

П.П. МЕЛЬНИЧУК, д-р техн. наук, **В.Ю. ЛОЄВ**, канд. техн. наук,
О.В. ГОЛОВАТЕНКО, Житомир, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ ЗАКРІПЛЕННЯ РІЖУЧИХ ПЛАСТИН З НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ

В статті розглянуті існуючі різноманітні конструкції вузлів закріплення багатограних і круглих пластин з НТМ і твердих сплавів механічним способом і запропонована нова конструкція і технологія забезпечення надійного кріплення, особливо для високообертового інструменту.

В статье рассмотрены существующие разнообразные конструкции узлов закрепления многогранных и круглых пластин из СТМ и твердых сплавов механическим способом и предложена новая конструкция и технология обеспечения надежного крепления, особенно для высокооборотистого инструмента.

The article deals with a variety of existing constructions of mechanical fastening units of the many-sided and round plates made of superhard materials and hard alloys. The new design and technology of provision the reliable fastening are also proposed, which are especially favorable for fast rotating tool.

Вступ

Закріплення пластин з полікристалічного кубічного нітриду бору через ряд властивостей матеріалу (хімічна стійкість, незмочуваність розплавами металів, висока твердість тощо) викликає необхідність застосовувати наступні способи:

- гаряче пресування в суміші порошків кольорових металів;
- заливка розплавленим металом;
- завальцовка і зачеканка в сталеві втулки.

Ці способи базуються на тому, що метал і залишкові пружні зусилля через сили тертя утримують пластини.

Крім того, розрізняють способи вакуумної пайки на основі адгезійноактивних припоїв (використання молекулярної взаємодії).

За інформацією д.т.н., проф. Клименка С.А. при цих способах не вдається уникнути браку, який може складати до 30%.

Другим суттєвим недоліком таких способів закріплення є можливість повторного використання інструменту (в результаті зношування) тільки після перезаточування, кількість якого обмежена малими розмірами пластинок.

Експериментами і дослідженнями в роботі [1] було доведено, що найбільш перспективним способом закріплення шліфованих пластинок з НТМ є механічний.

Різними науково-дослідними організаціями і конструкторами заводів-виготвачів інструменту розроблено велику кількість різноманітних конструкцій механізмів закріплення, дослідження яких здійснено в Університеті дружи народів ім. П. Лумумби [2]. На розробленій установці для виміру контактних деформацій стику «полікристал з композиту 01 – гніздо вставки» були проведені порівняльні дослідження наступних конструкцій (рис. 1):

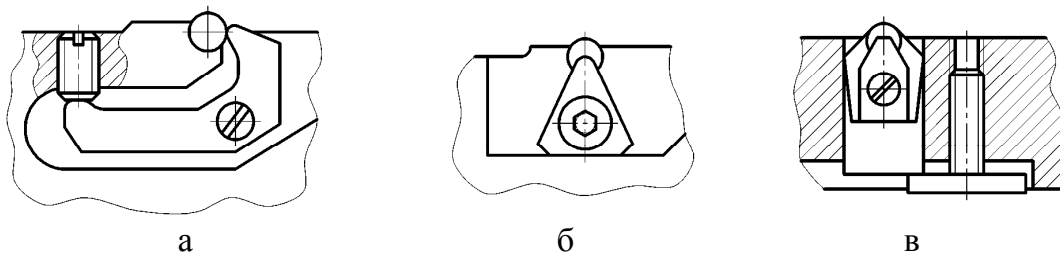


Рисунок 1 – Вузли закріплення полікристалу з композиту 01 в гнізді вставки:
 а – коливальним важелем; б – прихватом зверху;
 в – прихватом зверху у проміжній вставці

Стенд надав можливість отримати амплітудно-частотні характеристики вузлів закріплення при частоті збуджуючої сили $f = 1 \dots 35$ кГц, статичному навантаженні 1 Н.

Найкращі результати з точки зору найменших пікових амплітуд віброприскорень отримані для варіанту з коливальним важелем (рис. 1, а).

В роботі [3] з посиланням на стандарти (ГОСТ 26611-85, ГОСТ 26612-85) наведена наступна конструкція вузла закріплення пластини, яка базується на бокові поверхні глухого гнізда тримача і притискається до опорної поверхні у вигляді закріпленої твердосплавної пластини (рис. 2).

