

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗАТОЧУВАННЯ ЛЕЗОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Показано, що найбільш проблемними в обробці як і раніше є лезові інструменти з надтвердих матеріалів. Останнім часом з'явилися інструментальні матеріали з наноструктурою обробка яких вимагає особливого підходу. Запропоновано комплексний підхід до процесу заточки лезових інструментів з цих матеріалів. Розглянуто питання, пов'язані з підвищенням ефективності заточки лезових інструментів в багатомісних пристосуваннях.

Ключові слова: лезові інструменти, надтверді матеріали, заточка лезових інструментів, багатомісні пристосування.

Вступ. Вимоги до якості заточування інструментів систематично підвищуються, особливо у зв'язку з розвитком автоматизованого виробництва. Для верстатів з програмним керуванням, багатоопераційних верстатів, багатопозиційних верстатів-автоматів і автоматичних ліній на яких обробка проводиться одночасно великою кількістю інструментів, потрібно забезпечити їх взаємозамінність, високу стійкість і стабільність якості, що в кінцевому підсумку обумовлює отримання у оброблюваних деталях високої точності, мінімальних похибок геометричної форми, зниження шорсткості поверхні і зменшення руйнувань поверхневого шару [1], [2]. В цьому сенсі треба окремо зазначити особливі труднощі, які виникають у разі заточування лезових інструментів з надтвердих матеріалів (алмаз та щільні модифікації нітриду бора), а також інструментальних матеріалів з нано- та субмікроструктурною структурою, наприклад, наноструктурного твердого сплаву марки «ВолКар» [3]. У першому випадку при обробці надтвердих матеріалів продуктивність процесу заточки дуже низька, а інтенсивність лінійного зносу алмазних кругів дуже велика, (питомі витрати алмазів круга досягають 15 карат на карат інструмента [4]). У другому випадку це пов'язане з тим, що нано- та субмікроструктурні метали відрізняються істотною нестабільністю зеренної структури. При нагріві металу відбуваються складні структурні зміни, пов'язані з розвитком процесів повернення, рекристалізації, як наслідок, зріст зерна і втрата унікальних фізико-механічних властивостей [5]. Тому завдання якісної обробки таких матеріалів є актуальним.

Мета роботи. Метою представленої роботи є підвищення ефективності процесу заточування лезових інструментів у багатомісних пристосуваннях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У теперішній час інструменти з твердих сплавів, ріжучої кераміки та надтвердих матеріалів традиційно заточуються алмазними кругами на органічних самозаточувальних зв'язках [4]. В останньому випадку це, як правило, різцеві вставки, які обробляються в багатомісних пристосуваннях [6] на плоскошліфувальних верстатах периферійними алмазними кругами. Як звісно, лінійний характер контакту в зоні різання зумовлює високі питомі силові та температурні навантаження, що часто призводить до браку виробів. Особливо чутливими до цих факторів є матеріали з нано- та субмікроструктурною структурою. Тому в даному випадку більш ефективним вважається застосування процесу шліфування торцем круга на верстатах з вертикальним розташуванням шпинделю [7]. Ця схема обробки дозволяє найбільш просто реалізувати ідею низькотемпературного шліфування за рахунок використання ряду підходів серед

яких в першу чергу слід назвати обробку у суцільному шарі технологічної рідини [8], а також використання попереднього нахилу осі обертання шпинделю [9].

Відомі багатомісні пристосування для заточування інструментів як правило не дозволяють проводити весь цикл заточування (листка, передня і задні поверхні та фаска). Тому ці поверхні заточуються (шліфуються) з застосуванням різних пристосувань.

Так, наприклад, на рисунку 1 наведено відоме багатомісне касетне пристосування (рис. 1 а- вид з боку; рис. 1 б- вид зверху; рис. 1 в- поперечний розріз) для обробки головного і допоміжного кутів у плані, головного і допоміжного задніх кутів і фаски при вершині різця [6].

