



НАНОТОКАРЬ

NANO-LATHE

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.11.5.446.448

А.Ахметова^{1, 2, 3}, Ю.Белов^{1, 2, 3}, И.Яминский^{1, 2, 3} / yaminsky@nanoscopy.ru
A.Akhmetova^{1, 2, 3}, Yu.Belov^{1, 2, 3}, I.Yaminsky^{1, 2, 3}

Повышение качества изготовления отдельных деталей обеспечивает рост конкурентоспособности собранных из них изделий. В таких отраслях, как аэрокосмическая, приборостроительная, автомобильная, подшипниковая промышленности постоянно повышаются требования к точности и надежности оборудования. Нанометровая точность – цель, к которой стремится машиностроение несколько последних десятилетий.

Improving the quality of manufacturing of individual parts ensures the growth of competitiveness of the products assembled from them. In such industries as aerospace, instrument-making, automotive, bearing industries, the requirements for equipment accuracy and reliability are constantly increasing. Nanometer accuracy is the goal to which mechanical engineering has been striving for the last few decades.

Для изготовления сложных изделий с высоким качеством обработки поверхностей требуются современные производственные технологии. Одним из таких решений является использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Благодаря цифровому расчету траекторий движения инструмента на этом оборудовании можно изготавливать детали любой сложности. Поэтому токари и фрезеровщики передовых производств являются уже не просто рабочими-станочниками, а программистами высокого класса, специалистами в области материаловедения, физики, математики и инженерных наук.

Для подготовки специалистов нового поколения центр молодежного инновационного творчества (ЦМИТ) "Нанотехнологии", созданный при поддержке правительства Москвы, проводит обучение школьников основам механообработки и 3D-проектирования. В центре имеются четыре фрезерно-гравировальных станка АТСNano, позволяющих создавать небольшие детали, прототипы и сувенирную продукцию [1, 2]. Благодаря своей многофункциональности такие модульные обрабатывающие центры могут быть востребованы в общеобразовательных учреждениях в качестве интерактивного обучающего комплекса для детей [3].

Занятия по механообработке стали еще более доступными после запуска на образовательной

платформе "Стемфорд" онлайн-курса "Нанотокарь". "Стемфорд" – это образовательная онлайн-платформа, на которой школьники могут получать дополнительное образование по естественно-научным и инженерным тематикам (проект реализуется АНО "Электронное образование для nanoиндустрии" при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ).

В рамках курса "Нанотокарь" на сайте stemford.org вы узнаете, в частности, как устроены фрезерные, токарные, электроискровые станки, как определить шероховатость изготовленной детали, как спроектировать будущую модель и в какой программе ее можно нарисовать. Успешно прошедшие курс получают соответствующий сертификат. Ранее при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ был разработан одноименный учебно-методический комплекс по механообработке, который развивается и по сей день [4].

Помимо обучения, в ЦМИТ "Нанотехнологии" постоянно разрабатываются новые технологии создания станков и совершенствуются существующие модели обрабатывающих центров. В частности, ведется проектная работа по созданию малогабаритного станка АТС-220Е с автоматической сменой режущего инструмента, которая позволит минимизировать ручной труд и ускорит процесс создания деталей. Такой станок незаменим для прототипирования

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова (1, Ленинские Горы, Москва, 119991) / Lomonosov Moscow State University (GSP-1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia).

² ООО НПП "Центр перспективных технологий" (1, строение 75Г, Ленинские горы, Москва, 119234) / Advanced Technologies Center Ltd. (1, building 75G, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russia).

³ ООО "Энергоэффективные технологии" (1, стр. 75Г, Ленинские Горы, Москва, 119234) / Energy Efficient Technologies Ltd. (1, building 75G, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russia).

и моделирования, а также обучения. Если большие станки нерентабельно использовать в образовательных целях, то небольшой полнофункциональный обрабатывающий центр может стать средством решения и производственных, и образовательных задач.

Применение линейных направляющих и шарикоподшипниковых передач дает преимущество за счет значительной скорости рабочих и холостых перемещений (по сравнению с подвижными элементами станков, работающих на парах трения скольжения). За счет предварительного натяга в парах трения качения удается минимизировать люфты в сопряжениях. Установка современных недорогих сервошаговых приводов по трем осям содействует достижению точности позиционирования в 5 мкм, а с учетом прямого соединения винта и привода точность получившегося изделия после высокоскоростной обработки будет зависеть только от качества инструмента и первоначально заданной координаты на детали.

Система обратной связи на сервоприводах физически устанавливает повторяемость обработки на станке в 5 мкм. Комплекс автоматической смены инструмента включает мотор-шпиндель с пневматическим приводом замены инструмента, автономную систему активного охлаждения шпинделя, а также манипулятор на базе актуатора с магазином на десять инструментов. Мини-компрессор с ресивером для питания только системы смены размещен в блоке управления станком и обеспечивает производительность в 15 л/мин, что достаточно для разжима цанги шпинделя при замене инструмента. Такое решение позволит обойтись, во-первых, без монтажа дополнительной пневматической линии и покупки отдельного промышленного компрессора, во-вторых, решит вопрос ручного зажима и выставления инструмента в шпинделе, сокращая трудозатраты при наладке и эксплуатации станка.

Весь инструмент, необходимый для определенного цикла обработки, предварительно отъюстирован по длине вылета и программно определен в компьютерном комплексе центра. Дополнительные программные элементы разрабатываются на базе ПО для ЧПУ PureMotion – отлично зарекомендовавшего себя доступного и стабильного средства для управления автоматизацией. Вместе с защитным корпусом и справочно-методическими материалами пользователь получает простой для освоения производственный мини-комплекс на рабочем столе, пригодный для создания как опытных образцов, так и мелких серий прецизионной продукции из металлов и сплавов.

