

НАНОТОКАРЬ – ЭТО СЕРЬЕЗНО

И.Яминский^{1,2}, А.Ерофеев¹, Г.Киселев¹, Д.Колесов¹, А.Протопопова^{1,2}
yaminsky@nanoscopy.net

Для современных обрабатывающих центров диапазон нано – дело вполне привычное. Лидер электроискровой и механообработки японский концерн Sodick с 2000 года выпускает станок Sodick Ultra Nano 100 с субнанометровыми линейками разрешением 0,07 нм, предназначенный для производства микро- и нанооптических устройств: дифракционных решеток, световодных пластин, сферических и несферических линз. Достигаемая шероховатость поверхности с помощью другого станка – фрезерного центра Sodick AZ150 – 11 нм. Статья посвящена механообработке материалов на наноуровне, однако в ее названии заложен и другой смысл.

В настоящее время число токарей, фрезеровщиков, полировщиков и других станочников в России находится действительно на наноуровне от их количества в лучшие годы механообрабатывающей промышленности СССР. В результате, токарь стал исчезающей и очень малочисленной профессией. Именно в такой ситуации приходится говорить о НаноТокаре.

Производственно-технологическое отставание России

Ориентация страны на инновационное развитие предполагает приоритет материально-технических, инженерных и производственных направлений, которые обеспечат в кратчайшие сроки воплощение научных идей в практический коммерческий результат. Россия, несомненно, богата талантливыми учеными и оригинальными идеями. Об этом написано и сказано много. Вместе с тем технологическое, производственное и инфраструктурное отставание от высокораз-

витых индустриальных стран – США, Японии, Германии, Южной Кореи – приводит на практике к очень медленному внедрению научных достижений, хотя достаточно простой анализ и свидетельствует, что доходность от вложений в интеллектуальные разработки превышает этот показатель для нефтяной, газовой и других отраслей современной индустрии.

Существует ли выход из технологического отставания России?

Краткий и простой ответ – да. Подтверждение этому можно найти в современной истории: успехи российской космонавтики, заложившей высокий технологический потенциал в 50–70-е годы прошлого столетия, и успешно работающей в настоящее время. Наличие уникальной ядерной энергетики – еще один пример воплощения в высокотехнологическую продукцию результатов напряженного интеллектуального труда большого числа ученых, инженеров и специалистов.

Сейчас в России сложилась уникальная ситуация. Руководство страны объявило

курс на модернизацию и приняло в этом направлении практические шаги. Для реализации такого курса необходимы энергия и страсть большей части трудоспособного населения страны. Именно тогда добровольные объединения и различные инновационные структуры, как "центры кристаллизации", будут способствовать быстрому старту инноваций в стране.

Каковы первые шаги такого процесса?

Важно реализовать на практике простую цепочку: инженерно-технологическое обучение – создание инфраструктуры – прототипирование – производство.

Существует важная особенность современного инженерного образования, часто ускользающая из сферы внимания специалистов, а именно, неминуемое срастание инженерного дела со знаниями из физики, химии, биологии и медицины. Приведем лишь один яркий пример из недалекого прошлого. В 1986 году Нобелевский комитет вручил премию по физике ученым-физикам за инженерную разработку – создание

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова.

² Центр перспективных технологий.



сканирующего туннельного микроскопа. Глубокое понимание сути физических явлений позволило Г.Биннигу и Х.Рореру создать простое и эффективное техническое решение по визуализации атомов и молекул с помощью заточенной иглы, пьезокерамического манипулятора-трипода, сейсмического фильтра, инерционной системы позиционирования и управляющей электроники.

В приведенном примере невозможно разделить роли инженера и ученого-физика. Их умения слились воедино, и на выходе получился перспективный, очень важный результат.

Где же находится начальный центр кристаллизации инноваций?

Статистика такова: были годы, когда до 80% открытий в нашей стране делались в МГУ имени М.В.Ломоносова. Можно, конечно, заявить о предвзятости тех, кто подсчитывает, но, как сейчас модно говорить, тренд заметен.

Ведущие специалисты ясно осознали необходимость инженерного образования. В результате на базе физического и химического факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова появился факультет фундаментальной физико-химической инженерии. В этом месте физика, химия и инженерное искусство объединились в одно целое. В МГУ давно и успешно работает факультет биоинженерии и биоинформатики. Сочетание биологии и инженерии – биоинженерия – не просто сумма, а пример синергического эффекта, когда при сложении двух направлений производительность процесса возрастает в три и более раз.

Работает простая формула:
Наука + Инженерия =
Результат.

В цифровой записи это выглядит так:

$$1+1>2.$$

Это и есть математическое выражение инноваций.