Воно складається із збірного корпусу, в пазу якого розміщені з можливістю подовжнього переміщення вкладиші і пристрій для їх переміщення, корпус пристосування виконаний у вигляді призми з трьома базовими площинами, крайні з яких утворюють кут, рівний головному куту в плані, а середня паралельна дну паза корпусу, при цьому вкладиші виконані з декількома базовими поверхнями, одна з яких плоска, а інша призматична, причому базові поверхні вкладишів нахилені до дна паза під кутом, рівним задньому куту [6].

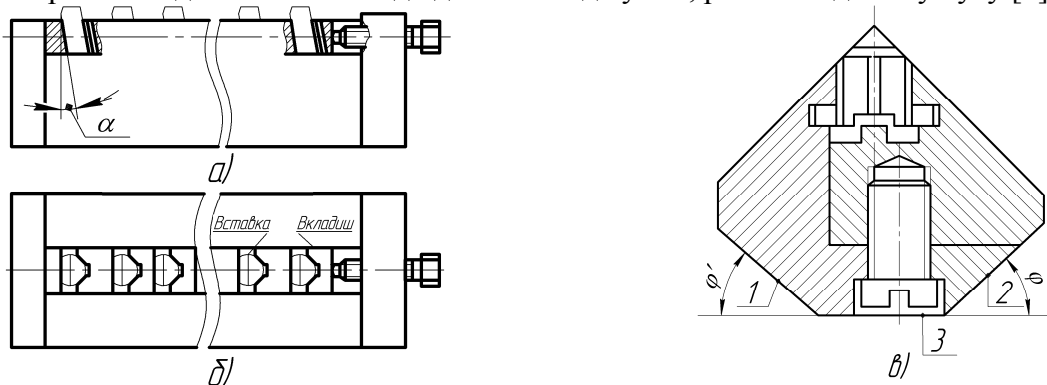


Рис. 1. Багатомісне касетне пристосування [6]

Суттєвим недоліком пристрою є те, що він дозволяє заточувати задні поверхні різцевих вставок тільки з певною геометрією і не призначений для обробки передніх поверхонь, що знижує його технологічні можливості.

Більш досконалою є конструкція багатомісного касетного пристосування (рис. 2 [10]) для обробки головного і допоміжного кутів у плані, головного і допоміжного задніх кутів і фаски при вершині різця яке містить збірний корпус з базовими площинами, призначеними для почергового базування, і вкладиші, розміщені у центральному поздовжньому пазу корпусу з можливістю переміщення.

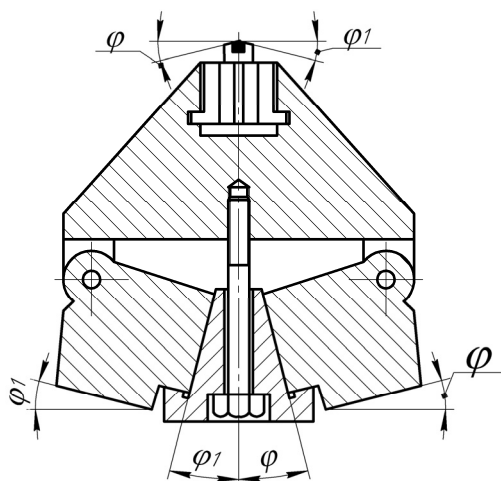


Рис. 2. Регульоване багатомісне касетне пристосування [10]

Збірний корпус виконаний у вигляді двох напівпризм, встановлених з можливістю повороту щодо частини корпусу, несучої вкладиші, і мають клинові поверхні, призначені для взаємодії з введеним в пристосування клином, при цьому дві базові поверхні розташовані на напівпризмах, а третя - на клині. Таке пристосування дозволяє формоутворювати різні кути в плані за рахунок зміни клину, але також не призначене для обробки передньої поверхні інструменту.

Основні матеріали досліджень. Вирішувати цю задачу потрібно з використанням комплексного підходу. Він полягає в наступному. 1. В застосуванні алмазних кругів (особливо на зносостійких металевих зв'язках в комбінованих процесах шліфування). 2. В використанні низькотемпературних процесів шліфування. 3. В застосуванні більш досконалих багатомісних пристосовань та ін. Це дозволяє забезпечити підвищення стійкості інструменту, збільшення продуктивності і зниження собівартості заточки, а також досягти досить високої розмірної точності лезових інструментів (особливо вставок з надтвердих матеріалів в межах одного завантаження багатомісного пристосування).

