

Если в технологическом процессе нанесения стеклопокрытий предусматривается сушка агрегатов на воздухе, то при нанесении стеклополимерных покрытий после сушки на воздухе окончательное удаление растворителя осуществляется термообработкой при температуре 90 °С. Это связано с тем, что при изготовлении инструмента на основе фенольного связующего в процессе разогревания шихты размягчаются связующее и полимерная пленка на поверхности агрегата. Поскольку их природа одинакова, наблюдается взаимное растворение, а затем при термообработке при температуре 180 °С в течение 20 мин – совместная полимеризация (связующее, обработанное при температуре 180 °С, при повторном нагревании не размягчается).

#### **Выводы**

Эффективность стеклополимерного покрытия подтверждена испытаниями инструмента (шлифовальные круги 12А2-45° 125x5x3x32) из алмазов марки АС6 125/100 на органической связке. В результате испытаний установлено, что в результате обработки алмазных порошков со стеклопокрытием раствором фенольного связующего СФП-012А в ацетоне стойкость кругов повышается в среднем в 1,2 раза.

*Вивчено метод підвищення адгезійної активності склопокривтів. Показано, що цей метод підвищує міцність закріплення агрегатів в інструментах на органічних зв'язках та стійкість кругів в 1,2 рази.*

**Ключові слова:** адгезія, склопокривтя, органічна зв'язка.

*The method of improving of adhesive activity of glass cover was studied. It was been shown that this method increases the aggregate fixing strength in tools on organic binder and durability of wheels 1,2 times more.*

**Key words:** adhesive activity, glass cover, organic binder.

#### **Литература**

1. Шило А.Е. Стеклопокрытия для порошков сверхтвердых материалов. – К.: Наук. думка, 1988. – 208 с.
2. Эксплуатационные свойства стеклопокрытий для порошков сBN / С. А. Кухаренко, В. И. Лавриненко, А. А. Девицкий, Е. А. Барановская // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2010. – Вып. 13. – С. 465–470.
3. Чалый В. Т. Композиты и инструменты из СТМ на полимерных связках с механохимической активацией резания // Сверхтвердые материалы. Получение и применение: Моногр. в 6 т. Т. 3: Композиционные инструментальные материалы / Отв. ред. А. Е. Шило; под общ. ред. Н. В. Новикова. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2005. – С. 82–162.
4. Александров А. И., Жуков В. П., Прокофьев А. И. Механизм образования свободнорадикальных состояний при импульсном воздействии упругих волн на твердые смеси донорно-акцепторных соединений // Изв. РАН. Сер. хим. – 1996. – № 5. – С. 1192–1196.
5. Композиционные материалы из СТМ инструментального назначения / С. А. Кухаренко, А. Е. Шило, Е. К. Бондарев, В. Н. Бычихин // Вісн. НТУ «ХПІ». Темат. вип. «Хімія, хімічна технологія та екологія». – 2004. – № 33. – С. 168–172.

*Поступила 18.04.11*

УДК 621.922.029

**В. І. Лавріненко, І. П. Фесенко**, доктори технічних наук, **А. Г. Лубнін, М. М. Шейко**, канд. техн. наук, **В. М. Ткач**, д-р фіз.-мат. наук, **Д. В. Сухарєв, В. О. Скрябін**

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ*

#### **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРОВАНОСТІ В ГАЛЬВАНІЧНОМУ ЗВ'ЯЗУЮЧОМУ АЛМАЗНОГО ПРАВЛЯЧОГО ІНСТРУМЕНТУ**

*Для правлячого інструменту важливим є визначення технологічних умов отримання впорядкованого зв'язуючого. Для цього нами були досліджені особливості формування такого шару, визначені його властивості та технологічні умови зміни його впорядкованості.*

**Ключові слова:** правлячий інструмент, зв'язка, синтетичні алмази.

У світовій практиці широко застосовують два типи алмазних правлячих інструментів, які різняться технологією використання: які правлять абразивні круги обточуванням та шліфуванням. До перших належать алмазні олівці, голки, алмази в оправці пластини та гребінки, різних форм, розмірів та характеристик, до других правлячі ролики та блоки різного профілю. Деякі види правлячих роликів зображені на рис. 1.

