

Для выбора параметров испытаний использовался ГОСТ 17367-71 «Металлы. Метод испытания на абразивное изнашивание при трении о закреплённые абразивные частицы».

Исследования проводились с использованием специально изготовленных образцов представляющих собой гладкие цилиндрические образцы соответствующих размеров. В качестве абразивного материала был выбран диск, который изготавливался из абразивной листовой шкурки марки Л2Э620×50С115А25-ВМА ГОСТ 6456-82. В качестве абразивного материала использован электрокорунд нормальный А15 зернистостью 25 (ГОСТ 3647-71).

Результаты испытаний по определению весового износа наплавленных покрытий в зависимости от степени разбавления металла матрицы карбидами представлены в таблице и на рисунке 6.

Таблица – Результаты исследования износостойкости наплавленных покрытий

| Серия испытаний | Степень разбавления металлом матрицы, % масс | | | Сравнительное испытание (сталь 45) |
|-----------------|--|--------|--------|------------------------------------|
| | 90 | 80 | 70 | |
| | Весовой износ, г | | | |
| 1 | 0,0487 | 0,0523 | 0,0372 | 0,2581 |
| 2 | 0,0391 | 0,0341 | 0,0259 | 0,2422 |
| 3 | 0,0471 | 0,0382 | 0,0228 | 0,2329 |
| 4 | 0,0464 | 0,0302 | 0,0132 | 0,2174 |

По результатам исследования износостойкости установлено, что наплавленные дугowym способом покрытия из порошков СВС-механокомпозиатов, обеспечивает повышение износостойкости и твердости покрытия.

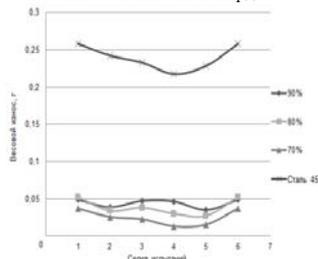


Рисунок 6 – Весовой износ наплавленных образцов

Выводы:

По итогам работы можно сделать вывод, что метод механически активируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза позволяет

создавать и использовать порошковые СВС-материалы в качестве материала порошкового электрода (проволоки). Использование порошковых электродов для электродуговой наплавки обеспечивает структуру наплавленного слоя с равномерным распределением упрочняющего карбидного зерна по объему наплавки.

Таким образом, применяемый способ повышения износостойкости с помощью порошковых электродов из СВС-материалов позволит существенно (в 3-5 раз) увеличить срок службы быстрознашивающихся деталей и узлов (рабочих органов сельскохозяйственной техники, например стрелчатых лап культиваторов и сеялок).

Список использованных источников: 1. Влияние механической активации исходных компонентов на СВС сплайсов нитибы / О. А. Шкода, О. Г. Терехова, Л. Д. Чалых // Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: материалы и технологии. Новосибирск: Наука, 2001. С. 216-221. 2. Реновация деталей металлургического оборудования наплавкой / Ф. П. Кащенко, А. И. Белыев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1. С. 3-6. 3. Перспективные способы наплавки и механической обработки восстанавливаемых деталей / А. В. Иванов, О. Л. Пирозерская // Техно-технологические проблемы сервиса. 2010. № 3 (13). С. 7-9. 4. Влияние механоактивации на процессы фазо- и структурообразования при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе / Н. З. Ляхов, Т. Л. Такао, Т. Ф. Григорьева. Новосибирск: Параллель, 2008. 168 с. 5. Структура и свойства наплавленных электродугowych покрытий из порошков механоактивированных СВС-композиатов / А. А. Ситников, В. И. Яковлев, М. Н. Сейдуров и др. // Обработка металлов. 2011. № 3 (52). С. 51-54. 6. Интегральные технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза / В. В. Евстигнеев, Б. М. Вольпе, И. В. Милова и др. М.: Высшая школа, 1996. 284 с. 7. Покрытия из механоактивированных СВС-материалов для рабочих органов сельскохозяйственных машин, наплавленные ручным дугowym способом / А. А. Ситников, В. И. Яковлев, А. В. Собачкин и др. // Ползуновский вестник. 2012. № 1/1. С. 273-277. 8. Людоговский А. В. Газотермическое напыление покрытий: учебное пособие. М.: РГОТУПС, 2006. 43 с. 9. Собачкин А. В. Структура износостойких покрытий из порошков СВС-механокомпозиатов, наплавленных ручным дугowym способом // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых, Выпуск 2. СПб.: НИУ ИТМО, 2012. С. 182-184. 10. Износостойкие покрытия из СВС-материалов, наплавленные порошковым электродом / А. В. Собачкин, А. А. Ситников, В. И. Яковлев // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: материалы 10-ой Всероссийской научно-практической конференции. Новосибирск: Издательство Новосибирского государственного технического университета, 2012. С. 199-203.