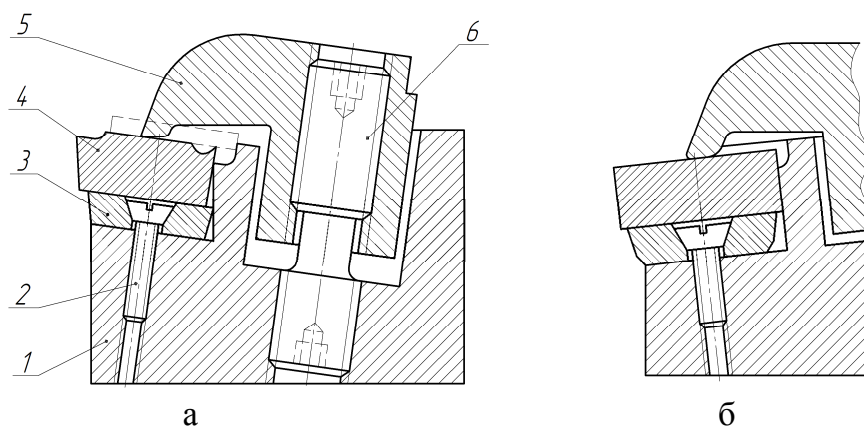


Рисунок 2 – Вузли закріплення пластин, що мають задній кут (а) і тих, що не мають задніх кутів (б)

До корпусу 1 тримача гвинтом 2 закріплена пластина (підкладка) 3, на яку змонтована ріжуча пластина 4 з НТМ і закріплена прихватом 5 за допомогою спеціального гвинта 6, який має дві різні різні кроками (диференціальний гвинт).

В Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля розроблена інша конструкція вузла закріплення пластини [4], наведена на рис 3.

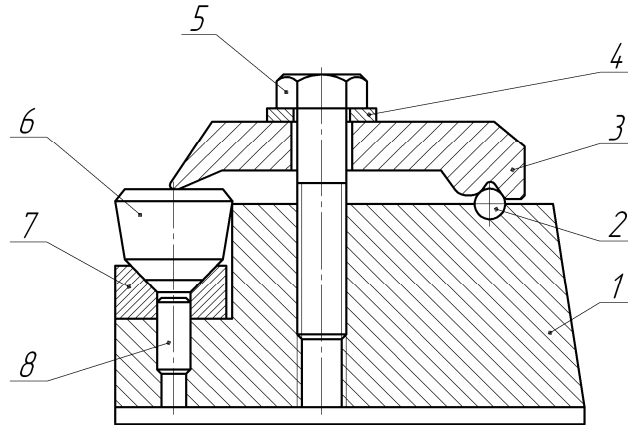


Рисунок 3 – Вузол закріплення пластини з НТМ: 1 – тримач; 2 – кулька; 3 – прихват; 4 – шайба; 5 – болт; 6 – ріжуча пластина; 7 – підкладка; 8 – штифт

Самовстановленню прихвата 5 при затисканні ріжучої пластини сприяє опора, роль якої грає кулька 2.

В роботі [5] наведено ще декілька способів механічного закріплення пластин з НТМ в різцях (вставках) і в корпусах торцевих фрез з використанням прихватів (рис. 4).