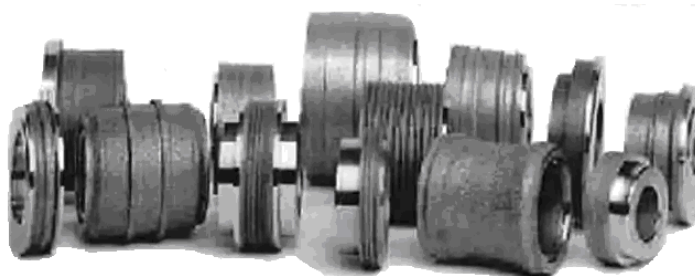


Рис. 1. Загальний вигляд правлячих роликів

Першого типу інструменти через низьку продуктивність правлення фасонного профілю шліфувальних кругів є мало ефективні, особливо при великосерійному та масовому виробництві. Цього недоліку щодо правлення шліфувальних кругів складного профілю позбавлені алмазні ролики – багатокристальний правлячий інструмент з оригінальною комбінацією обертового формотворення та абразивною дією алмазних зерен. При цьому профіль на шліфувальному кругу створюється великою кількістю алмазних ріжучих кромок, які, у свою чергу, створюють по периферії ролика суцільний профіль, різної форми.

Найпоширеніша схема правлення фасонними роликами – врізання при паралельних осях ролика та круга (рис. 2). Алмазні ролики в цьому разі виготовляють з профілем оброблюваної деталі, а шліфувальні верстати оснащують спеціальними правлячими пристроями, з приводом для обертання ролика та механізмом поперечної подачі.

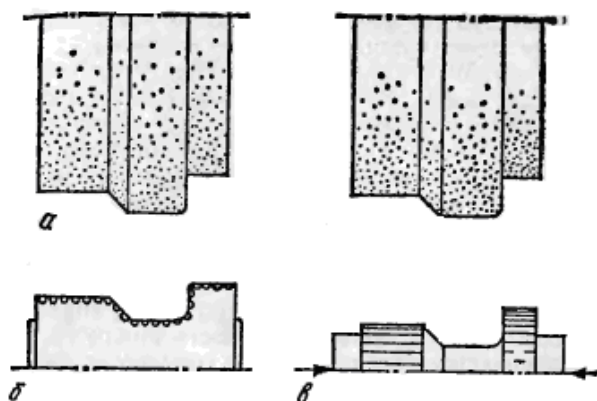


Рис. 2. Схема правлення при паралельному положенні осей круга та ролика: а – шліфувальний круг; б – правлячий ролик; в – оброблена деталь

лtd» метод виготовлення алмазних роликів гальванопластикою, відомий як «мікрокопіформ». Цей метод полягає в закріпленні алмазних зерен за допомогою електроосадження нікелю, і потребує виготовлення металевої форми, від точності якої залежить кінцева точність інструмента [1].

Для правлячого інструменту із програмованим розподілом параметрів різального абразивного шару (одношарової побудови гальванічного робочого шару на нікелевій основі) важливо визначити технологічні умови отримання впорядкованого зв'язуючого, яке повинно утримувати алмазні зерна. Для цього дослідили особливості формування такого шару, визначені його властивості та технологічні умови зміни впорядкованості.

На першому етапі розглядали два варіанти нікелевого гальванічного зв'язуючого із застосуванням двох типів електролітів та формуванням двох видів гальванічного зв'язуючого, що формує робочий шар. На першому зв'язуючому, поверхню (рис. 3) якого умовно назвали „матовою”, за основу взяли сульфаміно-кислий електроліт. У другому зв'язуючому (рис. 4), поверхню якого умовно

Продуктивність правлення шліфувальних кругів роликами при врізному шліфуванні у 3–4 рази вища, порівняно з продуктивністю правки одно кристалним інструментом. Точність правки алмазними роликами, а отже, точність оброблення деталей при врізному шліфуванні становить 1–2 мкм. Стійкість алмазних правлячих роликів в сотні разів перевищує стійкість алмазних інструментів, що працюють методом обточення і становить від сотень до мільйонів деталей [1].

Використання алмазних правлячих роликів (АПР) дало змогу створити високопродуктивні шліфувальні верстати з повним автоматичним циклом правлення.