Конкретные шаги сегодняшнего дня

Сейчас в России четко проявляется проблема нехватки в области точного машиностроения талантливых и целеустремленных молодых людей, обладающих навыками работы на станках с ЧПУ (числовым программным управлением). Производство не представляется студентам стоящим и интересным, их редко привлекает производственная карьера. В то же время, образовательные учреждения не имеют тесных взаимоотношений с лидерами технологической отрасли, и у них отсутствует четкая концепция, как заинтересовать в этом студентов.

В стране наблюдается не только дефицит молодых специалистов, но и практически полностью отсутствуют состоявшиеся профессионалы, обладающие реальным опытом работы на современных производственных центрах для точной механообработки. Подавляющее большинство профессионалов в области токарного дела и фрезерования работают со станками старого образца. Количество же образовательных центров, где слушатели могут обучиться работе на современном оборудовании крайне мало, учить молодых специалистов некому. Вместе с тем существует настоятельная потребность в обучении таких специалистов и повышении квалификации работников реального производства.

При поддержке РОСНАНО на базе МГУ имени М.В. Ломоносова была внедрена программа опережающей профессиональной переподготовки, ориентированная на инвестиционные проекты по производству измерительного оборудования для нанотехнологий в сфере материаловедения, биологии и медицины. По программе осуществляется подготовка высоко-

коквалифицированных кадров по трем направлениям:

- конструкторы;
- технологи;
- инженеры-операторы.

С целью достижения наибольшей эффективности производство разделяется на технологические этапы: конструирование, разработка технологии производства, механическая обработка, причем существуют узкоспециализированные навыки и знания, свойственные определенным компетенциям.

Важно отметить, что оформление чертежей с помощью карандаша и рейсшины стало архаизмом и не соответствует потребностям современного производства. На первый план выходит специализированное программное обеспечение, позволяющее эффективно справляться с созданием многоуровневых чертежей с большим количеством информации. В самом деле, для разработки в кратчайшие сроки качественных конкурентоспособных промышленных изделий, что продиктовано жесткой борьбой на рынке машиностроения, определяющее значение приобретает квалификация конструктора в области 3D-проектирования изделий.

В рамках образовательной программы создан ознакомительный курс с программной оболочкой SolidWorks, занимающей лидирующие позиции среди современных САПР (систем автоматизированного проектирования) и предлагающей проектировщику практически весь необходимый для высококачественной работы инструментарий. На первых же занятиях происходит обучение навыкам создания трехмерных деталей и демонстрируется, какие широкие горизонты для творчества открывает знание современных САПР. Из созданных деталей на последующих занятиях будущий специалист учится делать сборки и может сдать свое изделие в производство, представив чертежную

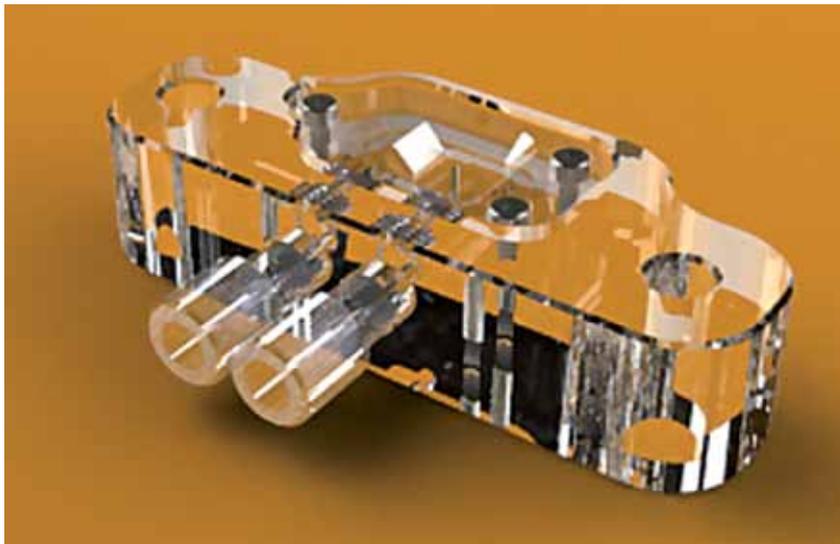


Рис.1. Модель ячейки прибора БиоСкан (разработка Центра перспективных технологий и Академии биосенсоров)

документацию, которая средствами SolidWorks практически автоматически генерируется из трехмерных моделей (рис.1).

Специалист, обучающийся по направлению "конструктор", проходит основы SolidWorks Simulation, что позволяет ему моделировать поведение и свойства разрабатываемых изделий. Научившись отслеживать на этапе конструирования противоречия и интерференцию между частями изделия, он в состоянии избежать многих ошибок на стадии производства. В частности, благодаря возможностям визуализации обучающийся может представлять проекты в более наглядном виде (рис.2).

Дополнением к автоматизированной разработке механических узлов является система САМ (Computer-aided manufacturing), позволяющая проводить подготовку технологического процесса производства изделий. Этот программный комплекс дает возможность упростить и автоматизировать длительное и скрупулезное программирование оборудования с ЧПУ.

