкрити усі технологічні можливості сучасного устаткування. При правильній експлуатації інноваційного інструменту засоби, витрачені на його придбання, повністю виправдовуються.

Використання зносостійкого інструменту дозволяє істотно підвищити продуктивність праці, скоротивши час на переналадку. Багатофункціональність різального інструменту дозволяє скоротити його номенклатуру і машинний час, що витрачається на технологічних переходах [2]. Що стосується інструменту з надтвердих матеріалів, то його стійкість залежатиме від тих же чинників, що і звичайний інструмент, оснащений пластинами з твердого сплаву. Великий вплив на стійкість інструменту робить тут правильне заточування і обробка різальних пластин. При обробці різальних пластин за допомогою вібраційної обробки вільним алмазним абразивом середня стійкість виросла у декілька разів в порівнянні з абразивним матеріалом з суміші монокорунду і 15% добавки штучних алмазів марки АСМ 20/14 і обробкою абразивним матеріалом з одного лише монокорунду, що можна побачити на рисунку 1.

Як видно з вищеназваного рисунка, стійкість інструменту виявилася найбільш прийнятною при обробці сумішшю з монокорунду та 15% добавки штучних алмазних матеріалів марки УДА. Це досить новий наноматеріал – ультрадисперсний алмаз детонаційного синтезу. Алмаз отриманий за розробленою технологією, що полягає в тому, що ампула з вуглецевим матеріалом (зазвичай графітом) при підриванні заряду вибухової речовини піддавалася ударному об-

тисканню до тисків більше 100 тис. атм., що супроводжувалося розігріванням до декількох тисяч градусів. У таких умовах вуглець рекристалізувався в алмаз, тобто суть методу полягала у використанні енергії вибуху для створення умов, при яких відбувався фазовий перехід графіту в алмаз. Щоб алмаз при спаді тиску не встигав перетворюватися назад в графіт, в ампулу додавали 20-кратний надлишок порошку міді або нікелю для швидкого відведення тепла. Продукт, що виходить, містив частки алмазу мікронного розміру і використовувався в технічних цілях, наприклад, в якості ефективного абразиву для грубої шліфовки деталей [4].

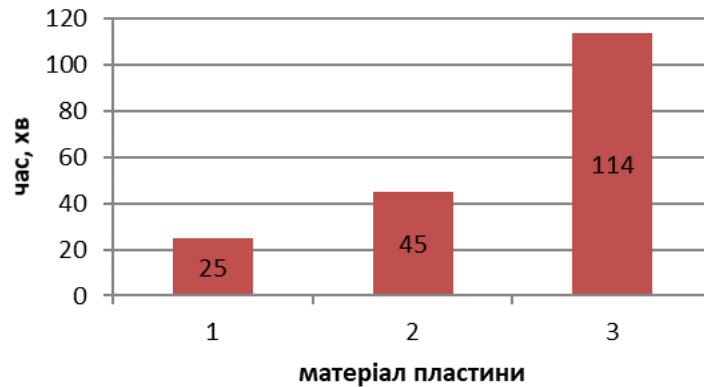


Рис. 1 – Залежність стійкості різальної пластини від виду матеріалу: 1 – монокорунд; 2 – абразивний матеріал з монокорунду + 15% АСМ 20/14; 3 – обробка монокорундом + 15% УДА

Як було сказано, стійкість інструменту визначалася за часом його безперервної праці до повної відмови, тобто виходу з ладу. Для підтвердження цієї думки був проведений комплекс досліджень, який дозволив визначити, що з часом кількість видаленого матеріалу з поверхні пластини стала помітно зменшуватися. І, якщо аналізувати графік, представлений на рисунку 2, то стає очевидним, що не лише можливо говорити про стійкість самого інструменту, але ще необхідно враховувати і знімання матеріалу при використанні різних абразивних матеріалів.