Широко застосовують розроблений англійською фірмою «Карборундум компані

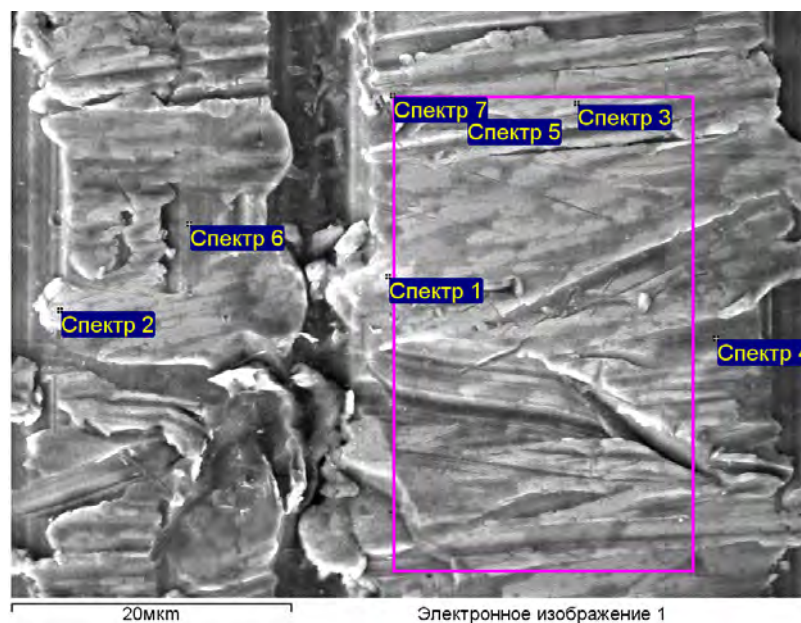
назвали „блискучою”, за основу взяли сірково-кислий електроліт з домішками блискоутворювача. Елементний склад зв’язуючих наведені у табл. 1.

**Таблиця 1. Середній елементний склад гальванічних зв’язуючих**

Зв’язуюче	Масовий вміст елементів у зв’язуючому				
	C	O	Al	Fe	Ni
„матове”	11,18–15,28	1,31–1,61	0,09	0,07–0,21	83,25–86,91
„блискуче”	15,50–29,01	0,46–0,59	0,02	0,02–0,03	70,50–83,85



*Рис. 3. Загальний вигляд поверхні матового гальванічного робочого шару*



*Рис. 4. Загальний вигляд поверхні блискучого гальванічного робочого шару*

За результатами аналізу даних табл. 1 доходимо висновку, що наявна відмінність масового вмісту може спричинити відмінність властивостей таких зв’язуючих.

Зогляду на зазначене на другому етапі вивчали такі важливі властивості, як мікротвердість та теплопровідність.

Теплопровідність зразків матеріалів зв’язуючих за кімнатної температури визначали у відділі № 7 ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України (Фесенко І.П.) нестационарним методом за допомогою при-

строю для вимірювання коефіцієнта теплопровідності високотеплопровідних матеріалів ИТЗ-МХТИ (МХТИ, РФ) [2]. Принцип дії пристрою базується на імпульсному (10–30 с) нагріванні зразка з подальшим охолодженням до початкової температури. При цьому тепловий потік спрямований уздовж зразка від нагрівника до теплоприймача (рис. 5)

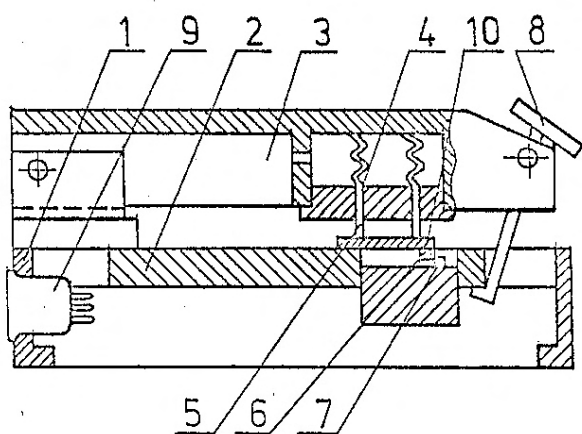


Рис. 5. Будова тепловимірювальної комірки приладу ИТ-3 МХТИ[2]: 1 – корпус; 2 – теплоприймач; 3 – кришка; 4 – основа термопар; 5 – спай термопар; 6 – нагрівник; 7 – підкладка; 8 – заціпка; 9 – з'єднувальне гніздо; 10 – зразок

