

**Ключевые слова:**

аддитивные технологии, «Индустрия 4.0», программное обеспечение, многозадачные станки, безлюдные технологии

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО СТАНКОСТРОЕНИЯ

Николай ЮДЕНКОВ

Представлен обзор новинок мирового станкостроения по итогам нескольких крупнейших специализированных выставок ЕМО-2015 (Италия), JIMTOF-2016 (Япония) и ЕМО-2017 (Германия).

При подготовке статьи были использованы материалы Ассоциации «Станкоинструмент», размещенные в открытом доступе информационные материалы, беседы с представителями ведущих мировых компаний на выставочных стендах, предоставленные ими каталоги.

К сожалению, многие иностранные разработки последних лет, которые сегодня внедряются в производство, были ранее осуществлены в СССР или разрабатывались в наших НИИ, прежде всего в ЭНИМСе, но сегодня практически утрачены в результате преобразований, которые произошли в постперестроечные годы в отечественном станкостроении.

Чтобы более четко представлять масштаб катастрофы, произошедшей с отечественным станкостроением, приведем некоторую укрупненную статистику по данным Ассоциации «Станкоинструмент».

На территории РСФСР в 1991 году было изготовлено около 110 тыс. станков и кузнечно-прессовых машин, из них 22 тыс. – с ЧПУ. От уровня произ-

водства, которым мы могли гордиться, сегодня осталось лишь несколько процентов (станки и КПО – 5,7%, станки с ЧПУ – 3,1%), еще страшнее эти цифры выглядят при сравнении с производством в СССР. Выпуск станков с ЧПУ в 2016 году составил около 700 шт.! СССР был крупнейшим в мире производителем тяжелых и уникальных станков и прессов, в том числе самые большие в мире карусельные станки с диаметром планшайбы 25 м и гидравлические прессы мощностью 75 тыс. т. По объемам производства СССР занимал 2–3 место, а сегодня Россия находится во второй десятке производителей из 30 (рис. 1).

Импорт станков, который до событий на Украине был невелик, снизился еще более (табл. 1 и 2). Потребление станков составляет около 1% в год от всего парка станков и КПО (по экспертной оценке – от 1 до 1,5 млн шт.). Однако в этой статье речь не идет о современном состоянии отрасли, в ней идет речь о технологиях, которые нам необходимо форсированно внедрять, чтобы



Рис. 1. Производство металлообрабатывающего оборудования в Российской Федерации (2004–2016)

успеть встроиться в «Индустрию 4.0», идеология которой сегодня широко внедряется в развитых странах, и что определяет конкурентоспособность страны.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В первую очередь обратимся к аддитивным технологиям. В качестве примера рассмотрим вертикальный обрабатывающий центр для одновременной обработки по пяти осям модели VARIAXIS j-600/5X AM от компании Yamazaki Mazak (рис. 2).

Конструкция станка обеспечивает высокоскоростную, высокоточную обработку и простоту эксплуатации. Станок выполнен в концепции «Done-In-One» – все операции механообработки и аддитивной технологии, начиная от установки заготовки и заканчивая финишной обработкой,



Рис. 2. Обрабатывающий центр VARIAXIS j-600/5X AM



Рис. 3. Многоцелевой станок AM INTEGREG i-300S

осуществляются на одном станке. Станок имеет поворотный стол наклонного типа, имеет минимальную площадь установки. Для достижения наилучшего результата скорость вращения шпинделя составляет 12 тыс. и 18 тыс. об/мин. Станок имеет еще несколько конструктивных особенностей:

- роликовые направляющие качения осей X, Y и Z;
- опционально доступно устройство смены двух паллет;
- оптоволоконная линия AM-факала, смонтированная на 5-осевом обрабатывающем центре;
- гибкая адаптация сварочной системы Fronius.

Благодаря 5-осевому управлению, аддитивное наложение может выполняться на любой поверхности.

Компания Yamazaki Mazak также представила пятое поколение многоцелевых станков, реализующее концепцию «Done-In-One» – модель AM INTEGREG i-300S AM (рис. 3), в которой все операции также осуществляются на одном станке.

Таблица 1. Импорт металлорежущих станков и КПО в Россию (количество и стоимость) по данным Государственного таможенного управления РФ в 2013–2016 гг.