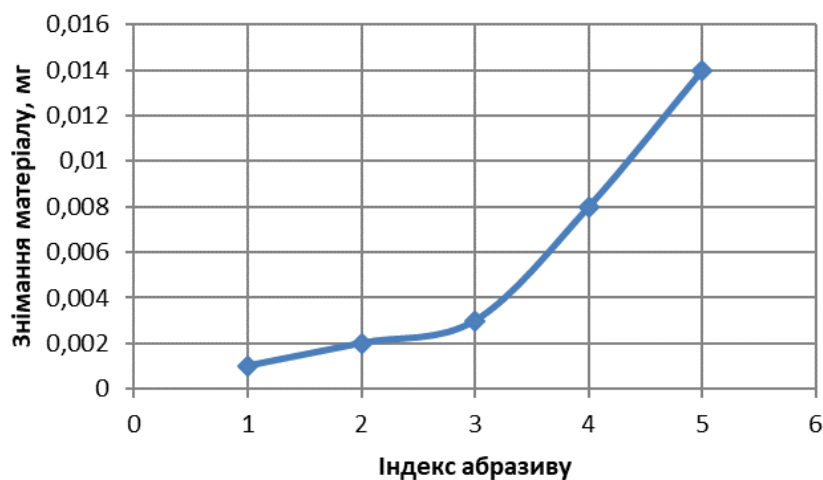


Рис. 2 – Залежність знімання матеріалу від вживаного абразива (суміші): 1 – монокорунд; 2 – монокорунд + корунд білий; 3 – монокорунд + 15% АСМ 20/14; 4 – монокорунд + 15% АС 6; 5 – монокорунд + 15% УДА

Контроль над інструментальним господарством пов'язаний також з усуненням труднощів, пов'язаних із застосуванням старих інструментів, які швидко виходять з ладу або не виконують відповідні операції. У той же час, при автоматизованому виробництві пред'являються підвищені вимоги до металорізального інструменту. Наприклад, якщо при експлуатації торце-

вих фрез одна з непереточуваних твердосплавних пластин вийде з ладу передчасно, можлива поломка дорогого інструменту. У зв'язку з цим завдання підвищення стійкості інструменту представляється дуже актуальним.

Оскільки основним чинником, що впливає на знос інструменту, є температура різання, то теплофізичні характеристики інструментального матеріалу, істотно впливаючи на цю температуру, будуть, тим самим, впливати і на знос інструменту.

Таким чином, 15% добавка алмазного абразивного матеріалу до монокорунду значно підвищує термін служби різального інструменту, що необхідно вітчизняній промисловості. Разом з підвищенням терміну служби інструменту підвищилася і якість обробленої поверхні. Графік, представлений на рисунку 3, буде наочним підтвердженням вищесказаного.

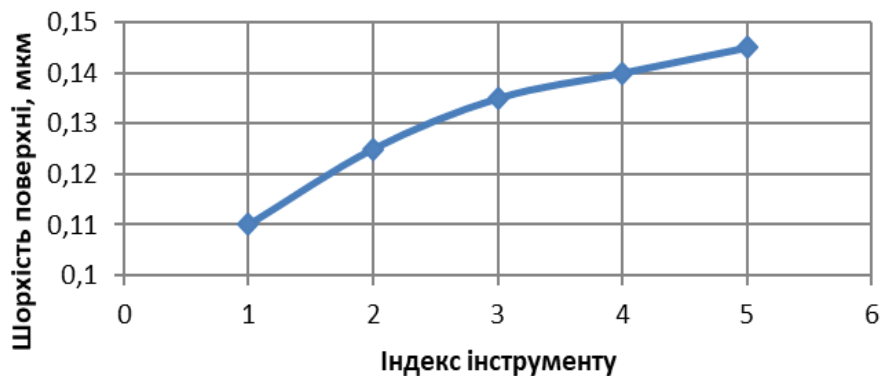


Рис. 3 – Залежність якості поверхні від вживаного абразивного матеріалу (суміші). Під індексом інструменту слід розуміти: 1 – монокорунд; 2 – монокорунд + корунд білий; 3 – монокорунд + 15% АСМ 20/14; 4 – монокорунд + 15% АС 6; 5 – монокорунд + 15%УДА

Як видно з графіку, представленого на рисунку 3, продуктивність росте пропорційно зростанню різальної здатності абразивного інструменту. Під різальною здатністю слід розуміти приведену різальну здатність, тобто відношення різальної здатності абразивного інструменту до одного з параметрів його контакту з оброблюваною поверхнею.

Параметрами контакту є лінійна сила притиску абразивного інструменту. Застосування алмазних технологій значно підвищує можливості оброблювальної галузі. Використання алмазного інструменту – це якісна обробка будь-якої поверхні, що забезпечує високу продуктивність і гарантовану надійність.

Висновки

1. Застосовуючи суміш абразивного інструменту з монокорунду + 15% УДА, можна домогтися підвищення стійкості інструменту більш ніж в 2 рази в порівнянні з алмазними порошками АСМ 20/14, АС 6 і корундом.