але висотеплопровідні зв'язуючі, або вдвічі твердіші, але меншою мірою теплопровідні. Підвищена твердість „блискучого” зв'язуючого пояснюється введенням у неї домішок блискоутворювача, а ось таку суттєву (майже в 1,5 рази) відмінність теплопровідності пояснити дещо більшим вмістом вуглецю та відповідно зменшеним вмістом нікелю (див. табл. 1) важче, з огляду на це особливу увагу звернули на впорядкованість структури різних зв'язуючих, оскільки спостерігається певна відмінна структурованість у напрямку протяжності (орієнтації) основної нікелевої фазової складової.

Таблиця 2. Властивості гальванічних зв'язуючих

Зв'язуюче	Мікротвердість, ГПа	Теплопровідність $\lambda$ , Вт/(м·К)
«матове»	1,58–1,69	102–111
«блискуче»	3,56–3,93	72–77

Для оцінювання показників орієнтації та анізотропії робочого шару розробили спеціальне методичне забезпечення досліджень. Стан робочого шару абразивних композитів характеризується певними показниками їх структури, що формується під впливом умов їх отримання. Тому у процесі розроблення таких композитів важливо оцінити цей вплив. Для цього були введені такі основні показники :

- Фур'є аналізу зображень поверхонь перерізу композитів, що характеризують як анізотропію, так і орієнтацію структури;
- вміст дрібних об'єктів на поверхні зрізу композиту, крок структури композиту.

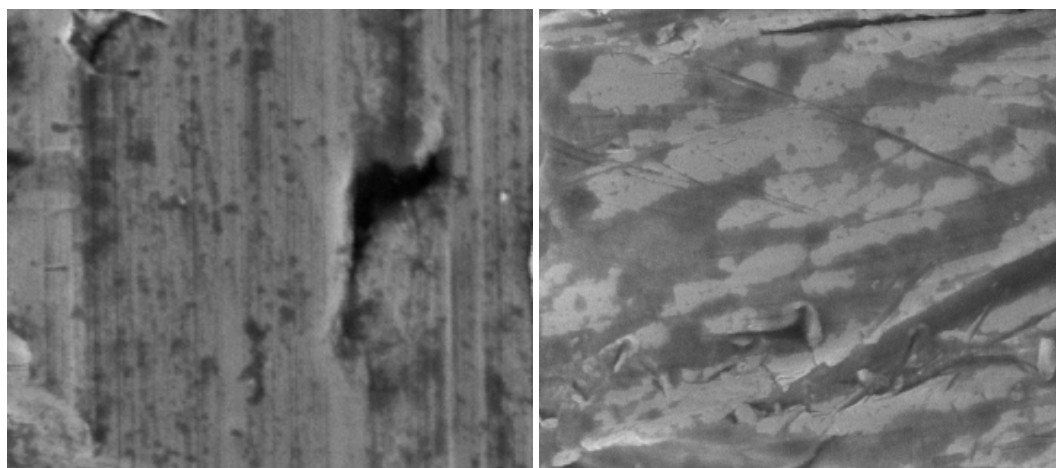
Зазначені показники оцінювали за допомогою аналізу зображень, отриманих методом растрової електронної мікроскопії (РЕМ) із використанням системи аналізу зображень. Як інформаційний інструмент використовували електронний мікроскоп-мікроаналізатор BS-340. У процесі досліджень виготовляли зразки робочого шару з різних гальванічних нікелевих композитів.

Результати порівняння двох методів нанесення гальванічного нікелевого зв'язуючого за оцінюванням показників орієнтації та анізотропії поверхневого шару підтвердили значну відмінність їх структури (рис. 6).

Приклади типового Фур'є спектру, поверхонь шліфів композитів і показники орієнтації та анізотропії „матового” зв'язуючого показані на рис. 7, а на рис. 8 „блискучого”. Як бачимо орієнтація поверхні „матового” зв'язуючого 87°, «блискучого» – 17°. Загалом це означає, що технологічними методами можна впливати на впорядкованість структури в робочому шарі такого абразивного інструменту, як правлячі ролики, або правлячі бруски.

