ЗОНДОВЫЕ МИКРОСКОПЫ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ И БИОСЕНСОРЫ

SCANNING PROBE MICROSCOPES, MACHINING CENTERS AND BIOSENSORS

А.Ахметова*, И.Яминский* / yaminsky@nanoscopy.ru

A.Ahmetova*, I.Yaminsky*

В 1993 году "Центр перспективных технологий" создал сканирующий зондовый микроскоп "ФемтоСкан", в котором аналоговая электроника была заменена цифровой, а контроль за всеми процессами сканирования, слежения и обработки стал выполнять сигнальный процессор. Приобретенный за последующие годы богатый опыт позволил разработать не только многофункциональный быстродействующий зондовый микроскоп нового поколения "ФемтоСкан X", но и расширить номенклатуру продукции, включив в нее обрабатывающие центры на основе числового программного обеспечения и биосенсоры на единичные патогены – вирусы и бактерии.

In 1993, Advanced Technologies Center has created a FemtoScan scanning probe microscope in which analog electronics were replaced by digital, and a signal processor was used for control of all scanning processes, tracking and processing. Acquired over the years extensive experience has allowed to develop FemtoScan X, the versatile high-speed scanning probe microscope of new generation, but also to expand the range of products, including the production of CNC machining centers and biosensors for single pathogens, viruses and bacteria.

В основу всех разрабатываемых "Центром перспективных технологий" приборов положена цифровая электроника, умные микроконтроллеры, сигнальные процессоры и программируемые логические интегральные схемы, высокоточные цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, специализированное программное обеспечение. Итак, наш рассказ о производстве микроскопов, обрабатывающих центров и биосенсоров.

ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СКАНИРУЮЩИЙ ЗОНДОВЫЙ МИКРОСКОП "ФЕМТОСКАН X"

Эффективность методов СЗМ, таких как сканирующая туннельная микроскопия и атомно-силовая микроскопия и их успешное применение для исследований самых разнообразных объектов обусловлено следующими факторами [1]:

- простотой и высокой эффективностью методик;
- возможностью проводить исследования с высоким пространственным разрешением в широком интервале температур на воздухе, в вакууме,

в жидких и газообразных средах, в присутствии внешних электромагнитных полей и др.;

- возможностью сочетания различных методик СЗМ для получения наиболее полной информации об объекте;
- хорошей совместимостью с другими методами исследования механических, оптических, электрических и магнитных свойств объектов;
- возможностью локального активного воздействия на структуру и свойства исследуемых объектов.

Российский рынок СЗМ составит в 2015 году 123 млн. долл. В настоящее время 7% всех производимых в мире СЗМ выпускается российскими предприятиями, причем ежегодно они увеличивают выпуск своей продукции примерно на 11%.

Разработанный "Центром перспективных технологий" высокоскоростной СЗМ "ФемтоСкан X" характеризуется высокой механической стабильностью, позволяющей обойтись без платформы виброзащиты, низким температурным дрейфом (интегральный суточный дрейф менее 20 нм) и простой в обслуживании конструкцией. Возможно

* Центр перспективных технологий / Advanced Technologies Center

Рынок сканирующих зондовых микроскопов (источник – Milestone)

Market for scanning probe microscopes (source – Milestone)

полнофункциональное управление всеми режимами измерений через Интернет с синхронной передачей данных неограниченному числу санкционированных пользователей. СЗМ комплектуется удобным и эргономичным программным обеспечением, обеспечивающим криптографическую защиту передаваемых данных.

"Центр перспективных технологий" планирует создание цифрового производства ультрапрецизионного измерительно-аналитического оборудования, которое позволит снижать себестоимость и повышать конкурентоспособность продукции, заранее определять оптимальные размещение оборудования и организацию материальных потоков, сокращать расходы при запуске новых изделий благодаря виртуальной проверке управляющих программ.

В результате проекта будет создано производство СЗМ для персонифицированной медицины. В частности, для вирусологии сканирующая зондовая микроскопия может быть полезна как в целях диагностики, так и при разработке противовирусных препаратов. Уже разработаны методы для обнаружения единичных вирусных частиц размером 30–100 нм, в том числе вируса гриппа А. Важной задачей является изучение свойств белков, обеспечивающих физико-химическую стабильность вирусов, межклеточный транспорт вирусов и другие важнейшие функции. В области молекулярной диагностики созданы новые подходы, направленные на повышение эффективности определе-

ния ДНК с использованием высокоспецифичной гибридизации на аффинных поверхностях и наноструктур золота в качестве метки.

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ

Первоначально применение станков с ЧПУ связывалось, в первую очередь, с серийным производством, для которого характерны обработка деталей партиями и частые переналадки оборудования. В настоящее время станки с ЧПУ широко применяются в единичном, серийном и массовом производстве, обеспечивая мобильность при переходе к новым моделям изделий [2].

Станки с ЧПУ позволяют значительно сократить объем специальной оснастки, брак, а также снизить затраты на хранение деталей и оснастки. Программное управление обеспечивает повышение загрузки оборудования. Например, по сравнению с обычными универсальными токарными станками доля времени резания в общих затратах времени увеличивается в 2–3 раза. Еще в 1980-е годы было отмечено, что применение станков с ЧПУ обеспечивает рост производительности механической обработки в 1,2–2,7 раза. [3].

