

УДК 621.9.025.7

М.В. Новіков, д.т.н., проф., акад.**А.О. Шепелєв, д.т.н., с.н.с.****С.А. Клименко, д.т.н., с.н.с., доц.****В.І. Лаврінєнко, д.т.н., с.н.с.***Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України*

ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНООБРОБКИ ІНСТРУМЕНТАМИ З НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ І ТВЕРДИХ СПЛАВІВ У ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН УКРАЇНИ

Представлено основні напрямки розвитку технологій механічної обробки інструментами з надтвердих матеріалів і твердих сплавів у ІНМ НАН України

Постановка проблеми. Становлення України, як промислово розвинутої держави, неможливе без використання високих наукомістких технологій. У свою чергу, розвиток цих технологій визначається рішенням проблеми створення виробництва і насичення ринку України високонадійним сучасним інструментом, який є основним робочим органом при механообробці.

Як свідчить аналіз світового досвіду, настають революційні зміни в технічному і технологічному рівнях верстатобудування, інструментального виробництва і механообробки взагалі. Після широкого впровадження конвеєрних технологій, заводів-автоматів, гнучких автоматизованих ліній, обробляючих центрів намітилася нова тенденція виробництва із застосуванням могутніх систем комп'ютерної техніки і програмного забезпечення. Основу гнучкого машинобудівного виробництва вже з початку ХХІ століття складуть системи нового покоління верстатів та інструментів.

Передбачається перехід в механообробці до застосування кінематично розвинутих систем з багатьма ступенями свободи, при використанні яких очікуваний результат пов'язаний не тільки з високою продуктивністю знімання матеріалу припуску, але й з формуванням у поверхневих шарах виробу такого стану, який би щонайкраще забезпечував працездатність виробу в експлуатації. Мінімізація витрат за життєвий цикл виробу поширюється не тільки на зниження собівартості процесу їхньої обробки, але й на необхідність забезпечення мінімальних витрат, що супроводжують їх в експлуатації.

Витрати інструмента на подібному устаткуванні у 2–3 рази вищі, ніж на звичайному. При цьому необхідно враховувати, що подальше збільшення питомої варті використання важкооброблюваних матеріалів неми-

© М.В. Новіков, А.О. Шепелєв,
С.А. Клименко, В.І. Лаврінєнко, 2005

нуче призведе до збільшення витрат інструмента: його на обробку таких матеріалів потрібно в 2–10 разів більше, а вартість простоїв автоматичного устаткування з вини інструмента на два порядки більша, ніж універсального.

Виробництва будуть принципово змінюватися, обновлятися і технічно, і стосовно методів роботи. Для цього потрібний спеціальний інструмент, що базується на широкому використанні новітніх твердих сплавів і надтвердих матеріалів.

У вирішенні проблем перебудови технології механообробки Україна має великий кадровий потенціал, зберігає технічні можливості і виробничі потужності. Так, напрямком наукової діяльності Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України є розвиток наукових засад створення новітніх технологій обробки металів і неметалів інструментом із твердих сплавів та надтвердих матеріалів (НТМ), розробка методів і технологій застосування нових інструментальних матеріалів у базових галузях промисловості [1].

Виклад основного матеріалу. Розвиток технологій механообробки матеріалів – ключова задача базових галузей промисловості. При цьому застосування інструментів із твердих сплавів і надтвердих матеріалів розглядається як пріоритетний напрямок збільшення продуктивності та надійності обробки і визначає економічність виробничих процесів.

Сьогодні основні тенденції розвитку процесів механічної обробки представляються наступними:

- високошвидкісна (швидкість різання у 2–3 рази перевищує швидкість різання при звичайній обробці) і високопродуктивна (крім підвищеної швидкості різання, характеризується так само високими значеннями подач) обробка;
- обробка без охолодження або з мінімальним застосуванням МОТС (наприклад, подача МОТС в розпиляному вигляді, застосування твердих змащень);
- застосування інструментів з функціональними захисними покриттями (покриття на інструментах, оснащених різальною частиною із НТМ, і покриття із НТМ на інструментах, оснащених керамікою і твердими сплавами) і модифікованим поверхневим шаром;
- обробка з високими динамічними навантаженнями (нестабільні механічні властивості матеріалу оброблюваної деталі, перемінний припуск на обробку, конструктивні особливості оброблюваних деталей);
- відхід від дискретних методів обробки і сполучення операцій, наприклад, сполучення в одній операції різання і поверхневого пластичного деформування (ППД) за рахунок кінематики про-