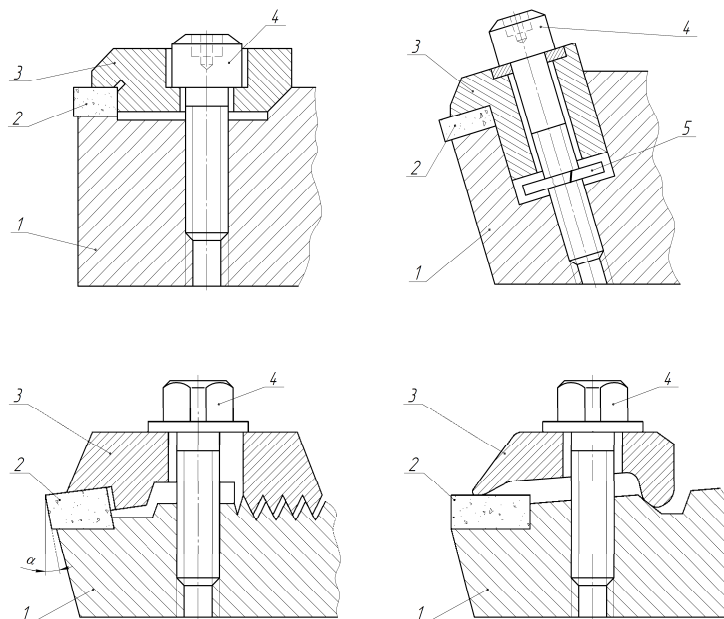


Рисунок 4 – Різноманітні варіанти затискання ріжучої пластинки при хватами: 1 – корпус; 2 – ріжуча пластина; 3 – прихват; 4 – гвинт; 5 – шайба пружна

Ще один спосіб механічного закріплення пластин наведено в роботі [4].

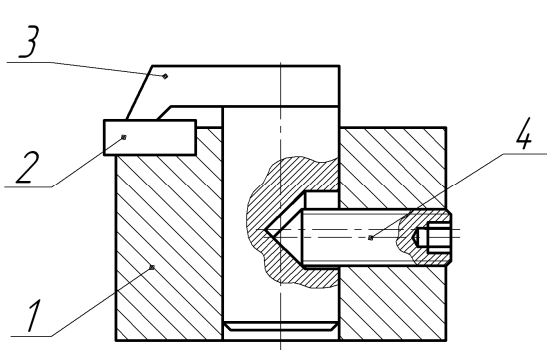


Рисунок 5 – Закріплення прихватом за допомогою гвинта:
1 – корпус; 2 – ріжуча пластина; 3 – прихват; 4 – гвинт

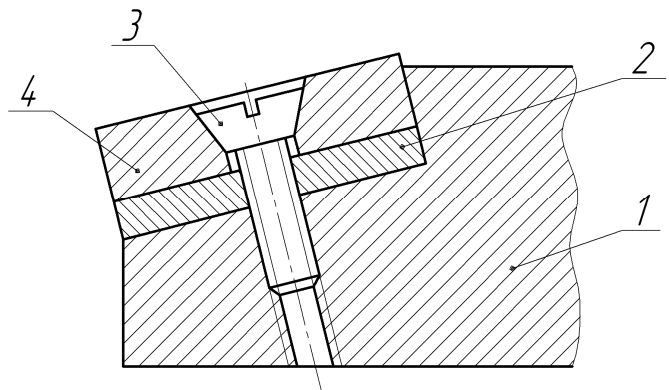


Рисунок 6 – Закріплення пластини гвинтом: 1 – корпус; 2 – опорна пластина;
3 – гвинт;
4 – ріжуча пластина

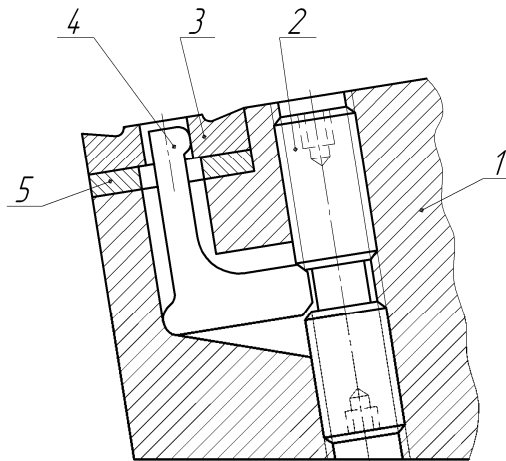


Рисунок 7 – Закріплення пластини через центральний отвір важелем:
1 – корпус; 2 – гвинт; 3 – ріжуча пластина; 4 – важіль; 5 – опорна пластина

Згідно зі стандартом ISO5608 передбачені різноманітні способи закріплення ріжучих пластин з НТМ, а саме:

- закріплення пластин прихватом зверху (спосіб С);
- закріплення пластин через центральний отвір (спосіб Р);
- закріплення через отвір і прихватом (спосіб М);
- закріплення центральним гвинтом (спосіб S);
- закріплення пластин без отворів за бокові поверхні (спосіб D);
- закріплення пластин нерознімним методом (спосіб В).

