

**М.В. Новіков, В.І. Лавріненко,  
М.М. Шейко, В.О. Скрябін, А.П. Максименко, В.М. Скок**

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

## **ВІДПРАЦЮВАННЯ НАУКОМІСТКОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНО-ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ З ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ПРЕЦИЗІЙНОГО АЛМАЗНОГО ПРАВЛЯЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПОТРЕБ МАШИНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ ТА ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ**



*Описані проведені в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України розробки по виготовленню високоефективного прецизійного алмазного інструменту спеціального призначення. Ці розробки відкривають наукові та технологічні можливості виготовлення спеціального правлячого алмазного інструменту для потреб машинобудування України та заміщення імпортного інструмента вітчизняним на підприємствах України.*

*Ключові слова: прецизійний інструмент, алмазні правлячі ролики, профільні майстер-різці.*

У світовому машинобудуванні при виготовленні серійних і великосерійних деталей все більшого поширення набувають операції врізного профільного шліфування, котрі забезпечують найбільшу продуктивність праці та високу точність і стабільну якість оброблених виробів. При цьому шліфування проводиться не лише на фініші, тому зростає роль алмазних правлячих роликів, які повинні з мінімальними затратами часу формувати профіль шліфувального круга, забезпечуючи високі ріжучі властивості його робочої поверхні. Останнім часом у результаті спільних зусиль науковців та виробничників фірм з'явилися практичні розробки правлячих інструментів, різноманітних як за конструкцією, так і за технологією виготовлення. При виготовленні правлячих ін-

струментів широко використовуються синтетичні алмази. Саме в результаті спрощення конструкції і технології виготовлення алмазних правлячих роликів у ряді випадків вдалося різко знизити їх вартість, що великою мірою збільшило їх затребуваність. Маючи всього в 3–5 разів менший період стійкості, але забезпечуючи високу якість оброблених деталей, алмазні правлячі ролики із синтетичних алмазів знаходять широке застосування в багатьох галузях машинобудування. Витрати на придбання шліфувальних роликів із синтетичних алмазів зменшилися в десятки разів порівняно з аналогічним інструментом з природних алмазів. До того ж наявність достатньої сировинної бази на основі синтетичних алмазів дозволяє максимально спростити технологію виготовлення алмазних правлячих роликів, використовуючи для цього процеси пресформової технології (багатошарові алмазні правлячі

ролики) або методи гальванопластики (одношарові ролики).

У багатьох галузях машинобудування (напр., підшипникове, інструментальне, оптико-механічне виробництво) обсяг використання високоточного інструменту в об'ємі випуску продукції становить 50 %. Проте вартість такого прецизійного інструменту (особливо алмазного) сягає за 1000 дол. США, і питання підвищення його експлуатаційного ресурсу є надзвичайно актуальним. Водночас цей інструмент надзвичайно вигідний для українських виробників, адже вартість алмазів у такому інструменті складає 200 дол. США за карат, тоді як, наприклад, у стандартному шліфувальному інструменті вартість алмазів коливається в межах 0,5–1,0 дол. США за карат. Тому надзвичайно важливим є відпрацювання технології створення нових правлячих інструментів підвищеного ресурсу для правки високоабразивних композитів.

Машинобудівним підприємствам України (особливо підприємствам двигунобудування, агрегатним та гідроагрегатним заводам, авіаційним фірмам) потрібен прецизійний правлячий інструмент і він є на ринку, але це інструмент таких закордонних фірм, як CORUS (Швейцарія), «Шаундт» та «Рейсхауер» (Німеччина), «Терекского алмазного заводу» (Росія), «Tyrolit» (Австрія). Він високовартісний і вимагає валютних затрат. А в цей час в Інституті надтвердих матеріалів (ІНМ) ім. В.М. Бакуля НАН України провадяться розробки і випускається дослідний правлячий інструмент для задоволення потреб українських підприємств. Для налагодження випуску інструментів, таких необхідних для машинобудування України та й навіть для виходу на міжнародний ринок, важливим є відпрацювання технології та створення досвідно-виробничої дільниці саме в Національній Академії наук України, оскільки такий прецизійний інструмент є надзвичайно наукомістким.

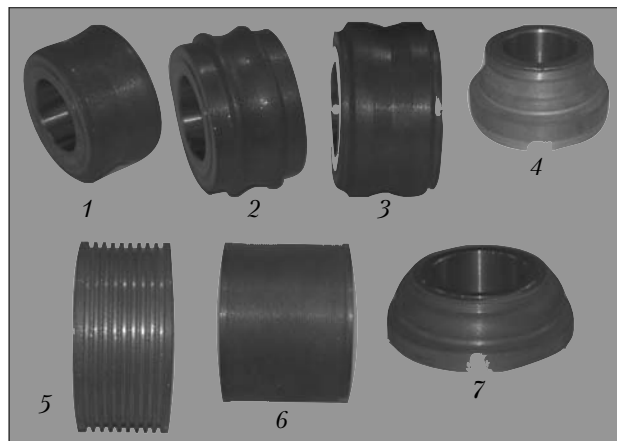
Алмазні прецизійні правлячі ролики одношарові на нікелевій основі призначені для пре-