цесу, геометричних параметрів і особливостей конструкції інструмента;

- багатокординатна обробка складнопрофільних виробів одним інструментом, обробка інструментом з перемінною різальною вершиною, обробка методом обкату робочої частини різального інструмента;
- обробка «сирих» сталей інструментами, оснащеними НТМ, обробка грузлих спеціальних сталей, наприклад, сталей с аустенітною структурою, литих високомарганцевистих сталей;
- підвищення точності обробки та якості обробленої поверхні за рахунок високої зносостійкості і міцності матеріалу інструмента та керування явищами, що протікають у зоні обробки.

У зв'язку з цим актуальними задачами сучасної технологічної науки, розв'язання яких обумовлює відповідність створюваних технологій світовим тенденціям, є розвиток фундаментальних і прикладних досліджень в галузі механічної обробки матеріалів, механіки і процесів керування зі встановлення механічних, фізико-хімічних та інших закономірностей з метою їхнього використання у виробничих процесах. Тому сучасна концепція комплексного прогнозу проблем механообробки матеріалів визначає широке застосування методів вібраційного, швидкісного та хвильового впливу, сполучення механічного впливу з хімічними, електричними та іншими процесами обробки сучасних матеріалів, тобто використання процесів комбінованої фізико-механічної обробки.

Потенціал наукових досліджень з удосконалювання та розвитку процесів обробки виробів з різних матеріалів інструментами з твердих сплавів і НТМ в усьому світі неухильно зростає. Про велику увагу індустріально розвинутих країн до надтвердих матеріалів, як найбільш прогресивних для оснащення інструментів, а в ряді випадків і конструкційних матеріалів, свідчить той факт, що в даний час ведучі промислово розвинуті країни (США, Японія, Німеччина, Англія, Італія, Франція) використовують до 80 % добутих природних і вироблених синтетичних алмазів. При цьому однією з основних областей застосування НТМ є механообробка, в якій використовується близько 70 % загального обсягу НТМ.

Як технічна продукція надтверді матеріали та інструменти на їхній основі відносяться до наукомісткої продукції. За сучасними ринковими визначеннями дану продукцію можна віднести до середньо- або високотехнологічних галузей промислової продукції, до числа яких входять авіа-, авто- і приладобудування, фармацевтика, хімічна промисловість.

ІНМ у даний час є науково-технологічним центром України в галузі розробки, одержання і застосування надтвердих матеріалів – синтетичних алмазів і кубічного нітриду бору, полікристалічних надтвердих мате-

ріалів, твердих сплавів.

Науково-технічні розробки ІНМ [2]–[13] показали, що конкурентоспроможність інструментів із НТМ є тим наріжним каменем, на якому повинне базуватися створення високопродуктивних технологічних процесів обробки. Рівень виконання в ІНМ НДДКР в області технологій застосування інструментів із надтвердих матеріалів відповідає вимогам до технологій сучасної механообробки. У табл. 1–3 представлені розроблені в ІНМ наукомісткі технології механообробки інструментами із НТМ і твердих сплавів, проблемні проекти науково-технічного співробітництва ІНМ із підприємствами базових галузей промисловості України та проекти розвитку технологій механообробки матеріалів інструментами із твердих сплавів і НТМ, перспективні для інноваційного розвитку базових галузей промисловості України.

Таблиця 1

Перспективні наукомісткі технології механообробки матеріалів інструментами, оснащеними твердими сплавами та НТМ

№ з/п	Технологія
1	2
1	Прецизійне формоутворення алмазно-абразивного інструмента. Виготовлення складнопрофільного правлячого інструмента; розробка конструкцій та комп'ютерне проектування

Закінчення таблиці 1

1	2
2	Прецизійне алмазне шліфування, супердоведення і полірування елементів оптики та електроніки; розробка устаткування, комп'ютерне проектування
3	Прецизійна алмазно-абразивна обробка керамічних і твёрдосплавних деталей типу "куля"; розробка устаткування, програмного продукту
4	Технологія електрохімічного та електроерозійного шліфування колами із НТМ
5	Високопродуктивна алмазно-абразивна обробка матеріалів. Вібраційно-прецизійне шліфування інструментальних матеріалів колами із НТМ, розробка устаткування, програмного продукту
6	Ресурсозберігаюча обробка матеріалів різанням. Виготовлення пластичним деформуванням складнопрофільних металевих виробів, розробка програмного продукту
7	Лезова обробка матеріалів інструментами із ПНТМ. Виготовлення пластичним деформуванням складнопрофільних металевих виробів, розробка конструкцій, комп'ютерне проектування
8	Алмазне мікрогочіння прецизійних елементів оптичних систем