2013		2014		2015		2016	
шт.	тыс. долл.	шт.	тыс. долл.	шт.	тыс. долл.	шт.	тыс. долл.
13 015	1 758 367,4	13 556	1 896 821,6	10 635	1 171 380,4	8 566	861 696,9

Таблица 2. Экспорт металлорежущих станков и КПО из России (количество и стоимость) по данным ГТУ РФ в 2013–2016 гг. (с ограничением до 12 шт. в контракте)

2013		2014		2015		2016	
шт.	тыс. долл.						
575	39 559,1	534	59 315,4	648	29 042,3	464	37 751,9

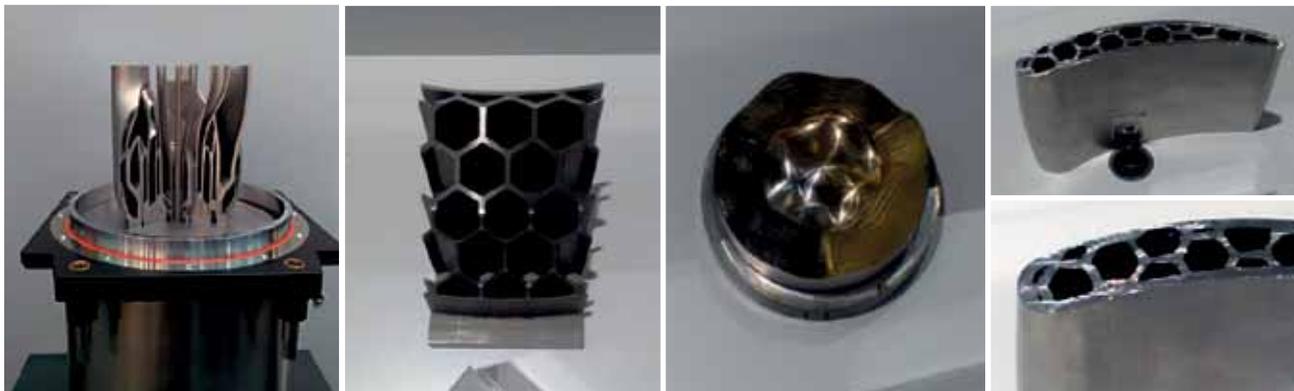


Рис. 4. Образцы изделий, произведенных с помощью аддитивных технологий

Станок представляет собой гармоничное сочетание обрабатывающего центра и токарного станка с ЧПУ, позволяющее проводить обработку детали за один установ (рис. 4). Применена технология мульти-лазерного осаждения металла. Станок имеет оптимальную конструкцию для 5-осевого производства.

ИДЕОЛОГИЯ «ИНДУСТРИИ 4.0» ОТ MAZAK INDUSTRY

В центре стенда Yamazaki Mazak на выставке ЕМО-2017 располагался участок, посвященный «Индустрии 4.0». Компания продемонстрировала свою концепцию iSmart Factory (умное производство), включающую в себя 25 станков, 15 из которых были представлены впервые.

Технология Mazak Smooth объединяет группу станков, оснащенных самой быстрой в мире системой ЧПУ MAZATROL SmoothX и программным обеспечением

по управлению процессом производства Smooth Process Support, что является базой сетевой инфраструктуры «Индустрии 4.0» от Mazak. Они позволяют сократить время обработки на 30%, подключив к единой информационной сети целые цеха, а также предоставляют возможность мониторинга и анализа данных производства в режиме реального времени.



Рис. 5. Система ЧПУ MAZATROL SmoothX

Система ЧПУ MAZATROL SmoothX – самая быстрая и прогрессивная система ЧПУ, обладающая высокой производительностью (рис. 5). Она охватывает весь масштаб производства детали – от программирования и настройки до обработки и автоматизации сбора данных. Каждая функция данной системы ЧПУ отвечает реальным задачам и запросам заказчика. Ее функциональность и эргономичность делает ее наиболее прогрессивным инструментом управления в отрасли.

Основные характеристики и преимущества MAZATROL SmoothX:

- обработка с интерполяцией осуществляется в четыре раза быстрее, чем на предыдущих, самых быстрых стойках ЧПУ;
- экран быстрого программирования значительно упрощает программирование деталей;
- интуитивно понятный интерфейс демонстрирует все важные данные в виде одной страницы;
- 5-осевая виртуальная обработка позволяет создать точную модель обработки по программе;
- динамическое управление ускорением вычисляет оптимальное ускорение для одновременного движения по нескольким осям;
- интеллектуальное фрезерование пазов и карманов обеспечивает оптимальные условия обработки и максимальную производительность;
- высокая скорость движения осей обеспечивает возможность обработки зуба с помощью Skiving (операция механической обработки, при которой резка производится фасонным резцом с такой наклонной поверхностью, что режущая кромка перемещается от одного конца детали к другому пока механизм подает инструмент касательно к вращающейся заготовке) и обработки резьбы с поворотом осей;

- управление плавной обработкой углов корректирует траекторию инструмента, чтобы сократить время цикла обработки;
- упреждающее управление подачей с высоким коэффициентом повышает скорость и точность обработки;
- функция Smooth Machining Configuration позволяет легко выбрать предварительно настроенные параметры станка в зависимости от типа обработки.