В целом, рассматриваемый курс, несомненно, позволит научить современного технолога создавать управля-

ющие программы для фрезерного станка с помощью пакета CamWorks, который является дополнением к среде разработки SolidWorks. В результате будущий специалист научится создавать программы обработки для современного фрезерного оборудования (рис.3).

Создание современного аналитического оборудования ставит перед производством новые задачи. В частности, для изготовления сложных изделий с высоким качеством обработки

поверхностей требуются соответствующие производственные технологии, например, использование станков с ЧПУ.

Благодаря расчету траекторий движения инструмента появляется возможность изготавливать детали любой сложности, однако для успешного выполнения производственного цикла со станками должен работать квалифицированный персонал. В рамках обсуждаемой образовательной программы был подготовлен курс, который дает знания основ работы на вертикальном обрабатывающем центре и токарно-фрезерном станке с ЧПУ (рис.4). Во время обучения будущий специалист знакомится с возможностями автоматизированной обработки деталей, получает навыки составления программ; благодаря работе на реальном станке закрепляет полученные знания на практике. В результате полученных навыков у специалиста формируются правильные подходы к обслуживанию станка, что позволит производственным компаниям получать максимальную отдачу от имеющихся мощностей.

Программа опережающей профессиональной переподготовки позволяет готовить кадры, способные организовывать техно-



Рис.2. Модель сканирующего зондового микроскопа "ФемтоСкан" новой версии (Центр перспективных технологий)

логический процесс и работать на электроэрозионных (электроискровых) станках, изготавливая детали различной конфигурации. Наиболее критичным требованием при использовании таких станков является хорошая электропроводимость обрабатываемых материалов, среди которых – сталь различной твердости, хром, титан и т.д. Благодаря применению ЧПУ можно обрабатывать детали любой сложности, причем металлообработка осуществляется на современных станках, позволяющих работать с заготовками, состоящими из множества слоев, что очень важно в современных прецизионных устройствах.

В целом следует отметить – в своей практической деятельности авторы статьи стараются реализовать концепцию "Университет-Завод". Суть и предпосылки ее успеха состоят в следующем:

- завод – это то место, где идеи, родившиеся в стенах университетов, воплощаются в материальные изделия и коммерческие продукты;
- российские ученые постоянно демонстрируют высокую квалификацию и умения, что подтверждается хотя бы тем фактом, что они – желанные гости многих зарубежных научных центров;

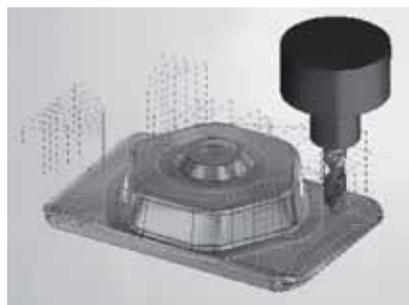


Рис.3. Имитация фрезерной обработки заготовки в программе CamWorks

- обучение в ведущих университетах России отвечает самым высоким требованиям международного рынка труда.



Рис.4. Вертикальный обрабатывающий центр HURCO VMX1 с ЧПУ (совместный проект МГУ имени М.В.Ломоносова и Академии биосенсоров)

Именно поэтому на ярмарки вакансий, проводимые в МГУ имени М.В.Ломоносова, съезжаются в поисках нужных выпускников представители мировых лидеров хай-тека из стран Европы, США, Японии и Южной Кореи, где уже успешно внедрена в жизнь цепочка "Университет-Завод". Эффективно работает и обратная связь "Завод-Университет", когда заводы заказывают научные исследования в университетах.

На этом пути Россия делает первые шаги. Основная проблема – не в высшей школе, где все более-менее в порядке, а в том, что большинство российских заводов находится в плачевном состоянии и располагает устаревшим оборудованием. Именно университеты могут стать генераторами идей для новых производств и заводов. Несомненно, со временем заработает и обратная цепочка "Завод-Университет", и российские заводы начнут заказывать исследования в национальных вузах.

Все описанное уже находит свою практическую реализацию на заводе "Союз", что на Лужнецкой набережной, где в строении № 53 скоро откроется производственная площадка. Там же будет проходить обучение по программе РОСНАНО, МГУ имени М.В.Ломоносова и Центра перспективных технологий с глубоким по смыслу наименованием "НаноТокарь".

Выражаем искреннюю благодарность за помощь МГУ имени М.В.Ломоносова, ЗАО "СодикоМ-Центр", Фонду инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО по выполнению проекта "Разработка программы опережающей профессиональной переподготовки и учебно-методического комплекса, ориентированных на инвестиционные проекты по производству измерительно-аналитического оборудования для нанотехнологий в сфере материаловедения, биологии и медицины".