Поступила в редакцию 24.05.2012

УДК 621.91

А.И. Грабченко, д-р техн. наук, В.А. Фадеев, д-р техн. наук,
Харьков, Украина

О СИСТЕМАХ МИКРО- И НАНОРЕЗАНИЯ

Рассмотрено понятие, структура и особенности систем микро- и нанорезания, сравнение их с конвенциональными системами резания, предложено классифицировать уровни систем нанорезания по содержанию в них количества нанообъектов.

Розглянуто поняття, структуру і особливості систем мікро- та нанорезання, порівняння їх з конвенціональними системами різання, запропоновано класифікувати рівні систем нанорезання по наявності в них кількості нанооб'єктів.

The concept, structure and systems, especially micro-and nanorezaniya, comparing them with the Conventional system Mami cut, asked to classify the levels of systems nanorezaniya in their content of nano-objects.

Развиваясь и познавая окружающую природу, человечество прежде всего обращало внимание на предметы и явления макромира. Когда пришло время, характеризующее бурным развитием инструментов познания, методов и средств моделирования, всепроникающего значения информационных технологий, ученые и работники различных отраслей производства, медицины, бизнесмены, аграрии и т.д. обращают свои взоры на объекты, различные эффекты и явления в нанометрической области (до 100 нм). Сегодня уже идет речь о практическом использовании нанотехнологий, являющихся междисциплинарным направлением, в комплексе охватывающем различные разделы науки и практики в области физики, механики, химии, биологии, электроники и т.д., для решения глобальных проблем, встающих перед человечеством [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. В соответствие с этим появилось множество новых терминов и понятий с приставкой «нано», используемой в значении «относящейся к нанодиапазону» материального мира: нанообъекты, нанокристалл, нанокластер, наноструктура, наносистема, наноматериалы, наноструктурированный материал, наноаука и др. [9, 10, 11, 12, 13].

Элементарными объектами нанотехнологии (наномасштабными, наноразмерными элементами), позволяющими искусственно конструировать функциональные материалы с заранее заданными свойствами и структурой, являются атомы, молекулы, атомные кластеры и частицы, нанопорошки, нанослойные покрытия, нанотрубки и нанотрубки, квантовые ямы, проволоки, точки и др.

В зависимости от предельно достижимой точности, которая обеспечивается рассматриваемыми процессами резания, их делят на традиционные (конвенциональные) – (с размерами от 100 мкм до 5 мкм), прецизионные (от 10 до 0,5 мкм), ультрапрецизионные (до 0,001 мкм). Следующий диапазон для микро- и нанорезания приближается к предельным теоретическим значениям, ограничением которых являются размеры молекул или атомов вещества (0,2-0,3 нм).

Понятие микрообработки предполагает реализацию различных процессов разделения материала режущим лезвием или модификациями этих процессов в микрометрическом диапазоне (от 1 мкм до 999 мкм), слишком малом для обработки традиционным резанием [14].