Рис. 6. Станок Multus U5000 LASER EX

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ MAZAK

Современное программное обеспечение для управления производством позволяет управлять предприятием в режиме реального времени, осуществлять программирование станков с ЧПУ при помощи доступа к данным станка, программам обработки, данным на зажимные приспособления, инструментам, производственным графикам и другой информации.

Повысить эффективность любого производства позволяет целый ряд программ для станков с ЧПУ:

- MAZAK SMART SYSTEM – это инновационная CAD/CAM-система, в которой используется твердотельное моделирование, с помощью такой модели даже оператор с незначительным опытом с легкостью сможет создать программу ЧПУ для обработки заготовок сложной конфигурации, что позволяет существенно увеличить коэффициент использования лазерного станка;
- CYBER TOOL MANAGEMENT – осуществляет всесторонний контроль всех данных по инструментам по сети для минимизации времени простоя в результате наладки инструмента;
- CYBER MONITOR – позволяет контролировать работу станка и ход технологического процесса, находясь вне места эксплуатации;
- CYBER SCHEDULER – показывает загрузку станков работой на данный момент и предполагаемое время завершения работы для ввода новых данных;
- MAZATROL MATRIX CAM 2 – позволяет создавать программы управления станком, а также проверять в офисе отсутствие столкновений режущего инструмента;
- MAZATROL CAM SMART 2 – позволяет выполнять программирование и проверку программы в офисе;
- SPACE CAM – позволяет импортировать файлы 3D CAD моделей и использовать их для созда-

ния управляющих программ за минимальный промежуток времени, эти же данные можно применять для автоматического написания управляющих программ, используемых при изготовлении зажимных приспособлений для заготовки.

МНОГОЗАДАЧНЫЕ СТАНКИ КОМПАНИИ OKUMA

Компания Okuma продемонстрировала на выставке возможности лазерного упрочнения непосредственно на станке.

Оборудование станка Okuma лазером поднимает многозадачную обработку на новые высоты. Multus U5000 LASER EX (рис. 6) обеспечивает лазерную обработку с покрытием при помощи лазерного осаждения металла (LMD).

Высококачественный источник лазерного луча от Trumpf обеспечивает стабильную лазерную обработку и производство больших объемов деталей с высокой точностью. Multus U5000 предназначен для стабильной сверхпрочной обработки с низкой скоростью вращения шпинделя. Его высокомоментный шпиндель служит для максимальной эффективности обработки. Станок Multus U5000 обрабатывает труднообрабатываемые материалы, такие как титан и инконель. Финишное шлифование также входит в число новых функций станка.

Лазерная технология, внедренная в модели MU-6300V LASER EX (рис. 7), превращает станок в супермногозадачный обрабатывающий центр, который сочетает при обработке возможность уменьшения или увеличения размеров заготовки (напыление), упрочнение и нанесение покрытия на заготовки на одном станке и является станком с высокой технологической интенсивностью обработки.



Рис. 7. Станок MU-6300V LASER EX

КОНЦЕРН DMG MORI В ГАННОВЕРЕ

Концерн DMG MORI в очередной раз продемонстрировал инновационный потенциал, представив восемь мировых премьер в различных технологических областях токарной и фрезерной обработки. Последняя модель универсального токарного центра STX 2500/700 предваряет пятое поколение этой успешной серии, в то время как модель CLX 550 расширяет спектр основных токарных станков.

С модели 2500 DMG MORI расширяет свою продуктовую линейку в сегменте токарно-фрезерной обработки. Многошпиндельные токарные центры MULTISPRINT 25 и MULTISPRINT 36 служат примером автоматизированного высокопроизводительного оборудования для большей эффективности в серийном производстве. DMU 200 и DMU 340P – станки козловой (модель 200) и порталной (модель 340) конструкции для обработки с пяти сторон по пяти осям завершают парад мировых премьер дополнений к серии XXL.