У процесі вимірювань визначали інтеграл за часом від різниці температур за час нагрівання та охолодження зразка до початкової температури, що обернено пропорційний коефіцієнта теплопровідності. Відносна похибка визначення коефіцієнта теплопровідності становить 5 %. Зразки для вимірювання теплопровідності мали форму пластин зі шліфованими плоскопаралельними поверхнями розміром 15×15(20) мм та товщиною 0,8–1,2 мм. Перед кожним вимірюванням та після нього прилад перевіряли на еталонних зразках нікелю ( $91 \pm 6$  Вт/(м·К)) та міді ( $390 \pm 27$  Вт/(м·К)), що входять до комплекту приладу. Результати вимірювань наведені в табл. 2.

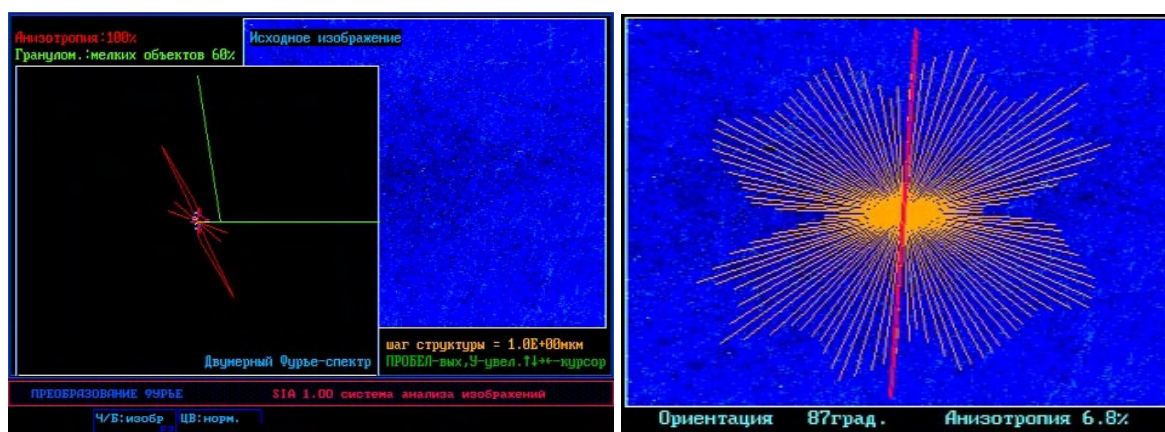
Проаналізувавши дані табл. 1 та 2, доводимо висновку, що матове покриття меншої твердості, проте характеризується підвищеною теплопровідністю, а відтак залежно від умов застосування гальванічних нікелевих зв'язуючих можна застосовувати відносно м'які,



а

б

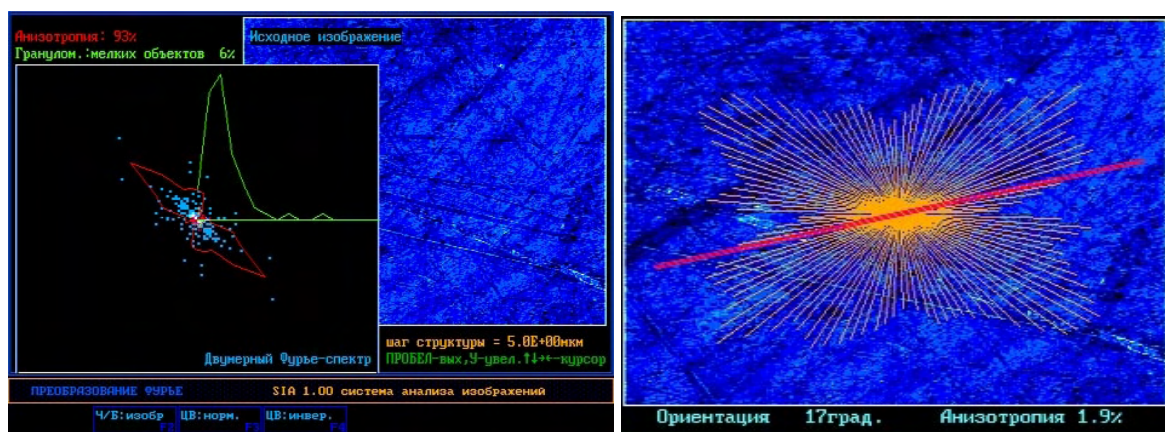
Рис. 6. Примеры изображения разной структурированности у структуры никелевого гальваничного зв'язуючого: а – «матового», б – «блискучого»



а

б

Рис. 7. Типовий Фур'є спектр поверхні «матового» зв'язуючого (а) і його показники анізотропії та орієнтації (б)



а

б

Рис. 8. Типовий Фур'є спектр поверхні «блискучого» зв'язуючого (а) і його показники анізотропії та орієнтації (б)

Для правящего инструмента важным есть определение технологических условий получения упорядоченного связующего. Для этого нами были исследованы особенности формирования этого шара, определены его свойства и технологические условия изменения его упорядоченности.