Для практичної реалізації зазначеного комплексного підходу нами було запропоноване наступне. 1. У процесі шліфування ріжучий рельєф алмазного круга на металевій зв'язці підтримується в розвинутому стані за рахунок дозованого електрохімічного видалення зв'язки. Крім цього при обробці крихких матеріалів доцільно вводити в зону шліфування механічні коливання (особливо на чорнових стадіях обробки). Це сприяє активізації процесу самозаточування алмазних зерен круга і дозволяє суттєво підвищити продуктивність обробки і таким чином вирішити проблему заточки лезових інструментів з надтвердих матеріалів. 2. Для надійного охолодження зони обробки треба використовувати спеціальні ванни заповнені технологічною рідиною. Таким чином робоча поверхня круга і оброблювальні деталі знаходяться в процесі обробки у суцільному шарі технологічної рідини, а остання додатково подається ще й у внутрішню порожнину круга, що сприяє покращенню умов заповнення зони різання технологічною рідиною. Цей підхід з одного боку зводить до мінімуму негативний вплив на робочу частину лезових інструментів температурного фактора, а з другого гарантовано виключає можливість появи бракованих виробів, наприклад, у випадку непередбаченого припинення подачі технологічної рідини у внутрішню порожнину круга. 3. Запропонована конструкція багатомісного касетного пристосування. Її застосування дозволяє вести обробку всіх поверхонь інструментів (листка, передня, задні поверхні та фаска). Виняток складає радіус при вершині різця.

Для практичної реалізації першого і другого підходів нами була запропонована конструкція плоскошліфувального верстата з вертикальним розташуванням шпинделя стосовно використання торцевих кругів [8]. Вона розроблена з урахуванням існуючих напрацювань, а саме запропонованих способів шліфування і правки, а також пристроїв для їх здійснення.

Для практичної реалізації третього підходу нами була запропонована конструкція універсального багатомісного пристосування касетного типу. Це пристосування дозволяє поетапно шліфувати лиски, фаски, а також передні і задні поверхні на вставках [11].

Як відомо, універсальні пристосування є більш складними, а, отже, і дорогими. В той же час, коли мова йде про виготовлення значної кількості лезових інструментів, вони не тільки достатньо швидко окупаються, але й забезпечують отримання прибутку.

За основу цього пристосування були взяті конструкції, які були розглянуті вище (див. рис. 1, 2).

Відмінною ознакою цього пристосування (рис. 3) є те, що поздовжній паз виконаний зі зміщенням в одну з бічних сторін верхньої частини корпусу, у другій частині якого виконані наскрізні отвори, осі яких перпендикулярні до поздовжньої осі паза, причому верхня частина отворів зрізана таким чином, щоб довжина хорди, яка утворена в результаті перетину верхньої площини корпусу з кожним отвором знаходилася в межах:

$$d \cdot \sin(90 - \arcsin((2h-d-2h')/d)) \leq L_x \leq d - 0,2, \quad (1)$$

де L_x - довжина хорди, мм; d - діаметр отвору, що підлягає заточуванню, мм; h - висота вставки, мм; h' - гарантована висота вильоту вставки, рівна 0,1-0,2 мм.

Завдяки наявності системи отворів для установки різцевих вставок (при цьому діаметр отвору дорівнює діаметру вставки) створена можливість реалізації повного циклу заточування з використанням одного багатомісного касетного пристосування, що істотно розширює його технологічні можливості.

Пристосування (рис. 3) містить дві напівпризми 1, 2, встановлені на осях 3, 4 з можливістю повороту щодо корпусу 5, у верхній частині якого виконаний поздовжній паз 6, зміщений в одну із сторін (в даному випадку вліво).