Рассмотрим подробнее многошпиндельные станки модели MULTISPRINT 36 (рис. 8). Благодаря модульной системе станок демонстрирует наивысшую гибкость подхода к обработке в своем классе, стол может быть как стационарным, так и поворот-



Рис. 8. Многошпиндельный станок модели MULTISPRINT 36

ным/вращающимся, для одновременной обработки по пяти осям.

Основные характеристики станка:

- максимальный диаметр обрабатываемого изделия – 50 мм;
- максимальная длина обрабатываемой части – 600 мм;
- максимальный диаметр прутка – 36,0 мм;
- максимальное количество осей – 41;
- интегрированный мотор-шпиндель (ИСМ) с осью C ($0,001^\circ$) 7500 об/мин;
- максимальное количество инструментов – 28.

MULTISPRINT 36 представляет собой полноценный производственный центр, это достигается за счет:

- приводных инструментов и обработки по оси Y во всех положениях;
- механической обработки в патроне и Swiss-type kit для длинной обточки с одной установкой;
- передовой обработки заготовок с использованием до двух роботов и до двух контршпинделей;
- правильного набора инструмента, созданного для каждой ситуации за счет полностью модульных радиальных суппортов;
- до 28 инструментов, 24-мя из которых можно управлять;
- инструментального магазина с модульным переключателем для настройки каждой позиции в соответствии с вашими потребностями;
- мотор-шпинделей для приводных инструментов со скоростью вращения 13 800 об/мин, усилием до 5,8 Нм и номинальной мощностью 0,9 кВт.

Станок отличается нацеленностью на удовлетворение потребностей клиентов высокой модульностью, достигаемая за счет применения следующих конструктивных решений:

- гидравлического цилиндра как стандартного решения, подходящего для всех зажимных систем;
- переключения между цанговыми зажимами для коротких заготовок, направляющей втулки для длинных заготовок и 3-кулачкового патрона для обработки штучных заготовок;
- главных шпинделей, оснащенных двигателем с прямым приводом, имеющим водяное охлаждение со скоростью до 7500 об/мин.

Таким образом, многошпиндельные станки MULTISPRINT от DMG MORI – это правильное решение для любой ситуации, они обладают увеличенной рабочей зоной на малой производственной площадке. Конструкция позволяет быстро переключаться между конфигурациями машины. Инновационность достигается применением новейшей системы FANUC 30i.



Рис. 9. Станок ULTRASONIC 20 linear

Большой интерес представляет второе поколение станков ULTRASONIC 20 linear от DMG MORI, применяемых для комплексной обработки современных материалов за счет расширения возможностей ультразвуковой обработки.

В течение уже многих лет компания DMG MORI поставляет высокопроизводительные станки для комплексной обработки заготовок из современных материалов по пяти осям с применением ультразвуковой технологии. Второе поколение станков ULTRASONIC 20 linear (рис. 9) представляет собой совершенно новый класс оборудования благодаря таким особенностям, как:

- скорость вращения шпинделя до 60 тыс. об/мин;
- более мощные двигатели;
- уменьшенная установочная площадь;
- наличие интерфейса CELOS с приложениями, разработанными специально для ультразвуковой обработки.

Все эти и другие инновации делают новый станок отличным решением для производителей из таких отраслей, как точное приборостроение, оптическая и часовая промышленность, высокоточная механика и производство медицинских устройств, а также изготовление прессформ.

К числу главных преимуществ 2-го поколения станков ULTRASONIC 20 linear относятся:

- уменьшение усилий при обработке тонкостенных конструкций;
- обеспечение гладкости поверхностей (значение шероховатости до $Ra < 0,1 \mu m$);
- продление срока службы инструмента.

Самыми важными техническими нововведениями станка являются новый генератор ультра-

Рис. 10. Станок LASERTEC 65 3D



звуковых колебаний с цифровым управлением, оправки более высокой производительности и скорость вращения до 50 тыс. об/мин. Смена держателей инструмента с оправками для ультразвуковой обработки во фрезерном шпинделе происходит автоматически. Каждый держатель оснащен пьезоэлементом, который стимулирует создание вибрации частотой от 20 до 50 kHz на режущей кромке реза.

В обзоре современных технологических решений следует упомянуть обрабатывающие центры DMG MORI, сочетающие 5-осевую механическую обработку с лазерной 5-осевой технологией послойного синтеза. Это комбинированные станки типа «все в одном»: они имеют встроенный лазер для аддитивного производства и полноценные устройства 5-осевого фрезерного станка. Это гибридное решение сочетает в себе гибкость лазерного наплавления с точностью фрезерования, таким образом готовые детали изготавливаются с максимальной точностью.