В отличие от конвенциональных процессов резания микро- и нанообработка ориентирована на новейшие технологии, которые базируются на изменении структуры молекул или материалов в нанометрическом диапазоне. В ряде случаев реальное удаление (съем) материала ограничивается приповерхностным слоем, толщина которого может составлять всего лишь несколько атомов или атомных слоев.

Таким образом, нанорезание относится к диапазону точности, верхней границей которого является нижняя граница микрорезания, а нижней – параметры кристаллической решетки вещества. При этом в нанометрическом диапазоне измеряются параметры сечения срезаемого слоя, уровень качества поверхности (Ra до 5 нм), размеры изделия (до 1 мкм). Приведенные численные значения диапазонов являются достаточно условными, поэтому рекомендуется воспринимать их как ориентировочные.

В соответствии с [15,16], система конвенционального резания (рабочий процесс) представляет собой сложный комплекс взаимозависимых и взаимообусловленных явлений и процессов, которые сопровождают отделение от заготовки срезаемого слоя и формирование новой поверхности: относительное движение заготовки и инструмента, упругие и пластические деформации и разрушение; стружкообразование, трение и адгезия на рабочих поверхностях инструмента; теплообразование и теплоотвод; наростообразование; износ инструмента; физико-химико-механические изменения обрабатываемого и инструментального материалов; электрические, химические, диффузионные и др. процессы. Принципиально важными объектами системы резания являются свойства обрабатываемых и инструментальных материалов, геометрические параметры режущего лезвия, радиус округления режущей кромки (r), параметры срезаемого слоя, технологическая среда.

Системы микро- и нанорезания от конвенциональных отличаются тем, что их составляющими являются нанообъекты, размеры которых (или их элементов), принято измерять в нанометрах в пределах до 100 нм. Речь идет, прежде всего, о конструкционных и инструментальных наноматериалах (наноструктурированных, наноструктурных, нанокристаллических, наноматричных). Эти материалы обладают качественно иными физическими, химическими, механическими, биологическими, функциональными и эксплуатационными характеристиками.

Полному содержанию понятия системы нанорезания соответствует такая, у которой все ее составляющие могут быть отнесены к нанообъектам:

- наноструктурированный конструкционный материал;
- наноструктурированный инструментальный материал;
- наноразмерные геометрические параметры режущего лезвия (например, ρ);
- нанометрические параметры срезаемого слоя (например, a);
- технологическая среда, в том числе содержащая твердые наночастицы (например, нанопорошок алмаза).

Реализация процесса резания в размерном нанодиапазоне обеспечивается чрезвычайно высокой прецизионностью и жесткостью станков, инструмента, высокой точностью относительных перемещений в системе, управлением и измерениями. Любая система нанорезания должна располагать чрезвычайно острыми, как правило, алмазными режущими инструментами, шпинделями на воздушных подушках, пневматическими и гидравлическими направляющими, высоким разрешением регулирования точности подачи, нейтрализацией вибраций, контролем температуры и т.д. Станки устанавливаются на гранитном основании, помещенном на пневмоподвеску. Переключающиеся элементы станка приводятся в движение серводвигателями посредством гидростатических винтов или напрямую посредством линейных двигателей. Шпиндель обычно оснащен аэрозастычками или гидростатическими подшипниками. Новейшие ультрапрецизионные станки имеют четырех или пятикоординатное числовое программное управление с разрешающей способностью менее одного нанометра за один шаг.

Такую систему резания можно рассматривать как идеальную систему первого уровня. На практике такого сочетания нанообъектов в системе резания достигнуть достаточно сложно.

В тоже время значимыми могут оказаться и даже такие сочетания, когда в обычную систему резания входит хотя бы один или несколько нанообъектов.

77

Как системы нанорезания второго уровня можно рассматривать такие, которые содержат хотя и не полный, но все-таки преобладающий состав нанообъектов. Пример системы нанорезания второго уровня: наноструктурированный обрабатываемый материал, наноструктурированный инструментальный материал, нанометрические параметры срезаемого слоя, нанометрический размер радиуса округления режущей кромки r .