При цьому верхня площина корпусу ділиться приблизно навпіл. Цей паз служить для закріплення різцевих вставок 7 при заточуванні їх задніх поверхонь. Кожна з напівпризм 1, 2 поєднана з відповідними поверхнями змінного клина 8, завдяки чому вони отримують нахил до горизонтальної площини під передніми кутами вставок « $-\gamma$ » (установка на площину А) або « $+\gamma$ » (установка на площину В) відповідної величини.

При установці пристосування на торцеву поверхню клина 8 (установка на площину С) передній кут γ дорівнює нулю.

На протилежній від паза стороні верхньої частини корпусу виконана система отворів для розміщення різцевих вставок 7 при шліфуванні лисок і заточуванні їх передніх поверхонь. Для силового замикання конструкції використовується болт 9.

Схема розміщення різцевих вставок в отворах показана на рисунку 4.

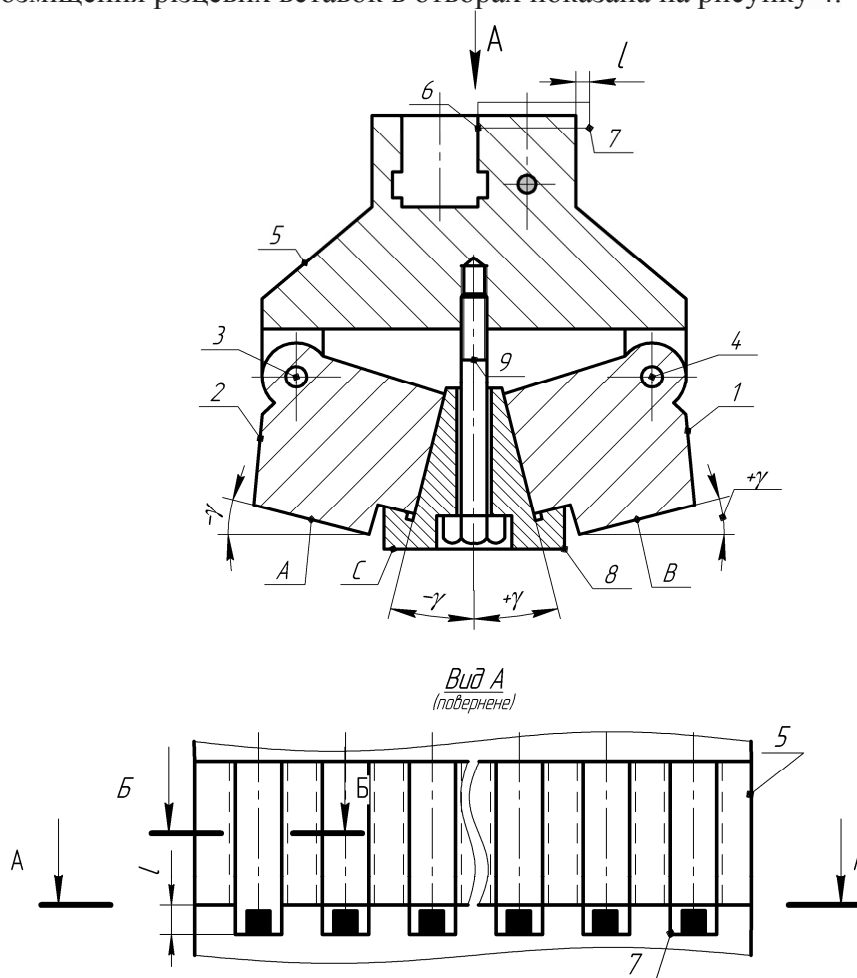


Рис. 3. Універсальне багатомісне касетне пристосування [11]

Осі цих отворів виконані перпендикулярно поздовжньої осі паза. Вставки зміщені в осьовому напрямку на величину l , приблизно рівну розміру їх головок. Це запобігає пошкодженню корпусу шліфувальним кругом.

Як видно з рисунку 4, верхня частина отворів зрізана. При цьому довжина хорди L_x , яка утворена в результаті перетину верхньої площини корпусу з кожним отвором повинна перебувати в певних межах (див. нерівність (1)). Це з одного боку створює можливість отримання необхідної висоти вставок h при шліфуванні лисок, а з іншого - виключає можливість вільного випадання вставок. Додаткова (гарантована) величина виступу вставок h' служить для захисту корпусу від можливого пошкодження шліфувальним кругом ($h' = 0,1 - 0,2$ мм).