Найбільшого розповсюдження набули способи С, Р і В.

Вітчизняними інструментальними підприємствами інструмент з механічним закріпленням ріжучих пластин (різці, фрези) практично не виготовляються, тобто використовується виключно спосіб В.

На наш погляд, це викликано в першу чергу необхідними занадто високими вимогами до точності виготовлення всіх без виключення деталей інструменту, а саме корпусу з ложементом під установлювання і закріплення ріжучих пластин з забезпеченням їх точного базування і надійного довготривалого утримання.

Взаємне точне розташування ріжучих елементів у багатолезовому інструменті має визначальний вплив не тільки на працездатність конструкції, але й на точносні параметри і якість оброблених поверхонь. Мова йде про мікронні відхилення розмірів і відповідну якість поверхонь (шорсткість, залишкові напруження тощо), що можливо забезпечити обробкою виключно на високоточному обладнанні з застосуванням сучасних технологічних процесів.

Певний досвід у виготовленні торцевих фрез з механічним закріпленням пластин з НТМ у 80-х роках минулого століття був на Сестрорецькому інструментальному заводі ім. С.І. Воскова і заводі «Фрезер» ім. М.І. Калиніна у Москві.

В світі лідерами у виготовленні інструментів з механічним закріпленням формоутворюючих елементів є велика кількість фірм, таких як Mitsubishi, Kennametal, Sandvik Coromant, Seco, Prament Tools.

Постановка проблеми

Крім точносних проблем, про які вже йшлося, суттєва складність виникає в забезпеченні надійності і безпечності роботи, особливо при швидкісному і надшвидкісному різанні фрезами різноманітних конструкцій.

При використанні існуючих конструкцій механізмів затискання пластин в інструментах для токарної обробки після певного часу експлуатації в результаті вібрацій і релаксаційних процесів відбувається ослаблення затягнутих стиків, але це не впливає суттєво на безпечність процесу через відносну нерухомість різців. Зовсім інші обставини виникають в разі швидко обертового інструменту, коли кожна відокремлена від інструменту частинка може мати швидкість кулі.

Небезпечними є не тільки самі пластинки з НТМ вразі застосування способу кріплення Р і D, але й елементи кріплення (прихвати тощо) при застосуванні способів кріплення С і М.

Всі способи закріплення пластинок, крім не рознімного В, налічують різьові з'єднання, що знаходяться під навантаженням зусилля затиску і змінних переривчасто діючих сил різання при фрезеруванні.

Саме цій проблемі присвячені подальші пошуки нових конструктивних рішень.

Викладення основного матеріалу

Перевагою механічних способів закріплення пластинок з НТМ є, перш за все, можливість використання декількох ріжучих кромки, а для круглих практично всю її колову довжину.

На кафедрі технології машинобудування і конструювання технічних систем ЖДТУ розроблена нова конструкція механізму затискання круглих пластинок з НТМ.

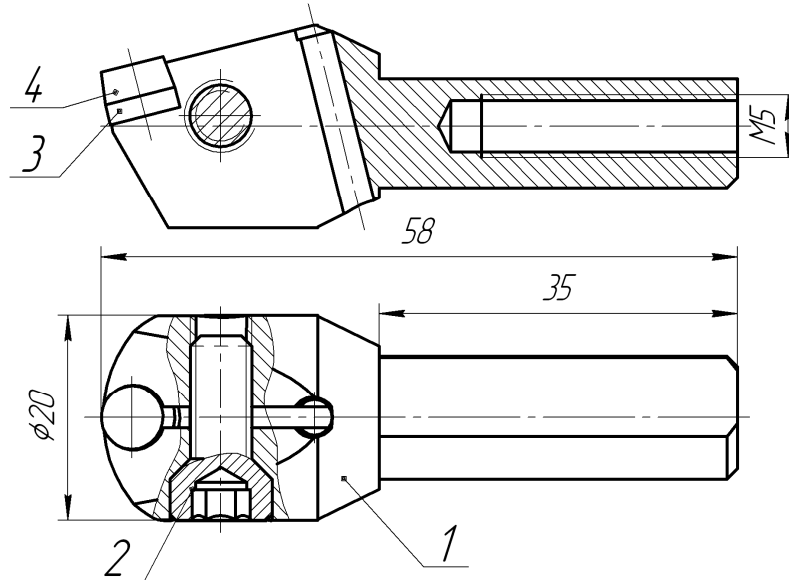


Рисунок 8 – Новий вузол закріплення круглої пластинки з НТМ:
1 – корпус; 2 – гвинт; 3 – підкладка; 4 – ріжуча пластина