К системам нанорезания третьего уровня можно отнести такие, в составе которых нанообъекты присутствуют, но не преобладают. Пример наносистемы третьего уровня: только наноструктурированный обрабатываемый материал и СОТС с наноразмерными добавками; второй вариант – только наноструктурированное покрытие на режущем инструменте, а остальные объекты системы резания – традиционные (конвенциональные).

Эти и другие понятия с приставкой «нано» позволяют идентифицировать нанообъект по геометрическому параметру (толщина пленки, размер кластера, диаметр нанотрубки и т.д.).

Но эту приставку «нано» следует воспринимать как обобщенное отражение объектов исследования, прогнозируемых явлений, эффектов и способов их описания, а не только как характеристики протяженности базового структурного элемента.

Тем не менее для системы нанорезания принципиальное значение имеет именно размерный диапазон параметров нанообъектов и их составляющих. Так, например, при резании инструментом из монокристалла алмаза радиус округления нанолезвия составляет от 2 до 45 нм, а толщина срезаемого слоя – до 1 нм.

Важнейшей предпосылкой реализации процессов микро- и нанорезания является потенциал такого нанообъекта системы резания, как наноструктурированный инструментальный материал (покрытие) на режущей части лезвийных инструментов, на нанопорошках из сверхтвердых и абразивных материалов.

Нанотехнологии получения инструментальных материалов обеспечивают повышение их прочности, твердости, теплопроводности, износостойкости и, как следствие, увеличения скорости резания, производительности обработки, повышение точности и качества обработанной поверхности, а также экономии обрабатываемых материалов. Немаловажным является возможность минимизации и даже полного отказа от применения СОТС, в первую очередь, токсичных.

Дальнейшее развитие процессов микро- и нанорезания стимулируется в большей мере достижениями миниатюризации сложных изделий и производства в целом, разработкой и реализацией нанотехнологий как межотраслевой

78

области знаний и научно-производственного опыта. На основе анализа атомистических моделей контактного взаимодействия нанообъектов системы нанорезания, методов молекулярной динамики могут быть установлены закономерности процессов локального удаления обрабатываемого материала (на атомно-молекулярном уровне), износа режущих инструментов и конструирования высококачественной физической поверхности.

Переключение внимания исследователей на изучение нанообъектов, явлений и эффектов в нанодиапазоне взаимодействия режущего клина и обрабатываемого материала открывает новые возможности познания этого уникального по сути и сложного по структуре процесса и создания на этой основе фундамента для выявления путей и средств коренного повышения производительности, качества и высокой экономичности микро- и нанотехнологий изготовления сложных изделий.

Список использованных источников: 1. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. Изво: ЭКСМО, 2009, 131с. 2. Bharat Bhushan (Ed.) – Handbook of Nanotechnology – Springer-Verlag / Berlin Heidelberg, 2010. – 1919 p. 3. Весткемпер Э. Введение в организацию производства [текст]: учеб. пособие / Весткемпер Э., Декер М., Эндоуби Л., Грабченко А.И., Доброскок В.Л.; пер. с нем.; под общ. ред. А.И. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008 – 376 с. 4. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику / Ю.И. Головин. – М: Машиностр., 2007. – 496 с. 5. Грабченко А.И. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие для студ. выс. учеб. заведений / А.И. Грабченко, Ю.И. Внуков, В.Л. Доброскок, Л.И. Пуляк, В.А. Федеев; под ред. А.И. Грабченко – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 396с. На рус. яз. 6. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию / перев. с японского, 2-изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 – 134 с. 7. Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф., Ибрагимов И.М. Основы нанотехнологий в технике: Учебное пособие. – М.: Изво МГОУ, 2006. – 240 с. 8. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэне; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005 – 336 с. 9. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения: Учебное пособие / Б.М. Белоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов и др. – М. АгроПресс-Дизайн, 2007. – 102 с. 10. Шевченко В.Я. О терминологии: наночастицы, наносистемы, наноконструкции, нанотехнологии / Микросистемная техника. № 9, 2004. – с. 2-4. 11. Валеев Р.З. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. / Р.З. Валеев, И.В. Александров. – М.: Логос, 2000. – 272 с. 12. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2005. – 416 с. 13. Азаренков Н.А. Наноматериалы, нанополы, нанотехнологии. / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев и др. – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. – 209 с. 14. Davim J. Paulo, Jackson J. Mark – Nano and Micromachining, – ISTE – Wiley, London, 2009. – 312 p. 15. Клушин М.П. Оптимизация условий резания на технологической операции / М.П. Клушин // Оптимизация технологических процессов механосборочного производства: Сб. докладов Всесоюзной науч.-техн. конф. – М.: Станкин, 1978. – С. 17-23. 16. Мазур М.П. Основы теорії різання матеріалів: підручник [для виш. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залоза, Ю.К. Новосолов, Ф.Я. Якубов; під заг. ред. М.П. Мазура – Львів: Новий Світ – 2000, 2010. – 422 с.