2. Окрім стійкості абразивного інструменту суміш монокорунду і 15% УДА збільшує знімання матеріалу, а, отже, і продуктивність віброабразивної обробки в порівнянні з алмазними порошками АСМ 20/14, АС 6 і корундом.

Перелік використаних джерел:

1. Внуков Ю.Н. Прогрессивный обрабатывающий инструмент и методы повышения его качества / Ю.Н. Внуков. – М. : Машиностроение, 2008. – 234 с.
2. Кондратов А.С. Зависимость стойкости резцов от интенсивности вибраций / А.С. Кондратов, Б.П. Бармин // Станки и инструмент. – 1994. – № 6. – С. 12-15.
3. Мануйленко В.М. Условия эффективного применения высокоскоростной обработки / В.М. Мануйленко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка / ХНТУСГ. – Харків, 2007. – Вип. 61. – С. 279-283.

4. Козырев Н.В. Синтез ультрадисперсных алмазов из сплава тротила с полициклическими нитраминами / Н.В. Козырев, С.В. Сысолятин, Г.В. Сакович // Физика горения и взрыва. – 2006. – Т. 42, № 4. – С. 131-134.

References:

1. Vnukov Yu.N. *Progressivnyi obrabatyvaiushchii instrument i metody povysheniia ego kachestva* [Progressive processing tools and methods to improve its quality]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2008. 234 p. (Rus.)
2. Kondratov A., Barmin B.P. Zavisimost' stoikosti reztsov ot intensivnosti vibratsii [Dependence of the durability of incisors on the intensity of vibrations]. *Stanki i instrument – Machines and tools*, 1994, no. 6, pp. 12-15. (Rus.)
3. Manuylenko V.M. Usloviia effektivnogo primeneniia vysokoskorostnoi obrabotki [Conditions for the effective application of high-speed processing]. *Visnik Kharkivs'kogo natsional'nogo tekhnichnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. P. Vasilenka – Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after P. Vasylenko*, 2007, vol. 61, pp. 279-283. (Rus.)
4. Kozyrev N.V., Sysoyatin S.V., Sakovich G.V. Sintez ul'tradispersnykhalmazov iz splava trotila s politsiklicheskiminitraminami [Synthesis of ultradisperse diamonds from the TNT alloy with polycyclic indamines]. *Fizika gorenii i vzryva – Combustion, Explosion and Shock Waves*, 2006, vol. 42, no. 4, pp. 131-134. (Rus.)

Рецензент: С.С. Самогутін
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 12.01.2020

УДК 621.923

doi: 10.31498/2225-6733.40.2020.216177

© Лещенко О.І.*

**ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ ВЕЛИЧИНИ ДЕФОРМАЦІЇ ВІД
КОНТАКТНИХ ТИСКІВ У З'ЄДНАННЯХ З ПРЕСОВОЮ ПОСАДКОЮ**

Основною причиною, яка стримує впровадження в механоскладальне виробництво методів зборки з використанням пластичної деформації, є складність призначення оптимальних технологічних параметрів, що забезпечують необхідну якість з'єднання. Стаття присвячена вирішенню проблеми збереження в полі допуску після пресової операції відхилень розмірів, форми і взаємного положення поверхонь з'єднань з натягом типу «втулка-корпус». Представлені результати досліджень деформації отвору втулки від контактного тиску у вузлі при посадці з натягом. Відомі рішення задачі Ляме доповнені залежностями, які враховують нерівномірність розподілу тиску вздовж осі з'єднання, похибку геометрії форми поверхонь контакту і зниження натягу від змінання мікронерівностей. Результати аналітичного моделювання деформації зборки з натягом і моделювання методом кінцевих елементів (МКЕ) характеризуються функціональною ідентичністю, що робить перспективним подальші експериментальні дослідження цієї проблеми з метою отримання коригувальних коефіцієнтів для програмних додатків САЕ-систем. Актуальність поставленої проблеми в тому, що виправлення похибок втулки в корпусі внаслідок деформації від зусиль пресування, як правило, процес з точки зору базування вузла технологічно скрутний і економічно затратний.

Ключові слова: пластична деформація, з'єднання з натягом, розрахунковий натяг, шорсткість, контактний тиск, похибка форми, кінцево-елементна модель.

* канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, aleshenko1954@gmail.com