Особливістю конструкції є застосування матеріалу з відповідною термообробкою і високо пружними характеристиками для виготовлення корпусу 1. При цьому використовується спосіб закріплення D.

Другою особливістю є те, що запроваджена пластинка кругла конічна.

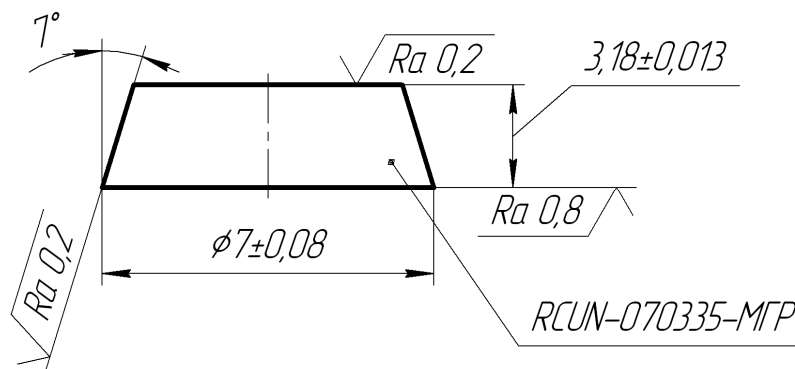


Рисунок 9 – Пластина з полікристалічного надтвердого матеріалу на основі кубічного нітриду бора

Передбачений в пластині задній кут $\alpha = 7^\circ$ використано не за призначенням. Задній кут утворюється за рахунок нахилу передньої поверхні (при $\gamma = -14^\circ$) – зворотної сторони пластини. Під пластиною з НТМ передбачена циліндрична підкладка 2 з ВК8.

Утримання ріжучої пластини з одночасним притисканням її до опорної підкладки здійснюється за рахунок пружності пелюстків 3 і 4, а також зусилля стискання гвинтом 5.

Навіть при ослабленій затяжці гвинта 5 не відбувається руйнування ріжучого елемента і виникнення небезпечної ситуації.

Схема, розрахунок діючих сил та деяких конструктивних розмірів наведені на рис. 10.