цизійного профілювання абразивних кругів при операціях шліфування високоточних деталей складного профілю типу замків лопаток турбін, деталей підшипників, деталей із координатно-зв'язаними між собою поверхнями та інших складних виробів. Ролики повинні забезпечувати відхилення лінійних розмірів профілю мінімум в  $\pm 5$  мкм і шорсткість обробленої поверхні в межах 0,02–0,80 за параметром  $Ra$  при високій якості поверхневого шару деталей. Стійкість роликів повинна бути в межах 10–90 тис. правок в залежності від виду операції. Вартість пропонуєваних роликів коливається від 8 до 15 тис. грн., а закордонний інструмент коштує від 2 до 10 тис. євро, що надто дорого. Відтак питання заміщення імпортного інструменту вітчизняним для підприємств України є досить актуальним.

Для виготовлення правлячих роликів застосовують найтвердіші зв'язки, серед яких найбільш розповсюджена – нікель-гальванічна, де твердість за Вікерсом складає від 2 до 4 ГПа. Вимоги до алмазного порошку – особливо міцний (АС160 – АС 250). Зернистість алмазів для правлячого інструменту здебільшого треба застосовувати в межах від 250/200 до 1000/800. Більш дрібні порошки призначені для виготовлення дрібних профілей, а більш крупні – для плоских, без гострих кромки. Для більш високої точності профілю в межах 3–5 мкм необхідно додатково просіювати шліфувальний порошок алмазів з метою досягнення появи сусідніх з основною зернистістю фракцій не більш як 5 % за верхньою і нижньою межею.

Нами був застосований метод гальванопластики, тобто коли при осаджуванні металу і закріпленні алмазів на матриці, що являє собою копіформу, майбутній профіль є дзеркальним відображенням, відтвореним на внутрішній частині графітового кільця. Після видалення цього кільця утворюється робочий профіль майбутнього інструменту, за рахунок чого і вдається досягти необхідної точності виготовлення прецизійного ролика. Згідно з вимогами замовника визначаються необхідні матеріали





**Рис. 4.** Низка алмазного правлячого інструменту, виготовленого на експериментальній дільниці ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України

ленню правлячого інструменту для потреб машинобудування України та заміщення його імпортного аналогу займає три машинні зали:

- ✦ зал механічної обробки та контрольно-вимірювальний;
- ✦ зал нанесення алмазно-нікелевого робочого шару та його розкриття;
- ✦ зал науково-дослідних випробувань.

Обладнання першого машинного залу характеризується тим, що для збереження прецизійності обробки технологічна база встановлюється один раз і кожен верстат є фактично не універсальним, а спеціалізованим, оскільки будь-яка зміна технологічної бази призводить до втрати прецизійності, а відтак і до неможливості виготовлення прецизійного ролика. У другому машинному залі методом гальванопластики проводиться нанесення алмазно-нікелевого робочого шару та зберігається прецизійність, що є екологічно чистим процесом, оскільки не потребує стоків. У третьому залі проводяться дослідження стійкості алмазного інструменту, продуктивності обробки та якості обробленої поверхні.

Проведені нами розробки відкривають наукові та технологічні можливості виготовлення спеціального правлячого алмазного інструменту для підприємств машинобудування Ук-

раїни, а саме для ДП НВКГ «Зоря—Машпроект» (м. Миколаїв) та ПрАТ «Гідросила АПМ» (м. Кіровоград). Низка виготовленого нами алмазного інструменту наведена на рис. 4.

З урахуванням наведених вище науково-дослідних робіт та особливостей застосування роликів в ІНМ ім. В.М.Бакуля НАН України виготовлені та передані на ДП НВКГ «Зоря—Машпроект» для виробничого випробування прецизійні алмазні ролик: 1 — И80040134ПС АПРГ 125 × 44 × 52 АС200Т 630/500-Э1-150%, 2 — РР-1.073513-1 АПРУ 100 × 10 × 20° × 20 АС200Т 800/630-Э1-150% (імпортозаміщуючий інструмент — аналог CORUS, Швейцарія), 3 — Т590404128П АПРГ 120 × 90 × 52 АС200Т 630/500-Э1-150%. Виробничі випробування алмазного ролика, виготовленого у відповідності до ТУ88 України 90.649-91 (зі змінами), засвідчили, що цей правлячий інструмент повністю відповідає технічним вимогам ДП НВКГ «Зоря—Машпроект» та забезпечує необхідну точність профілю: допуск радіального биття — не більше 5 мкм, торцевого — 3 мкм, шорсткість оброблюваної поверхні —  $Ra < 0,63$  мкм, стійкість — не менше 10 тис. правок, величина дисбалансу роликів — не більше 1,8 Г · см. Це дає змогу замінити імпортний правлячий інструмент (CORUS, Швейцарія), про що складено акт впровадження на ДП НВКГ «Зоря—Машпроект» від 01.11.2012 р.

