



ПРЕЗИДІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

## ПОСТАНОВА

16.11.2022

м. Київ

№ 352

Адаптивні полімерні композити  
з надтвердих матеріалів: структурна  
динаміка та контактна поведінка

Заслухавши та обговоривши доповідь завідувача відділу Інституту надтвердих матеріалів ім.В.М.Бакуля НАН України доктора технічних наук Є.О.Пащенко «Адаптивні полімерні композити з надтвердих матеріалів: структурна динаміка та контактна поведінка», Президія НАН України відзначає важливість та актуальність проведених в інституті робіт, завдяки яким створено новий науковий напрям досліджень «Адаптивні абразивні системи». Виявлено невідомі раніше механізми динамічних структурних перетворень, які визначають адаптивний характер швидких зворотних змін будови композитів у зоні різання, що є науковим підґрунтям для створення нового покоління інструментальних абразивних матеріалів з алмазу та кубічного нітриду бору для формування поверхневих шарів критично важливих деталей та виробів, зокрема в галузі авіаційного двигунобудування.

Актуальність роботи полягає у створенні без значного підвищення собівартості нових за принципом контактної поведінки абразивних композиційних матеріалів, які задовольняють потребам сучасної індустрії у високоточних інструментальних виробках, їх використанні у виробництві та широкому впровадженні в технологічні цикли виготовлення критично важливих деталей із сучасних матеріалів на провідних вітчизняних авіа- та машинобудівних підприємствах. Це сприяє створенню деталей та виробів з найбільш важкооброблюваних матеріалів з комплексом параметрів поверхні, які недосяжні для традиційних абразивних технологій. Насамперед це стосується показників мікрогеометрії та мікроструктури поверхневих шарів, а також втомної довговічності таких виробів, як лопатки турбін, деталі зубчастих передач та пар тертя для авіаційної техніки.

У ході досліджень отримано низку важливих наукових результатів.

Розроблено та впроваджено інноваційну технологію отримання багаторівневих мультиструктурних інструментальних матеріалів, які на відміну від матеріалів із сталою будовою у процесі експлуатації постійно здійснюють переходи між двома або більше дозволеними структурними станами, зумовленими їх фізико-хімічною природою. Встановлені закономірності щодо таких динамічних переходів у полімерах реалізовано при створенні групи нових зв'язуючих для одержання абразивних полімерних композитів з параметрами адаптивних структурних переходів, що враховують особливості конкретних матеріалів, які обробляються.

Розроблено технологію програмування будови полімерної складової композитів на молекулярному рівні шляхом попереднього оброблення олігомерів тиском 1–2 ГПа. Показано, що наслідком впливу високого тиску є утворення доменної будови полімера з відтвореною взаємною просторовою орієнтацією молекулярних фрагментів, а також формування систем із структурною пам'яттю, що здатні зберігати впорядкованість у широкому діапазоні технологічних параметрів одержання композитів.

Доведено здатність нового класу інструментальних матеріалів, а саме адаптивних абразивних композитів, до утворення рівновисотних ансамблів різальних зерен на робочій поверхні інструменту в контакті з поверхнею виробу, що обробляється.

Експериментально підтверджено високу ефективність застосування інструментів з адаптивних абразивних композитів для оброблення різних класів технічно важливих матеріалів, як на традиційному шліфувальному обладнанні, так і на сучасних обробних центрах з числовим програмним керуванням. Зокрема, для виробів із жароміцних нікелевих сплавів, твердих сплавів на основі карбідів вольфраму і титану, кисневої та безкисневої кераміки, напівпровідникових матеріалів доведено значне зниження концентрації дефектів у поверхневих шарах, покращення комплексу параметрів мікрогеометрії поверхні, підвищення експлуатаційної довговічності порівняно із показниками при застосуванні високовартісних імпорتنих аналогів. Особливого значення набуває підвищення втомної витривалості деталей авіаційних двигунів, що зумовлено використанням для їх оброблення інструментів із адаптивних абразивних композитів.

Зазначені дослідження дали змогу:

– розвинути, обґрунтувати та експериментально підтвердити концепцію адаптивних інструментальних композиційних матеріалів, що мають перевагу над кращими відомими світовими аналогами за комплексом своїх експлуатаційних показників;

– розробити технологію синтезу структурованих високим тиском олігомерних систем як зв'язуючих, що здатні утворювати інструментальні композити з адаптивними властивостями в комбінації з наповнювачами різної природи та порошками надтвердих матеріалів, а також створити виробництво інноваційних абразивних інструментів із значно вищим рівнем ефективності при обробленні сучасних матеріалів;

– впровадити технологічні процеси шліфування прецизійних виробів з важкооброблюваних матеріалів абразивними інструментами з адаптивних полімерних композитів на машинобудівних підприємствах України, зокрема на підприємствах авіаційного двигунобудування.

Розроблені адаптивні абразивні композити та інструменти на їх основі знайшли застосування на таких підприємствах, як Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» ім. акад. О.Г.Івченка», Державне підприємство «Луцький ремонтний завод «Мотор», Приватне акціонерне товариство «Гідросила АПМ», Державне підприємство «Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря» – «Машпроект».

Президія НАН України постановляє:

1. Доповідь доктора технічних наук Є.О.Пащенко взяти до відома.

2. Відзначити актуальність і важливість отриманих фундаментальних та прикладних результатів зі створення та широкого технологічного освоєння адаптивних полімерних композитів з надтвердих матеріалів, розроблення технологічних процесів виготовлення та застосування інструментів з них.

3. Інституту надтвердих матеріалів ім.В.М.Бакуля НАН України:

3.1. Протягом 2023–2024 років провести дослідження взаємозв'язків між розподілами нанокластерів силіцію, бору та фосфору, що знаходяться у складі композитів, за розмірами та часовими параметрами переходів між структурними станами адаптивних полімерних систем, а також визначити технологічні параметри – тривалість термообробки, тиск та температуру, які забезпечать зменшення часу структурних переходів не менш ніж на порядок.

3.2. Розширити номенклатуру абразивних інструментів з адаптивних полімерних композитів та забезпечити до завершення 2024 року випуск шліфувальних кругів типів 1V1, 11V9, 12V9, 11V5, 4BT9 згідно з європейською класифікацією для застосування на обробних центрах з числовим програмним керуванням при виготовленні виробів з твердих сплавів та високолегованих сталей.

3.3. Зосередити увагу на вирішенні питань імпортозаміщення шляхом впровадження до кінця 2024 року інструментів з надтвердих матеріалів на адаптивних полімерних зв'язках для оброблення наплавов високої твердості у технологічних процесах ремонту авіаційних двигунів.

4. Контроль за виконанням цієї постанови покласти на Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України та Науково-організаційний відділ Президії НАН України.

Президент  
Національної академії наук України  
академік НАН України

В.о.головного вченого секретаря  
Національної академії наук України  
академік НАН України



**Анатолій ЗАГОРОДНІЙ**

**Вячеслав БОГДАНОВ**