9	Розвиток і комп'ютеризація інформаційної бази механообробки матеріалів інструментами із НТМ
---	---

Для промислової реалізації технологій механообробки матеріалів в ІНМ розроблена концепція створення Інструментальної програми України [17]–[20], у якій показана актуальність її створення, проаналізований стан сучасного українського ринку інструментів, його тенденції й особливості, сформульовані основні проблеми вітчизняного інструментально-го виробництва, дана класифікація основних інструментальних матеріалів, визначені основні завдання, які стоять перед інструментальною промисловістю України.

В програмі освітлена проблема виробничої та соціальної сприйнятливості високих технологій механообробки інструментами із НТМ [21]. Показано, що результати наукової діяльності для того, щоб бути виробничо та соціально сприйнятими в ХХІ столітті, повинні бути системними, містити значно більшу частку інтелектуального ресурсу, ніж раніше, і бути спрямованими на корінну інформаційно-технологічну реорганізацію виробництва.

Таблиця 2

Проблемні проекти науково-технічного співробітництва ІНМ та підприємств базових галузей промисловості України

№ з/п	Проект
1	2
1	Проект "Створення системи оперативного забезпечення розробками, виготовлення і постачання спеціалізованого інструмента для швидкої ліквідації аварій, а також виконання ремонтних робіт на базі ІНМ" [14]
2	Проект "Інструменти і технології механообробки для підприємств залізничного транспорту України" [15]
3	Проект з ВАТ "ХК Луганськтепловоз" (м. Луганськ) "Технології механообробки інструментом із НТМ і твердих сплавів"
4	Проект з ВАТ "Крюківський вагонобудівний завод (м. Кременчук) "Інструменти із НТМ і твердих сплавів для обробки деталей залізничного транспорту"
5	Проект з АНТК "Антонов" (м. Київ) "Технології механообробки інструментами із НТМ і твердих сплавів деталей авіаційної техніки"
6	Проект з АТ "Новокаматорський машинобудівний завод" (м. Краматорськ) "Технології механообробки інструментами із НТМ і твердих сплавів"
7	Проект з ВАТ "Слов'янський завод високовольтних ізоляторів" (м. Слов'янськ) "Інструменти із НТМ і технології високопродуктивної об-

	робки виробів з електротехнічної кераміки"
8	Проект з ТОВ "Мотор-Січ" (м. Запоріжжя) "Технологія шліфування інструментів із швидкорізальних сталей колами з КНБ"
9	Проект з ВАТ "Зоря-Машпроект" (м. Миколаїв) "Технологія шліфування інструментальних сталей і твердих сплавів, виправлення абразивних кіл інструментами із НТМ"
10	Проект із Харківською науково-виробничою корпорацією "ФЭД" (м. Харків) "Інструменти із НТМ у приладобудуванні"
11	Проект з ДГМК "Криворіжсталь" (м. Кривий Ріг) "Інструменти із ПНТМ для механообробки деталей металургійного устаткування" [16]
12	Проект з концерном "Азовмаш" (м. Маріуполь) "Інструменти із ПНТМ для механообробки деталей з важкооброблюваних матеріалів"

Закінчення таблиці 2

1	2
13	Проект з підприємствами цукрової промисловості України "Шліфувальні кола з кубоніта на нових металевих зв'язках для обробки бурякорізальних ножів"
14	Проект з Головним науково-технічним управлінням Міністерства аграрної політики України (м. Київ) "Технології механообробки інструментами із НТМ і твердих сплавів"

Таблиця 3

Проекти розвитку технологій механообробки матеріалів інструментом із НТМ, перспективні для інноваційного розвитку базових галузей промисловості України