Станок LASERTEC 65 3D (рис. 10) осуществляет расплавление металла не в рабочей камере, а в специальном сопле, что ускоряет процесс изготовления в 10 раз.

Сочетание в одном устройстве аддитивных технологий и традиционных методов обработки сильно расширило возможности для его применения.

Такая технология является самым экономичным способом обработки габаритных изделий с большой величиной припуска. Машина автоматически переходит от лазерного наплавления к эффективной фрезерной обработке участков, которые сложно обрабатывать на готовых изделиях. Основные преимущества LASERTEC 65 3D:

- уникальное сочетание фрезерования и лазерной обработки; с помощью интерфейса HSK в шпиндель устройства интегрирована лазерная головка;
- комплексная обработка обеспечивает высокое качество обрабатываемой поверхности;
- автоматическая функция перехода от лазерной обработки к функциям фрезерования;



Рис. 11. Обработка на станке LASERTEC 65 3D

- толщина стенок обрабатываемого изделия от 0,1 до 5 мм;
- 5-осевой станок способен изготавливать фланцы или патрубки без изменения геометрии;
- большая рабочая камера для заготовок диаметром до 500 мм, высотой 350 мм и массой 600 кг.

Уникальное сочетание лазерной наплавки с порошковой насадкой и фрезерования на LASERTEC 65 3D является инновационным генеративным обрабатывающим методом и позволяет быстрее производить отдельные 3D-детали сложной геометрии. Особо крупные компоненты



Рис. 12. Гамма расточных гидростатических станков SPIRIT

(до Ø 500 мм) могут быть изготовлены за счет этого гибридного решения при приемлемом уровне рентабельности.

ТЕХНОЛОГИИ ФИРМЫ FPT (ИТАЛИЯ)

FPT является ведущим производителем расточных и фрезерных станков средних и больших размеров. Имея современный завод с новейшими производственными цехами, FPT предлагает высокотехнологичные машины, которые в состоянии улучшить традиционные производственные процессы, связанные с наиболее важной и деликатной обработкой.

SPiRiT – это гамма расточных гидростатических станков (рис. 12), в которых сконцентрирован опыт FPT по производству больших гидростатических машин, которые компания разработала и во множестве установила по всему миру за последние десятилетия. Расточные станки SPiRiT оснащены выдвижным шпинделем, полностью закрытым с четырех сторон, который движется внутри каретки, также идеально закрытой, это является оптимальным решением с точки зрения жесткости и симметрии. Новая система скольжения ВНВ (Boosted Hydrostatic Bearings) к очевидным преимуществам, таким как надежность, износостойкость и демпфирование, типичным для гидростатической технологии, добавляет оптимизацию жесткости и скорости скольжения линейных осей.



Рис. 13. Коническое зубчатое колесо с дуговым зубом, изготовленное на расточном станке SPiRiT



Рис. 14. Корпус ступени ракеты «АНГАРА», сваренный сваркой трением на расточном станке SPiRiT с подвижной колонной по технологии фирмы FPT



Рис. 15. Производство зубчатых колес по технологии зуботочения

Вся гамма SPiRiT характеризуется эксклюзивной системой гидравлическо-динамической балансировки вертикального и поперечного движения, заменяющей старую концепцию механического противовеса. Такая система, запатентованная несколько лет назад, была дополнительно доработана. Система ВНВ и особая морфология каретки и выдвижного шпинделя в сочетании с системой MACHES (Multi Axis Control Hydrostatic Electronic System), которая в течение нескольких лет является частью больших расточных станков FPT, гарантируют отличную производительность, точность обработки и мощность, даже в вертикальном и поперечном положении (рис. 13).

Фирма FPT также разработала технологию сварки трением алюминиевых сплавов, а также алюминия с медью. По программе сварной шов может быть любой конфигурации в пространстве (рис. 14).

