

**В.І. Лавріненко, М.М. Шейко, Д.В. Сухарєв**

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

## **РОЗРОБКА І ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ПРЕЦИЗІЙНОГО АЛМАЗНОГО ПРАВЛЯЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕНЕРГЕТИЧНОГО І ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ**



*Розглянуто технологічні можливості виробництва прецизійних алмазних правлячих роликів на базі науково-виробничого комплексу в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.*

*Ключові слова: прецизійний алмазний інструмент, правлячі ролики, синтетичні алмази.*

У машинобудуванні все ширше застосовуються прогресивні шліфувальні інструменти, оснащені новими абразивними матеріалами, в т.ч. надтвердими з високоміцними зв'язками, які в багатьох випадках мають складний високоточний профіль, що вимагає постійного вдосконалення технології їх правки.

У процесі шліфування в абразивних інструментах відбувається зношення робочої поверхні круга, яке залежно від технологічних умов шліфування проявляється у вигляді:

- ✦ притуплення і розхитування ріжучих зерен у зв'язці;
- ✦ забивання пор і міжзернового простору металевою стружкою і шламом;
- ✦ налипання металу на абразивні зерна;
- ✦ спотворення геометричної форми круга.

У зв'язку з цим через певний період часу, який визначається технологічними умовами шліфування, абразивний круг настільки втрачає ріжучу здатність або змінює геометричну форму, що настає необхідність спеціальних заходів, щоб відновити здатність інструменту

здійснювати обробку заготовок із заданими показниками. Такими заходами є правка робочої поверхні круга, яка здійснюється різними правлячими інструментами, зокрема алмазними правлячими роликами.

Поряд з інструментами, що виготовляються за допомогою традиційних технологій, у т.ч. з ручним укладанням алмазів і спіканням в прес-формах на твердосплавних зв'язках з імпрегнацією міддю, розроблено ряд нових технологій прецизійного формоутворення складнопрофільного алмазно-абразивного правлячого інструменту, що конкурує з кращими закордонними аналогами за техніко-економічними показниками.

Ці технології відносяться до розряду енерго- та ресурсозберігаючих, оскільки для ведення процесу формоутворення робочого шару інструменту потрібно на два порядки менше енергоресурсів у порівнянні з методами вакуумного і звичайного спікання інструменту в прес-формах. Приклади роликів виготовлених в Інституті надтвердих матеріалів (ІНМ) ім. В.М. Бакуля НАН України зображені на рисунку.

## ВИРОБНИЦТВО ЛОПАТОК ТУРБІН І ПЛУНЖЕРІВ

Сучасні високоточні алмазні інструменти складного профілю забезпечують реалізацію високоефективного процесу фасонного врізного шліфування. Ці інструменти дають можливість виготовляти на звичайному шліфувальному обладнанні найбільш складні і трудомісткі деталі, такі, як лопатки газотурбінних двигунів, плунжери та інші відповідальні деталі в умовах великосерійного і масового виробництва з високими точністю і продуктивністю. Технологічні можливості Інституту надтвердих матеріалів дають можливість проводити повний цикл виробництва прецизійних алмазних роликів методом гальванопластики та гальваностегії.

При виготовленні ролика методом гальваностегії на заздалегідь підготовлений профіль наноситься в електрогальванічній ванні алмазний порошок в один шар з закріпленням нікелем. При виготовленні ролика методом гальванопластики на графітову підкладку, що має зворотний потрібному профіль, насаджується алмазний порошок і після цього графітова основа видаляється.

В ІНМ є необхідне обладнання для всіх етапів виробництва роликів. Наше обладнання дозволяє виготовлятиправлячий інструмент для деталей практично будь-якої складності, враховуючи такі технічні умови:

- ✦ велика висота робочих профілів;
- ✦ наявність похилих ділянок з малим відхиленням від вертикалі;
- ✦ незадовільний відвід шлему;
- ✦ ділянки, що поєднують малу і велику кривизну;



Види алмазнихправлячих роликів і особливості їх конструкції

- ✦ інші технічні умови.

Враховуючи пред'явлені технічні вимоги замовника, ми проводимо дослідно-конструкторські роботи з проектування прецизійних алмазнихправлячих роликів, після чого в короткі строки надаємо готовий інструмент.

## КОМПЛЕКСНЕ РІШЕННЯ

ІНМ ім. В.М. Бакуля НАНУ пропонує повний спектр теоретичних і експериментальних науково-дослідних робіт.