№ з/п	Проект
1	2
1	Технологія і модернізації технологічного устаткування для виготовлення багатограничних непереточуваних різальних пластин із ПНТМ для металообробних підприємств України
2	Розвиток, освоєння і реалізація в промисловості технології прецизійної, фінішної обробки деталей оптичних систем і мікроелектроніки із сапфіра ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)
3	Розробка високоефективного абразивного інструмента із кубічного нітриду бору і технології його виробництва для технологій шліфування інструментальних сталей в інструментальній промисловості України
4	Електрозберігаюча, продуктивна та прецизійна абразивна обробка металевих і керамічних матеріалів
5	Створення прецизійної технології виготовлення алмазних правлячих роликів з точністю фасонного профілю в межах 1–2 мкм, використовуваних в автомобільній, авіаційній, суднобудівній та інших галузях про-

	мисловості України і країн СНД
6	Реалізація високотехнологічного виробництва прецизійного та складно-профільного шліфувального і правлячого інструмента з надтвердих матеріалів
7	Розробка високоефективних інструментів для фінішної обробки природного каменю і технології їхнього виготовлення
8	Організація промислового відновлення крупногабаритних (діаметр 5–6 м) зубчастих вінців пластових млинів гірничозбагачувальних комбінатів і серійного виготовлення спеціального зуборізального твёрдосплавного інструмента для їхньої обробки

Висновок. Отже, слід зазначити, що сучасний менеджмент і організаційні можливості Міжнародної інструментальної асоціації, Асоціації технологів-машинобудівників України та Асоціації «Надтверді матеріали»; інформаційні технології, у т.ч. журнали "Інструментальний світ", "Надтверді матеріали", збірники наукових праць ІНМ "Питання механіки і фізики процесів різання і холодного пластичного деформування", "Сучасні процеси механічної обробки інструментами із НТМ та якість поверхні деталей машин" та ін. дозволяють організувати участь в Інструментальній програмі України вітчизняних недержавних і державних організацій, центрів, вузів і фірм, виставок з інструментального і технологічного напрямків, науково-дослідних і проектних організацій, виготовлювачів і споживачів інструмента з метою розвитку інструментального виробництва як одного з найважливіших напрямків вітчизняної промисловості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Инструменты из сверхтвердых материалов / Под. ред. Н.В. Новикова. – М: Машиностроение, 2005. – 563 с.
2. *Новиков Н.В., Шепелев А.А., Лавриненко В.И.* Сверхтвердые материалы в технологиях механообработки – интенсификация обработки и новый инструмент // Машиностроение и техносфера XXI века: Сб. тр. Международ. науч.-техн. конф., г. Севастополь, 9–15.09.2002 г. – Донецк: ДонГТУ, 2002. – Т. 2. – С. 174–179.
3. *Новиков Н.В., Шепелев А.А.* Современные технологии обработки и инструменты из сверхтвердых материалов ИСМ НАН Украины в машино- и приборостроении // Инструментальный світ. – 2001. – № 10–11. – С. 10–16.
4. *Новиков Н.В., Шепелев А.А.* Шлифовальные инструменты в технологиях механообработки – новое в традиционном // Эффективность реализации научного ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях: Мат. III Международ. на-

- уч.-техн. конф. п. Славско,
24–28.02.2003 г. – Киев: УНЦ «НГТ», 2003. – С. 60–62.
5. *Шепелев А.А., Лавриненко В.И.* Шлифовальные инструменты из сверхтвердых материалов – интенсификация процессов и новые технологии // Оборудование и инструменты для профессионалов. – 2003. – № 4(39). – С. 42–45.
 6. *Лавриненко В.И., Шепелев А.А.* Физические технологии в абразивной обработке материалов // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: Тр. 8-й Международ. науч.-техн. конф., г. Харьков, 9–10.12.2003 г. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2003. – С. 131–132.
 7. *Новиков Н.В., Клименко С.А.* Поликристаллические сверхтвердые материалы в режущем инструменте // Технологические системы. – 2002. – № 2 (13). – С. 5–9.
 8. Технологические возможности лезвийного инструмента, оснащенного композитами на основе КНБ / С.А. Клименко, М.Ю. Копейкина, Ю.А. Муковоз, Ю.А. Мельничук // Тяжелое машиностроение. – 2004. – № 5. – С. 35–38.
 9. *Клименко С.А.* Режущие инструменты из сверхтвердых материалов и тенденции развития технологий лезвийной обработки // Бизнес–Мост.– 2004.– № 8.– С. 6–12.
 10. *Новиков Н.В., Клименко С.А.* Совершенствование технологий финишной механической обработки // Високі технології в машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХП», 2002.– С. 259–276.
 11. *Новиков Н.В., Клименко С.А., Копейкина М.Ю.* Перспективы развития процессов лезвийной обработки инструментами, оснащенными ПСТМ (начало) // Мир техники и технологий.– 2004.– № 8.– С. 40–43.
 12. *Новиков Н.В., Клименко С.А., Копейкина М.Ю.* Перспективы развития процессов лезвийной обработки инструментами, оснащенными ПСТМ (окончание) // Мир техники и технологий.– 2004.– № 9.– С. 32–34.
 13. *Клименко С.А.* Перспективные защитные покрытия для лезвийных инструментов // Инструментальный світ. – 2004. – № 3 (23). – С. 4–7.
 14. *Новиков Н.В., Шепелев А.А., Кулаковский В.Н.* Разработки ИСМ по обеспечению МЧС специализированным инструментом для ликвидации аварий и восстановительно-ремонтных работ // Инструментальный світ. – 2004. – № 4(24). – С. 4–8.