Таким чином, зрізана верхня частина отворів дозволяє забезпечити повний доступ шліфувального круга для формоутворення лисок і передніх поверхонь лезових інструментів. У зв'язку з цим затискні елементи були розташовані знизу (рис. 5). В даному випадку процес затискання проводиться плунжерами 10 за допомогою, наприклад, гідропласту. Заглушки 11 служать для створення умови герметичності системи затиску.

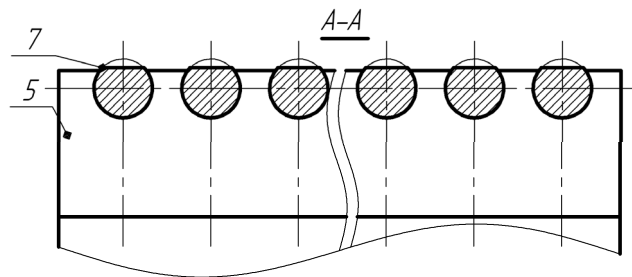


Рис. 4. Схема розташування вставок в отворах [11]

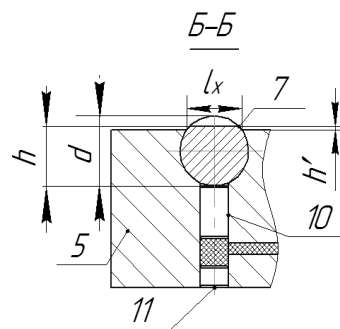


Рис. 5. Схема кріплення вставок в отворах [11]

Слід зазначити, що у разі шліфування задніх поверхонь та фаски, пристосування використовується аналогічно конструкції, показаної на рисунку 2.

Приклад використання пристосування наведемо стосовно заточування різцевих вставок $\varnothing 10$, оснащених, наприклад, надтвердим матеріалом ельбор - Р (на рисунку 3 надтвердий матеріал показаний чорною заливкою), алмазним торцевим кругом. Вставки по діаметру повинні бути точними (ІТ6-ІТ7), що достатньо просто реалізувати за допомогою безцентрово-шліфувальних верстатів. Висота вставок за кресленням $h = 7,5$ мм. Гарантований розмір h' був прийнятий рівним 0,2 мм. Довжину хорд отворів в касеті розраховували за запропонованою вище формулою:

$$L_x = 10 \cdot \sin(90^\circ - \arcsin((2 \cdot 7,5 - 10 - 2 \cdot 0,2) / 10)) \approx 8,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо $L_x = 8,9$ мм.

Робимо перевірку: $L_x = d - 0,2 = 10 - 0,2 = 9,8$ мм. Оскільки $8,9 < 9,8$, умова не перебільшення довжини хорди витримується.

Практикою використання пристосування встановлено, що по-перше розрахована за запропонованою формулою (1) довжина хорди дозволяє при надійному закріпленні забезпечувати обробку лиски та передньої поверхні з заданими розмірами, а по-друге застосування запропонованого пристосування дозволяє зменшити собівартість заточування різце-

вих вставок приблизно на 6% за рахунок можливості виконання повного циклу їх обробки на одному пристосуванні.

Висновки та перспективи розвитку. Таким чином, комплексний підхід дозволяє забезпечити вирішення проблеми заточування інструментів з широкої гами інструментальних (аж включно до надтвердих) матеріалів. У подальшому значний інтерес представляють дослідження по виявленню особливостей заточування інструментів з матеріалів, які мають з субмікро- і наноструктуру.