Зокрема ми пропонуємо:

- ✦ експрес-метод стійкісних випробувань алмазнихправлячих роликів, розроблений спільно з представниками технологічного управління НВКГ «Зоря» — «Машпроект», який не має аналогів у світі;
- ✦ встановлення залежності питомої витрати алмазів і питомого лінійного зношенняправлячого інструменту від характеристик інструменту, що заправляє круг і режимів правки (відношення швидкості кола до швидкості ролика, напрямок правки, подача на глибину, в тому числі особливості надмалих подач при безперервній схемі правки);
- ✦ встановлення закону гідроабразивного зношення нікелевої зв'язки вправлячому інструменті, виготовленому методом гальванопластики, і зв'язок параметрів кривої зношення з конструкційними параметрами інструменту, фізико-механічними характеристиками зв'язки і режимами редагування;
- ✦ встановлення характеру перебігу й кількісних характеристики несталих процесів (продуктивність, навантаження, формоутворення) правки на різних фазах (врізання, виходжування) залежно від режимів і характеристик інструменту;
- ✦ дослідження залежностей шорсткості шліфованої поверхні від режимів правки і характеристикправлячого інструменту;
- ✦ створення наукових основ нового перспективного процесу правки алмазними фасонними брусками, який поряд з правкою роликами є складовою ресурсозберігаючих та

енергоєфективних технологій обробки різанням, проведення розрахунків параметрів цього інструменту і режимів різання.

### ВИРОБНИЧІ ВИПРОБУВАННЯ

Технології виготовлення правячих роликів, розроблені в ІНМ НАН України, забезпечують отримання розмірів з точністю  $10\div 15$  мкм при використанні методу гальваностегії і  $3\div 5$  мкм — при використанні гальванопластики. При цьому досягається максимальна стійкість інструменту за рахунок орієнтації зерен алмазів у найбільш щільній кристалографічній площині  $\langle 111 \rangle$ .

Ролики, що виготовляються гальваностегією, мають більш високу ріжучу здатність порівняно з виготовленими гальванопластикою, однак останні мають підвищену стійкість і точність за рахунок меншої різновисотності зерен і згаданої орієнтації зерен. Виробничі випробування алмазних роликів показали, що правлячий інструмент, виготовлений в ІНМ НАН України, повністю відповідає технічним вимогам, що пред'являються замовниками.

При виготовленні лопаток турбін для ДП НВКГ «Зоря»—«Машпроект» ролики забезпечили необхідну точність профілю, допуск радіального биття не більше 5 мкм, торцевого — 3 мкм, якість оброблюваної поверхні — 0,63 мкм по параметру Ra.

При виготовленні плунжерів для ЗАТ «Гідросила АПМ» ролики забезпечили необхідну точність профілю, відхилення від некруглості сфери — 5 мкм, відхилення профілю сфери — 5 мкм, співвісність сфер — 50 мкм, а також не-

обхідні показники якості: шорсткість поверхні сфери — 0,63 мкм по параметру Ra, галтелі — 0,50 мкм по параметру Ra і конуса — 0,80 мкм по параметру Ra. В обох випадках була забезпечена стійкість роликів не менше 10 000 правок.

Дані результати підтверджені відповідними технічними актами з ДП НВКГ «Зоря»—«Машпроект» і ЗАТ «Гідросила АПМ».

*В.І. Лавриненко, М.М. Шейко, Д.В. Сухарев*

### РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПРЕЦИЗИОННОГО АЛМАЗНОГО ПРАВЯЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ НУЖД ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ УКРАИНЫ

Рассмотрены технологические возможности производства прецизионных алмазных правящих роликов на базе научно-производственного комплекса в Институте сверхтвердых материалов им. В.М. Бакуля НАН Украины.

*Ключевые слова:* прецизионный алмазный инструмент, правящие ролики, синтетические алмазы.

*V.I. Lavrinenko, M.M. Sheiko, D.V. Sukharev*

### DEVELOPMENT AND APPLICATION OF HIGH-PERFORMANCE PRECISION DIAMOND DRESSING TOOLS FOR NEEDS OF POWER AND TRANSPORT ENGINEERING OF UKRAINE

The article deals with the technological ability to produce high-precision diamond dressing tools on the basis of scientific and production complex at the VM Bakul Institute of Superhard Materials of NAS of Ukraine.

*Key words:* high-precision diamond tool, the dressing rollers, synthetic diamonds.

Стаття надійшла до редакції 17.04.12