15. *Шепелев А.А., Чистяков Е.М., Гордашник К.З.* О некоторых проблемах инструментального хозяйства «Укрзалізниці» // Инструментальный світ. – 2003. – № 2(18). – С. 31–32.
16. Токарная обработка деталей металлургического и перерабатывающего оборудования / Ю.А. Муковоз, С.А. Клименко, Г.П. Кудряков, С.Ю. Муковоз // Бизнес–Мост. – 2005. – № 3. – С. 18–21.
17. *Новиков Н.В., Шепелев А.А., Лавриненко В.И.* О проекте программы, направленной на развитие инструментальной отрасли Украины // Инструментальный світ. – 2004 – № 1(21). – С. 4–6.
18. *Новиков Н.В., Шепелев А.А., Лавриненко В.И.* Концепция Инструментальной программы Украины. Часть 1. Актуальные разработки инструментальной программы. Особенности и проблемы рынка инструмента // Инструментальный світ. – 2005. – № 1(25). – С. 4–7.
19. *Новиков Н.В., Шепелев А.А., Лавриненко В.И.* Концепция Инструментальной программы Украины. Часть 2. Основные задачи Инструментальной программы Украины // Инструментальный світ. – 2005. – № 2(26). – С. 4–7.
20. *Новиков Н.В., Шепелев А.А., Лавриненко В.И.* Международная инструментальная ассоциация – защита профессиональных интересов инструментальщиков СНГ // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2005. – № 6(65). – С. 32–34.
21. *Новиков Н.В.* Проблемы производственной и социальной восприимчивости высоких технологий в области инструментального производства // Инструментальный світ. – 2003. – № 4(20). – С. 4 –6.

НОВІКОВ Микола Васильович – доктор технічних наук, професор, академік НАН України, директор Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- надтверді матеріали;
- технології використання інструментів з надтвердих матеріалів.

ШЕПЕЛЄВ Анатолій Олександрович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- абразивні інструменти з надтвердих матеріалів;
- алмазно-абразивна обробка.

КЛИМЕНКО Сергій Анатолійович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, завідувач відділу Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- лезові інструменти з полікристалічних надтвердих матеріалів;
- процеси лезової обробки;
- технологічне забезпечення якості поверхні деталей машин.

ЛАВРІНЕНКО Валерій Іванович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:

- абразивні інструменти з надтвердих матеріалів;
- алмазно-абразивна обробка.

Подано 02.09.2005

Представлено основні напрямки розвитку технологій механічної обробки інструментами з надтвердих матеріалів і твердих сплавів у ІНМ НАН України

ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНООБРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАМИ ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ В ИСМ ИМ. В.Н. БАКУЛЯ НАН УКРАИНЫ / Н.В. Новиков, А.А. Шепелев, С.А. Клименко, В.И. Лавриненко

Представлены основные направления развития технологий механической обработки инструментами из сверхтвердых материалов и твердых сплавов в ИСМ НАН Украины

TECHNOLOGIES OF MACHINING WITH TOOLS OF SUPERHARD MATERIALS AND CEMENTED CARBIDES AT THE V. N. BAKUL INSTITUTE FOR SUPERHARD MATERIALS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE / N.V. Novikov, A.A. Shepelev, S.A. Klimenko, V.I. Lavrinenko

The main directions of dividing technologies of machining with tools of superhard materials and cemented carbides at the ISM of the National Academy of Sciences of Ukraine are discussed.