ПРОИЗВОДСТВО ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Рассмотрим несколько перспективных технологий, разработанных различными компаниями для производства зубчатых колес. В первую очередь стоит отметить технологию зуботочения (обкатной скайвинг), применяемую для достижения высокой производительности при зубообработке (рис. 15). Эта технология широко применяется различными фирмами-изготовителями станков из разных стран. Отличительными чертами технологии являются:



Рис. 16. Зубокарный станок мод. С30 Oerlikon



Рис. 17. Технология точения конических зубчатых колес Oerlikon

- обработка за один установ – предварительная токарная обработка и зуботочение (скайвинг) производятся за один установ;
- повышение качества – за счет предварительной токарной обработки диаметра окружности вершин зубьев и нарезания зубьев за один установ;
- высокая производительность – более высокая скорость обработки, чем при использовании традиционной токарной обработки и зубодолбления (примерно в шесть раз выше);
- простота в использовании – отсутствует необходимость в межоперационной логистике деталей при выполнении различных операций;
- сокращение вспомогательного времени – отсутствует дополнительное время загрузки;
- высокая гибкость – быстрая непрерывная обработка наружных и внутренних зубчатых

зацеплений даже при наличии буртиков или пазов;

- универсальное применение – можно выполнять зацепления с прямыми и косыми зубьями.

Интерес представляет технология точения конических зубчатых колес от компании Oerlikon (рис 16, 17).

КРИОГЕНИКА

Американская компания MAG совершила прорыв в обработке жидким азотом (рис. 18, 19). Разработанная технология обладает рядом преимуществ, заметных с первого взгляда:

- возможность высокоскоростной резки титана, сплавов на основе никеля, нержавеющей стали, чугуна с уплотненным графитом (CGI), композитных материалов;
- стойкость инструмента можно значительно увеличить по сравнению с обычным охлаждением поливом;
- сокращение потребления энергии и эксплуатационных расходов;
- защита окружающей среды и персонала;
- азот не токсичен и не является парниковым газом;
- тепловой контроль при обработке композитов осуществляется с высокой надежностью;
- при обработке композитных материалов с углеродными волокнами и стекловолокнами под-



Рис. 18. Криогенная обработка с использованием подачи через шпиндель

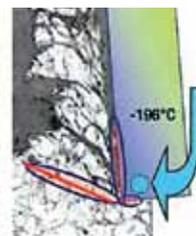


Рис. 19. Полная линейка патентованных криогенно-оптимизированных инструментов под брендом CYCLO CUT®

- держивается стабильная температура процесса;
- деталь сохраняет комнатную температуру;
- криогенная система охлаждения через шпиндель и инструмент MAG использует малые скорости потока жидкого азота, подаваемого к передней кромке, чтобы получить максимальный охлаждающий эффект;
- минимальное потребление азота составляет 10–15 л/ч, что эквивалентно 3–5 €;
- достигается экономичность резания таких материалов, как GJV (чугун на основе уплотненного графита), GGG (чугун с шаровидным графитом), титан, закаленная сталь и жаропрочная сталь;
- сухая обработка не загрязняет окружающую среду;
- были проведены испытания криогенного резания при сверлении, растачивании и фрезеровании инструментом с твердосплавными пластинами, монокристаллическим инструментом из твердого сплава, керамикой, материалам PCD (поликристаллический алмаз) и CBN (кубический нитрид бора);
- опционально с криогенным резанием комбинируется минимум используемой смазки.

Подача жидкого азота осуществляется непосредственно к режущей кромке через инструмент. Для предохранения от переохлаждения шпиндельного узла державки инструмента имеют специальную теплоизоляцию.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ

Работа станков сопровождается теплообразованием, связанным с потерями в электро- и гидромоторах, температурными процессами при резании, потерями от трения в узлах скольжения и вращения, выделением тепла от работы гидростанций, электронной и электроаппаратуры, от температуры окружающей среды и т.п. Все это приводит к температурным изменениям размеров обрабатываемых деталей. Для значительного повышения точности станков применяется