**Ключевые слова:** правящий инструмент, связка, синтетические алмазы.

*For the Dressing Tools important there is a definition of technological conditions of reception of the ordered binding. For this purpose we had been investigated features of formation of such layer, its properties and technological conditions of change of its orderliness are defined.*

**Key words:** Dressing Tools, bindin, synthetic diamond.

### Література

1. Коломиец В. В., Полупан Б. И. Алмазные правящие ролики при врезном шлифовании деталей машин. – Київ наук. думка, 1983 – 144 с.
2. Азима Ю. И., Беляев Ю. И., Кулаков М. В. Устройство для измерения коэффициента теплопроводности высокотеплопроводных материалов // Приборы и техника эксперимента. – 1985. – № 4. – С. 248 – 249.

*Поступила 17.06.11*

УДК 678.6.8:621.923

**В. І. Лавріненко**, д-р техн. наук, **О. А. Дєвицький**, **С. А. Кухаренко**, канд. техн. наук,  
**О. О. Пасічний**, канд. техн. наук, **Б. В. Ситник**

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОЕРС В ПРОЦЕСАХ ОБРОБКИ КРУГАМИ З НТМ

*В даній роботі було досліджено вплив характеристик та покриттів ріжучих зерен кругів з НТМ, а також режимів шліфування на величину термоЕРС в процесах абразивної обробки.*

**Ключові слова:** алмазно-абразивний інструмент, інструмент з НТМ, абразивна обробка, покриття ріжучих зерен, термоЕРС.

### Вступ

При абразивній обробці можливе виникнення ефекту Зеебека [1], коли, внаслідок підвищення температури та різномірності матеріалу інструменту та оброблюваного матеріалу в зоні контакту інструменту з деталлю та шламом, виникають термоелектрорушійні сили (термоЕРС). Під час шліфування різноманітних груп матеріалів кругами з відмінними характеристиками, значення температури та термоЕРС в зоні обробки – різне. Для кожного поєднання матеріалів інструменту та деталі доцільно визначити оптимальне значення, яке в подальшому можна використати для контролю або діагностики процесу шліфування і додаткового впливу на нього через термоЕРС.

Мета роботи. В даній роботі було поставлено задачу дослідити вплив характеристик та покриттів ріжучих зерен кругів з НТМ, а також режимів шліфування на величину термоЕРС в процесах абразивної обробки.

Теоретична частина. Для вимірювання значення термоЕРС було використано метод природної термопари, особливості якого полягають в тому, що інструмент та ізолювану від маси верстату заготовку включають в замкнутий електричний контур і фіксують значення термоЕРС, яка виникає в зоні обробки.

Запропонований нами спосіб [2] дає змогу фіксації величини термоЕРС при обробці з обертовим рухом інструменту методом природної термопари, використовуючи мультиметр.

Інструмент та ізолювану від маси верстату заготовку включають в замкнутий електричний контур і фіксують значення термоЕРС, яка виникає в зоні обробки. Схему представлено на рис. 1.

Перевагами способу є простота виконання, можливість його використання для видів обробки, в яких інструменту надається обертовий рух, зручність у подальшому використанні для систем автоматичного керування процесом обробки.

Експериментальна частина. Для того, щоб перевірити працездатність даного способу було проведено порівняння значень термоЕРС зафіксованих під час токарної та абразивної обробок. Токарна обробка здійснювалась на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1К62. В якості оброблюваних матеріалів використовувались деталі зі сталі 45, алюмінієвого сплаву АК6, латунієвого сплаву ЛБ3 та міді, обробка проводилась прохідним різцем з пластиною твердого сплаву ВК8. Для фіксації термоЕРС було використано загальновідомий метод природної термопари, який описаний зокрема в [3].