За последние два десятилетия производство металлообрабатывающих станков в России сократилось почти в 20 раз: с 70 тыс. до 3 тыс. Лидерами мирового рынка станкостроения являются Китай, Германия, Италия, Южная Корея и Тайвань [4], а Россия находится в третьем десятке рейтинга. При этом на внутреннем рынке, объем которого по оценке "Станкоимпорта" составляет 1,5 млрд. долл., продукция отечественных станкостроителей занимает всего 10%.

С точки зрения Минпромторга России, на импортозамещение в станкостроении уйдет до семи лет. Ключевыми направлениями ведомство считает многокоординатную обработку, ультрапрецизионное оборудование, тяжелые станки и металлообрабатывающий инструмент.

Для удовлетворения спроса на высокоавтоматизированное оборудование российского производства "Центр перспективных технологий" разработал многоосевые фрезерно-гравировальные обрабатывающие центры портального типа с числовым программным управлением, предназначенные для 2D-, 2.5D- и 3D-фрезерной обработки любых пород дерева, композитов из дерева, всех видов пластиков, а также мягких металлов и сплавов, например, алюминия и дюралюминия. Основные особенности обрабатываемого центра можно рассмотреть на базе модели АТС 3000:

Сканирующий зондовый микроскоп "ФемтоСкан X"
FemtoScan X scanning probe microscope

Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ ATC 6000
ATC 6000 CNC milling and engraving machine

- высота пролета портала 200 мм позволяет обрабатывать габаритные заготовки, в том числе, изделия в сборе (например, для гравирования маркировки), а также дает возможность установки четвертой оси;
- по оси Z предусмотрен ход шпинделя за пределы зоны обработки с запасом на фрезу (70 мм) и холостые ходы (10 мм), что обеспечивает удобство замены фрез;
- благодаря использованию четырех приводов, два из которых несут портал станка (сдвоенная ось Y), повышена жесткость конструкции и возможна автоюстировка портала на перпендикулярность осей;
- применение шпинделя с водяным охлаждением обеспечивает низкий шум при работе, малый разброс мелких продуктов обработки даже без применения насадки аспирации (так как отсутствует воздушный поток), что важно при использовании четвертой оси;
- зубчатые рейки с классом точности C7 более устойчивы к пыли, чем шарико-винтовая передача;
- по всем осям установлены бесщеточные сервоприводы вместо шаговых двигателей.

3D-обрабатывающие центры торговой марки АТС уже работают на производстве. Следующий шаг – создание полнофункциональных цифровых станков для обработки всего спектра конструкционных материалов, в том числе стали, чугуна, титана и прочих.

БИОСЕНСОРЫ

Биосенсоры востребованы в медицине, ветеринарии и животноводстве, в пищевой промышленности для контроля качества продуктов, в экологии

для мониторинга содержания опасных веществ в воздухе, воде и почве, в военной технике для обеспечения биологической и химической защиты, а также в других областях. В перечне критических технологий, утвержденном указом президента РФ от 7 июля 2011 года № 899, третьим пунктом указаны биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии. Российский рынок мобильных биосенсоров составляет около 1,5–2% от мирового. Ожидается, что в текущем году его объем составит 18 млрд. руб. Прогнозируемые темпы роста в 2016–2017 годах – 10% [5].

Создание высокотехнологичного производства биосенсоров для ранней диагностики позволит выявлять инфекции на ранней стадии всего за 5 мин. Мобильность системы даст толчок для развития самодиагностики. В перспективе при помощи высокоскоростного зондового микроскопа, конфигурируя прибор под разные задачи, можно определять утечки газов, чистоту воды, массу вируса или бактериальной клетки с точностью до 10–19 г, контролировать лекарства и проводить тесты на допинг в спортивной индустрии.

Главное отличие прибора, созданного "Центром перспективных технологий", – использование нескольких пар "лазер – кантилевер", что позволяет определять поверхностное натяжение только тех компонентов раствора, которые необходимы. Дополнительно применяются пьезоэлектрические дисковые кантилеверы.

Прибор предназначен для научно-исследовательских и измерительных работ в сфере нанотехнологий, изучения живых клеток, биопроцессов и нанотехнологий, медицинской диагностики, разработки косметических и лечебных препаратов, а также производственных задач – настройки бездефектного производства, контроля при обработке материалов.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Без должного внимания к системе подготовки кадров производство не будет развиваться. Срок подготовки конструктора или инженера к самостоятельной работе после окончания вуза – от 3 до 6 лет. Поэтому "Центр перспективных технологий" разработал программы переподготовки и повышения квалификации в рамках центра молодежного инновационного творчества "Нанотехнологии". Программы ориентированы на инновационные проекты по производству измерительно-аналитического оборудования для нанотехнологий в сфере материаловедения, биологии и медицины. В ЦМИТ "Нанотехнологии" студенты и школьники с первых занятий могут получать производственный опыт, трансформировать знания в технологии, обрести тягу к созданию новых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Миронов В.Л.** Сканирующая зондовая микроскопия твердых наноструктур. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра физ.-мат. наук. Нижний Новгород, 2009.
2. **Бабук И.М.** Методика расчета экономической эффективности применения станков с ЧПУ. – Минск: БНТУ, 2013.
3. **Пятницкий А.** Станки ЧПУ (экономическая эффективность применения станков с ЧПУ). http://www.125130.ru/index.php?categoryid=53&p2_articleid=2335
4. **Зубарева И.** Шпинделей маловато // Российская Бизнес-газета. Промышленное обозрение. №983 (4).
5. **Балякин А.А., Малышев А.С., Мамонов М.В., Тараненко С.Б.** Особенности развития и внедрения медицинских биосенсоров в Российской Федерации // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–7.