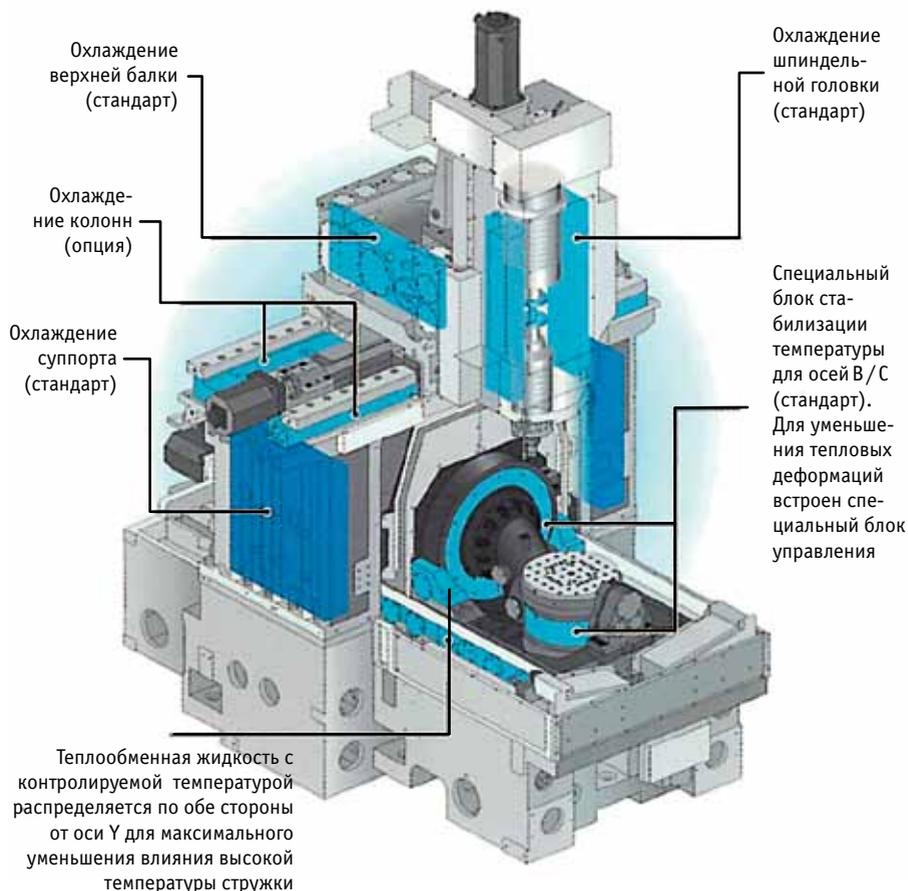


Рис. 20. Температурная стабилизация узлов станка

множество мер, прежде всего – стабилизация температуры окружающей среды, стабилизация температуры смазочного масла и СОЖ, а при конструировании ответственных базовых деталей стараются использовать термосимметричные конструкции.

В последнее время в станках стали создавать условия для температурной стабилизации особо ответственных узлов (рис. 20). Стабилизировав температуру станка, можно значительно сэкономить расход энергии на получение стабильной температуры в очень узком допуске ($\pm 0,25 \dots 0,5$ °С) в термостабильном цехе. Термостабильные станки могут обеспечивать высокую точность при допуске на температуру воздуха в цехе ± 4 °С и более.

УЗЛЫ ИЗ АЛЮМИНИЕВОЙ КЕРАМИКИ КОМПАНИИ SODICK

- Этот материал не окисляется, не корродирует и не будет ржаветь;
- меньше изнашивается, поскольку по твердости занимает второе место по сравнению с алмазом;

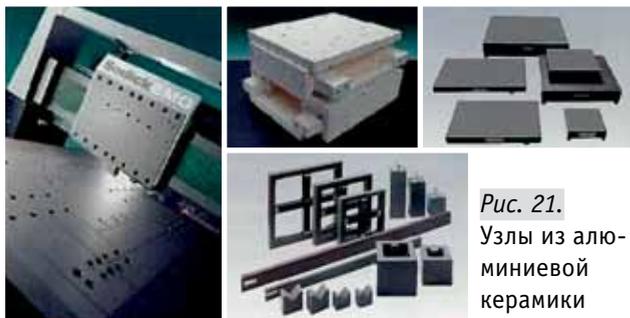


Рис. 21.
Узлы из алюминиевой керамики

- этот материал имеет меньший износ и сохраняет свою точность в течение длительного периода времени;
- коэффициент водопоглощения этого материала равен нулю и на него нелегко влиять влажностью;
- сверхвысокая точность, встроенные в керамику линейные двигатели: достигнута высокая скорость, высокая точность и отсутствие вибрации, концентрируясь на основной технологии Sodick (рис. 21).

БЕЗЛЮДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Безлюдные технологии в последнее время получили широкое распространение в развитых странах, особенно в Японии, Китае, США, Германии, Италии и др. европейских странах (рис. 22). СССР был среди лидеров по созданию и внедрению безлюдных технологий. Так, в 1972 году на советской станкостроительной выставке в Сокольниках (Москва) демонстрировался участок безлюдной технологии АУ-1 из станков токарной группы, изготовленный заводом «Станкоконструкция» по документации «ЭНИМС», а через год на станкозаводе «Станкоконструкция» был изготовлен и установлен участок из обрабатывающих центров АСВ-20. После этого участки безлюдной технологии ГПС стали широко изготавливаться и эксплуатироваться на заводах ОПК. После развала СССР производство ГПС прекратилось и сегодня возобновить их производство некому.