З урахуванням наведених вище науково-дослідних робіт та особливостей застосування роликів на ПрАТ «Гідросила АПМ», коли вісі ролика та плунжера паралельні, а вісь шліфувального круга, який піддається правленню, повернута на 15°, в ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України проведені дослідно-конструкторські роботи та технологічна підготовка виробництва, визначена технологія гальванопластики відносно закріплення на поверхні ролика алмазів підвищеної зернистості та термостійкості — АС160Т 630/500 для досягнення високо-ефективної роботи сферичної частини ролика та спроектовані прецизійні правлячі алмазні роликів згідно з вимогами виробництва ПрАТ

«Гідросила АПМ». Виробничі випробування засвідчили, що названий вище інструмент повністю відповідає технічним вимогам ПрАТ «Гідросила АПМ» та забезпечує необхідну точність: відхилення від круглості сфери — 0,005 мм, відхилення профілю сфери — 0,005 мм, неспіввісність сфери — 0,05 мм, а також необхідні показники якості: шорсткість сфери — 0,63 мкм, галтелі — 0,50 мкм конусу — 0,80 мкм по параметру *Ra*. Окрім того, забезпечена стійкість роликів не менше як на 10 тис. правок (при величині знімання за 1 правку — 0,03 мм на сторону, що дозволяє замінити імпортний правлячий інструмент фірми («Шаундт», Німеччина) вітчизняним.

На сьогодні машинні зали дільниці, які мають 21 робоче місце, укомплектовані таким чином: зал № 1 — 9 робочих місць має 8 виконавців (1 шліфувальник вищої кваліфікації, 5 інженерів та 2 наукових співробітника); зал № 2 — 6 робочих місць має 4 виконавці (4 інженери); зал № 3 — 6 робочих місць має 5 виконавців (2 інженери та 3 наукових співробітника).

Створення та введення дослідно-виробничої дільниці з виготовлення високоефективного правлячого прецизійного інструменту для потреб машинобудування України та заміщення імпортних інструментів вітчизняними на підприємствах України дало можливість в 2012 р. замінити імпортний інструмент фірм CORUS (Швейцарія), «Шаундт» та «Рейсхауер» (Німеччина), «Терекского алмазного заводу» (Росія), «Tyrolit» (Австрія). На сьогодні діють та виконані договори з ДП НВКГ «Зоря— Машпроект» (м. Миколаїв), ПрАТ «Гідросила АПМ» (м. Кіровоград), ПрАТ «Агрегат» (Автономна республіка Крим), ПАТ «Одеський завод поршневих кілець» (м. Одеса). Стало можливим вийти на міжнародні ринки та заключити контракти:

- ✦ Росія — ОАО «Специальное конструкторское бюро турбонагнетателей» (м. Пенза), ОАО «Казанское моторостроительное производственное объединение» (м. Казань);
- ✦ Беларусь — ОАО «Беларусский автомобильный завод» (м. Жодино);

- ✦ Молдова — ОАО «Молдавский металлургический завод» (м. Рибниця);
- ✦ Турція — фірма «Parlak Industrial supply Elektrik» (м. Стамбул).

Таким чином, створення в Національній академії наук України дослідно-виробничої дільниці по виготовленню наукомісткого прецизійного алмазного правлячого інструменту дасть можливість забезпечити потреби машинобудівних підприємств України, зекономити для підприємств валютні кошти на закупівлю такого інструменту та навіть залучати валютні кошти шляхом виходу на міжнародні ринки з таким ефективним наукомістким інструментом.

*Н.В. Новиков, В.И. Лавриненко, М.Н. Шейко,  
В.А. Скрябин, А.П. Максименко, В.Н. Скок*

#### ОТРАБОТКА НАУКОЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ И СОЗДАНИЕ ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПРЕЦИЗИОННОГО АЛМАЗНОГО ПРАВЯЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ НУЖД МАШИНОСТРОЕНИЯ УКРАИНЫ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Описаны проведенные в Институте сверхтвердых материалов им. В.М. Бакуля НАН Украины разработки по изготовлению высокоэффективного прецизионного алмазного инструмента специального назначения. Эти разработки открывают научные и технологические возможности изготовления специального правящего алмазного инструмента для нужд машиностроения и замещения импортного инструмента отечественным на предприятиях Украины.

*Ключевые слова:* прецизионный инструмент, алмазные правящие ролики, профильные мастер-резцы.

*N. Novikov, V. Lavrinenko, M. Sheiko,  
V. Scriabin, A. Maximenko, V. Skok*

#### HIGH TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND CREATION OF EXPERIMENTAL INDUSTRIAL AREA OF HIGH-PERFORMANCE PRECISION DIAMOND DRESS TOOL PRODUCTION FOR ENGINEERING NEEDS AND IMPORT SUBSTITUTION IN UKRAINE

Manufacturing process design of high-precision diamond tool for special applications carried out at V. M. Bakul Institute for Superhard Materials of NAS of Ukraine is described. Presented developments open up scientific and technological capabilities of special dress diamond tool production for mechanical engineering and substitution of imported tools at Ukrainian enterprises by home-produced.

*Key words:* precision tools, diamond dress rollers, profile master cutters.

Стаття надійшла до редакції 16.01.13