АТС-220Е имеет следующие преимущества по сравнению с аналогами:



Рис.1. Обрабатывающий центр АТСNano на Московском международном салоне образования 2018. Мероприятие посетили более 55 тыс. человек

Fig.1. ATCNano machining center at Moscow International Salon Education Fair 2018. More than 55 thousand people attended this event

- многофункциональность (автоматическая смена инструмента, система безопасности);
- точность 10 мкм, повторяемость 5 мкм;
- быстродействие (скорости рабочих перемещений – до 8 м/мин);
- срок поставки – не более 1,5 мес. после заказа;
- наличие сопроводительной документации (паспорт, инструкция по эксплуатации, учебно-методические материалы);
- низкая стоимость (в три раза ниже по сравнению с американскими и европейскими аналогами).

Таким образом, по совокупности основных параметров и характеристик разрабатываемый станок АТС-220Е имеет существенные конкурентные преимущества в сегменте оборудования для обучения и мелкосерийного производства.

Желающие познакомиться с основами механообработки могут записаться на курс "3D-проектирование



Рис.2. Пример производства мелкой серии: колокола коллекторных прецизионных двигателей, требующие при изготовлении использования шести различных инструментов
Fig.2. Example of small batch: bells for precision commutator motors requiring use of six different instruments in manufacturing

в SolidWorks и механообработка" в ЦМИТ "Нанотехнологии" (подробнее о курсе – на сайте <http://dopobr.phys.msu.tilda.ws>).

Авторы выражают искреннюю благодарность правительству Москвы, Департаменту науки, промышленной политики и предпринимательства г. Москвы, Минэкономразвития России (договор №8/3-63ин-16 от 22.08.16) и Фонду содействия инновациям. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-29-06290.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Akhmetova A., Belov Yu., Meshkov G., Yaminsky I. 3D positioning systems in precise processing of materials. NANOINDUSTRY. 2017. No. 1 (71). P. 102–104. (In Russian).
2. Yaminsky I. Secret of muddler. NANOINDUSTRY. 2017. No. 3 (73). P. 72–75. (In Russian).
3. Akhmetova A., Belov Yu., Yaminsky I. Modular multiaxis machining center for nanoindustry. NANOINDUSTRY. 2016. No. 6 (68). P. 82–84. (In Russian).
4. Yaminsky I., Erofeev A., Kiselev G., Kolesov D., Protopopov A. Nanotokar' – eto ser'yezno [Nanoturner, it is serious]. NANOINDUSTRY. 2011. No. 4 (28). P. 52–55. (In Russian).

НАНОТЕХНОЛОГИИ ПОМОГУТ РЕШИТЬ ПРОБЛЕМУ ГОЛОДА В МИРЕ



Продукты нанотехнологий, возможно, уже в ближайшем будущем кардинально изменят традиционные технологии сельского хозяйства. Непрерывно возрастающие потребности человечества в пище требуют либо увеличения эффективности выращивания и производства продуктов питания, либо перехода на полностью синтезированную, искусственно воспроизводимую съедобную массу, не отторгаемую организмом и не наносящую ущерба генетике и механизмам продолжения человеческого рода. Согласно прогнозам ООН, население Земного шара к 2015 году превысит 8 млрд человек. Такой массе людей необходима пища, и в силу некоторых ограничений, таких как недостаточное количество плодородных почв и дождей осадков во многих частях нашей планеты, заставляет искать новые пути увеличения производства продуктов питания. Например, наносенсоры могут использоваться для увеличения эффективности полива. Одна из молодых компаний, Flybird Innovations, увеличивает эффективность и урожайность, используя "умные" системы орошения. Ею были разработаны и выпущены две автоматические системы полива на основе нанотехнологий, позволяющих уменьшить потребление

воды, энергии и человеческих ресурсов. Компанией разработаны системы, помещающие удобрения в грунт в определенные временные интервалы. Целью таких систем является снижение потребления воды и химических удобрений в сельском хозяйстве. Системы полива, разработанные в этой компании, используют нанотехнологии и могут быть запрограммированы на неделю работы без участия человека. Встроенные LED-сенсоры определяют погодные условия окружающей среды и оптимальным образом регулируют расход воды для полива на основании оценки объемов выпавших осадков. В другой компании, NanoLabs, разработали систему ASAR, позволяющую сэкономить 20-50% воды в зависимости от типа грунта. В ней же созданы системы агрооборудования, уменьшающие количество поступающих в почву пестицидов и увеличивающие рост бактерий до 40%. Новейшими направлениями в развитии нанотехнологий в сельском хозяйстве являются использование наночастиц металлов и их оксидов, которые непосредственно используются при поливе и увеличивают адсорбцию влаги листьями растений. Это уменьшает количество химикатов и уровень загрязнения, поступающих в грунт во всем цикле выращивания сельскохозяйственной продукции. Исследования последнего времени показали, что применение наночастиц оксида цинка (ZnO) при поливе бобов мунг значительно увеличивает качество их рассады, железа – ускоряет рост томатов и картофеля. Как правило, применение нанодобровений в современном сельском хозяйстве заметно увеличивает его эффективность (в отдельных случаях до 25%) по сравнению с традиционным. Таким образом, внедрение нанотехнологий в будущем может спасти большие группы людей и привести к фундаментальным изменениям в индустрии сельского хозяйства планеты.

По материалам: <http://statnano.com>