Более того, наша страна даже не импортирует такие технологические комплексы, которые являются самым серьезным этапом для освоения технологий «Индустрии 4.0».

ТЯЖЕЛЫЕ И УНИКАЛЬНЫЕ СТАНКИ В РОССИИ

Тяжелые и уникальные станки являются основой технологической независимости страны, основой производственной технологической базы при производстве вооружения, энергети-

ческих машин, судостроения, атомной энергетики, аэрокосмической техники, телескопов и т. п. СССР был мировым лидером по производству тяжелых и уникальных станков и экспортировал их в высокоразвитые страны. В целом доля отечественных станков и КПО в стране составляла 92,4% от общего парка, а доля импортных – 7,6% (по данным последней переписи станков в России в 1992 году). Сегодня утрачены технологии отливки и обработки чугунных заготовок массой 250 т, изделий большого диаметра (более 11–16 м), нет современных технологий обработки коленчатых валов большого диаметра и длины и многое другое.

Другой самой заметной потерей отрасли за последние годы является потеря научного обеспечения. Отрасль в СССР насчитывала 44 НИИ и экспериментальных предприятий. Сегодня осталось шесть, которые впадают в жалкое существование и не имеют возможности оказывать сколь-нибудь заметное влияние на развитие и повышение конкурентоспособности отрасли на мировом рынке. Мы сегодня осуждаем методы управления экономикой страны в Советском Союзе, когда существовала плановая система управления, плохо справлявшаяся со своими обязанностями. Однако министерства и ведомства реально оказывали положительное влияние на развитие оборонной промышленности, энергетического машиностроения, аэрокосмической отрасли, станкостроения, тяжелого машиностроения и т. п.

В СССР был серьезный перекося между товарами группы «А» и группы «Б», что привело к большим социальным проблемам. Кроме того, в производстве гражданской продукции отсутствовала реальная конкуренция, что серьезно сказывалось на качестве товаров народного потребления. В то же время станкостроительная наука находилась в таких же привилегированных условиях, как и оборонная (финансирование, возможность выбора свободных поисковых тем, помощь при внедрении, хотя и с оговорками, и т. п.).

Сегодня финансирование НИОКР, поисковых научных работ не стабильно и очень мало. Роль Минпромторга РФ плохо просматривается в плане развития станкостроения и всего машиностроения. Особенно удивляет чудовищная некомпетентность чиновников и полное игнорирование мнения отраслевых специалистов, что приводит к нецелевым расходам средств, направленных на поддержание отрасли. Статистика говорит о постоянном снижении производства станков и КПО в цифровом, а не денежном выражении.



MAZAK



KUKA



MATSUURA



FANUC

Рис. 22. Безлюдные технологии

Особо хочется отметить развал системы стандартизации (отмена стандартов государственных, отраслевых, предприятий и т. п.; ответственности за неисполнения стандартов), который по распоряжению правительства провели в стране в начале 90-х годов. С тех пор в течение многих лет стандарты выполнялись только в добровольном порядке, что снизило качество продукции, особенно бытового назначения, при этом производители получили право на выпуск продукции по ТУ, которые сами разработали.

Сегодня финансирование разработки новых стандартов в области станкостроения и гармонизации с мировыми стандартами практически прекратилось. Самое ужасное, что отечественные станкостроители, формально участвующие в Брюсселе в работе трех международных комитетов (по станкам, инструменту, измерительным приборам), в течение многих лет не принимают участия в разработке мировых стандартов. Это, безусловно, сказывается на конкурентоспособности нашей продукции. Особенную опасность представляет игнорирование Россией участия

в разработке стандартов, предназначенных для функционирования «Индустрии 4.0». К сожалению, Росстандарт не понимает, что разработка стандартов – это государственное дело и государство должно финансировать этот процесс.

Конечно, список утраченных компетенций или новых мировых технологий можно продолжить, отметить отсутствие серийного производства многих комплектующих изделий, чудовищную систему налогообложения, которая не оставляет средств на техническое перевооружение базовой отрасли, отсутствие защиты от рейдерских захватов и поглощений, полное исчезновение в самой точной отрасли термоконстантных цехов, создание конкурентных преимуществ иностранным фирмам внутри России, проблемы в образовании и т. п.

ЮДЕНКОВ Николай Петрович –

директор по связям с промышленностью и государственными структурами Ассоциации производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент», член-корреспондент Российской инженерной академии