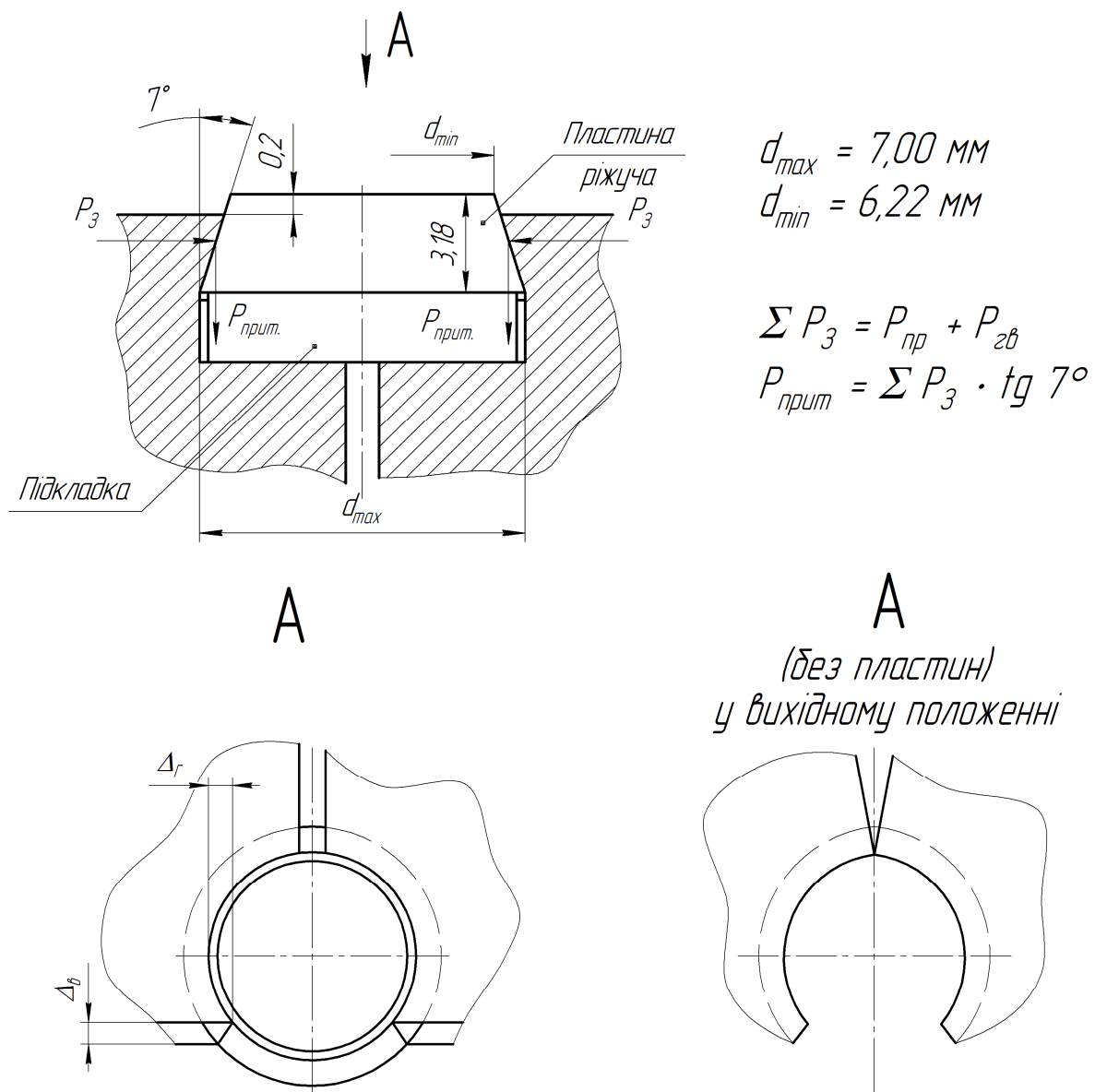


Рисунок 10 – Схема діючих сил на ріжучий елемент при закріпленні.
Запобіжні конструктивні параметри.

Де $R_{пр}$ – пружне зусилля деформації пелюстків при монтажі пластинки; $R_{гв}$ – зусилля стискання пелюстків гвинтом; $R_{прит}$ – зусилля притискання пластинки до корпусу через прокладку.

Висновки

Наявність різноманітних конструктивних розробок в механічному закріпленні ріжучих пластинок з НТМ не є вичерпною. Існує нагальна потреба в оптимізації конструктивних рішень з метою забезпечення максимальної надійності, безпечності і економічної ефективності інструменту з НТМ.

Розроблена конструкція є певним кроком в цьому напрямку.

Крім безпечності конструкції отримана перевага також в тому, що відпадає необхідність у прихватах і прижимах, які погіршують сходження стружки.

Передбачається проведення всебічних досліджень як за методикою, наведеною в роботі [2], так і при екстремальних умовах.

Авторами розроблена технологія виготовлення, термообробки, складання та інструментального забезпечення ефективного виробництва розробленого способу закріплення.

Список літератури: 1. *Музыкант Я. А.* Зависимость работоспособности и конструкции инструмента от способа закрепления заготовки композита / Я. А. Музыкант // СТИН. – 1978. – № 3. – С. 22-24. 2. *Кочеровский Е. В.* Исследования узлов крепления режущих элементов из композита в расточной головке / Е. В. Кочеровский // СТИН. – 1998. – № 6. – С. 12-13. 3. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение: [справочник] / В. Л. Жедь, Г. В. Боровский, Я. А. Музыкант, Г. М. Ипполитов. – М. : Машиностроение, 1987. – 320 с. 4. Інструмент з надтвердих матеріалів / під ред. М. В. Новикова. – Київ : ІНМ НАНУ, 2001. – 528 с.