Поступила в редколлегию 15.06.2012

79

УДК 621.9.01

Деревянченко А.Г., д-р техн. наук, Бабилунга О.Ю., канд. техн. наук, Соценко А.О., Долинский А.О., Одесса, Украина

НОВЫЙ ПОДХОД К РАСПОЗНАВАНИЮ СОСТОЯНИЙ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАБОТОСПОСОБНЫХ И ОТКАЗВШИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Приведены результаты разработок нового подхода к распознаванию состояний изношенных и отказавших режущих инструментов. Он основан на использовании нового метода определения классов важной составляющей состояния поверхности инструмента – ее текстуры – по комплексу признаков. Среди признаков текстур поверхностей инструментов впервые использованы марковские поля. Компьютерное моделирование соответствующей интеллектуальной системы подтвердило перспективность применения данного подхода для распознавания различных классов текстур поверхностей изношенных и отказавших инструментов.

Приведені результати розробок нового підходу до розпізнавання станів зношених і відмовивших режущих інструментів. Він заснований на використанні нового методу визначення класів важливої складової стану поверхні інструменту – її текстурі – по комплексу ознак. Серед ознак текстур поверхонь інструментів вперше використані марківські поля. Комп'ютерне моделювання роботи відповідної інтелектуальної системи підтвердило перспективність застосування даного підходу для розпізнавання різних класів текстур поверхонь зношених та відмовивших інструментів.

The results of developments of a new approach to recognition of worn-out and failed cutting tools are resulted. He is based on the use of a new method of recognition of classes of important part of tools surface state – its texture – on the complex of signs. Among the signs of texture tools surfaces the markovskie fields are first used. Computer design of the intellectual system work confirmed perspective of application of this approach for recognition of different classes of worn-out and failed cutting tools surfaces textures.

При разработке систем автоматизированного и автоматического распознавания состояний режущих инструментов (РИ) прецизионной обработки широкое применение находят системы технического зрения (СТЗ) [1]. Регистрируемые СТЗ цифровые изображения контактных поверхностей РИ в работоспособных состояниях (режущая часть (РЧ) частично изношена) и состояниях отказов (пределный износ, множественные выкрашивания, сколы РЧ) обеспечивают формирование контуров зон дефектов, вычисление соответствующих признаков. При этом оценка типов (классов) текстур поверхностей является неотъемлемым элементом процесса многоуровневого распознавания состояний инструментов. Поэтому тематика данной статьи представляется актуальной.

Анализ предыдущих исследований. Составной частью комплекса для автоматического контроля, диагностики и прогнозирования остаточного ресурса РИ является система интеллектуального анализа изображений РЧ [1, 2]. Здесь распознавания классов текстур поверхностей РЧ выполнялось с ис-

80