Література

1. Захаренко И.П. Приспособления для алмазной заточки режущего инструмента / И.П. Захаренко, А.А. Шепелев, Я.А. Кункин, В.С. Мендельсон. -К.:Техника, 1977. -108 с.
2. Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки / Н.Ф. Уткин. Л.: Лениздат, 1983. – 175с.
3. Стрельчук Р.М. Особенности комбинированной обработки высокотвердых инструментальных материалов / Р.М. Стрельчук, В.Г. Клименко // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць.-вип. 8.-Харків: НТУ «ХПИ», 2013.-с. 154-161.
4. Семко М.Ф. Алмазное шлифование синтетических сверхтвердых материалов / Семко М.Ф., Грабченко А.И., Ходоревский М.Г. - Харьков: Вища школа, 1980. - 192 с.
5. Пат. 57966 Україна, МПК (2011.01) B23 B 25/00. Спосіб визначення допустимої швидкості різання при механічній обробці субмікро- та нанокристалічних матеріалів / М.В. Везуб, А.А. Симонова, Дж. Каптай, О.К. Севидова. Власник Національний технічний університет «ХПИ». - № 201009836; заявл. 09.08.2010; опубл. 25.03.2011. Бюл. №6.
6. А.с. № 715296 СССР. МПК B24B 3/34. Многоместное кассетное приспособление / Н.А. Кунин, В.И. Иванов, П.И. Смирнов и А.А. Климова. -№ 2599391/25; заявлено 05.04.78; опубл. 15.02.1980, Б.И. № 06.
7. Грабченко А.И. Повышение эффективности заточки режущих инструментов в многоместных приспособлениях / А.И. Грабченко, И.Н. Пыжов, С.А.Култышев // Резание и инструмент.- Харьков, 1990. - Вып.44. – с. 3-4.
8. Пат. 81400 Україна, МПК (2013.01) B24B7/00 B24B21/00. Плоскошлифовальный верстат / Грабченко А.И., Пыжов И.М., Клименко В.Г. Власник Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». - № 2013 01144; заявл. 30.01.2013; опубл. 25.06.2013. Бюл. № 12.
9. Лоскутов В.В. Шлифовальные станки. / В.В. Лоскутов. -М.: Машиностроение. - 1976. – 191 с.
10. А.с. № 1541009 СССР. МПК (2014) B23Q/00, B24B3/34. Приспособление кассетного типа / А.И. Грабченко, И.Н. Пыжов, С.А. Култышев. -№.4361368/31-08; заявлено 11.01.1988; опубл. 08.10.1989, Б.И. № 05.
11. Пат. 91976 Україна, МПК (2014.01) B23 Q 3/00 B24 B 3/00. Багатомісцеве касетне пристосування / Алексєнко Д.М., Пижов І.М., Клименко В.Г. Власник Сумський державний університет. - № 2014 01461; заявл. 14.02.2014; опубл. 25.07.2013. Бюл. № 14.

© В.Г. Клименко, І.М. Пижов

УДК 621.923

В.Г. Клименко, аспирант

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,

И.М. Пыжов, д.т.н., профессор

Харьковской национальный технический университет «ХПИ»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЗАТАЧИВАНИЯ ЛЕЗВИЙНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Показано, что наиболее проблемными в обработке по-прежнему являются лезвийные инструменты из сверхтвердых материалов. В последнее время появились инструментальные материалы с наноструктурой обработка которых требует особого подхо-

да. Предложен комплексный подход к процессу заточки лезвийных инструментов из этих материалов. Рассмотрены вопросы, связанные с повышением эффективности заточки лезвийных инструментов в многоместных приспособлениях.

Ключевые слова: лезвийные инструменты, сверхтвердые материалы, затачивание лезвийных инструментов, многоместные приспособления.

UDC 621.923

V. G. Klimenko, graduate student,
Poltava National Technical Yriy Kondratiuk University,
Y. M. Pyzhov, Doctor of Engineering, professor
National Technical University "KPI"

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF SHARPENING BLADE TOOLS

It is shown that edged tools made of superhard materials are still the most problematic ones when machining. Recently, tool materials with nanostructure have appeared, so their processing requires a special approach. A comprehensive approach to the process of sharpening of edged tools made of these materials is proposed. The problems related to improving the efficiency of sharpening of edged tool in multipart devices are considered.

Keywords: edged tools, superhard materials, blade sharpening tools, multipart devices.