

Оригинал статьи “*Why robots are taking it off*” на английском языке находится по адресу: [www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Featured-Articles/Why-Robots-Are-Taking-It-Off/content\\_id/4502](http://www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Featured-Articles/Why-Robots-Are-Taking-It-Off/content_id/4502)

## Почему роботы вытесняют классические станки

*Tanya M. Anandan, пишущий редактор (Robotic Industries Association)*

Нельзя не заметить, что промышленные роботы уже занимают важное место на этапе удаленной обработки материала, причем и на обдирке, и на чистовых операциях. Их сегодня повсеместно задействуют для резанья, шлифования, снятия заусенцев и полирования материалов всех видов – идет ли речь о пищевой промышленности или о создании компонентов реактивных двигателей. Например, роботы-пескоструйщики делают макияж одному из самых известных в мире арочных мостов – *Sydney Harbour Bridge*, который в народе прозвали “Вешалкой” (“*Coathanger*”) – они обдирают с него старую краску.

Последние технологические достижения помогли преодолеть разрыв между традиционной станочной обработкой на станках с ЧПУ и тем, что могли обеспечить роботы. Кое-кто даже утверждает, что чистовая обработка с помощью роботов – вполне зрелый сегмент. Но всё-таки данному сегменту следует еще повзрослеть, чтобы войти в ранг мейнстрима. На протяжении ряда лет отмечаются две основные проблемы, сдерживающие широкое распространение механической обработки материалов роботами:

- недостаточная жесткость самой руки робота;
- сложность преобразований на пути от CAD-модели к движениям робота.

Индустрия роботостроения упорно трудилась над преодолением этих барьеров. Большинство основных производителей роботов сегодня имеет модели, специально созданные с целью обеспечить большую жесткость. И оригинальные производители роботов (OEM), и софтверные разработчики, предлагают ПО для симуляции и автоматизированной подготовки УП для роботов, которое делает процесс их программирования более цельным (беспровым) и точным. Кроме того, к решению проблем подключилось большое количество разработчиков инструмента (*end-of-arm tooling, EOAT*), технологий контроля усилий и прочего инструментария для повышения точности обработки.

### Обработываемость материала и жесткость конструкции робота

Испытываемые роботом силы реакции, возникающие при обработке материалов, напрямую связаны с твердостью или обработываемостью материала. При недостаточной жесткости конструкции робота, система начнет вибрировать. Это может повлиять на качество финишных поверхностей, точность обработки и срок службы инструмента.

“Направление обработки роботами всё еще развивается, и я считаю, что о зрелости можно будет говорить



**Robot Deburrs Windows Using “CAD to Path”**

*Добработку окон и сверление ведет робот FANUC M-900iB/7, оснащенный сменным агрегатом/инструментом; другой агрегат размещен на стойке-держателе на заднем плане (FANUC America Corp.)*

лет через пять”, – говорит **Virgil Wilson**, инженер компании *FANUC America Corporation*, базирующейся в *Rochester Hills* (Мичиган). – “Главной технической проблемой всё еще остается обрабатываемость материалов. Это значит, что нет проблем с обработкой мягких, не тверже алюминия, материалов. Но когда вы хотите обрабатывать холоднокатаную сталь и более твердые материалы, то оказывается, что конструкции серийных роботов не обладают достаточной жесткостью для этого”.

“Жесткость очень важна”, – говорит **Nicholas Hunt**, менеджер по технологии и поддержке автомобилестроения в компании *ABB Robotics* из *Auburn Hills* (Мичиган). – “Мы построили руку *IRB 6660*, в которой вернулись к 4-стержневой схеме обеспечения жесткости. Это очень жесткая конструкция, гораздо более жесткая, чем серийная. Для того чтобы перейти на следующий



*Фрезерование косоура винтовой лестницы по УП, полученной в системе Robotmaster (Jabez Technologies)*



Обработка внутренних частей отливки корпуса  
(Weldon Solutions)



Добработка крепежной детали на наждачном  
круге; робот оснащен датчиком давления  
(Weldon Solutions)

уровень обработки, нужны очень жесткие конструкции манипуляторов”.

Компания *ABB* позиционирует свой продукт *IRB 6660* так: робот для ведения предварительной обработки, который был создан для удовлетворения потребности в обработке отливок и в прочей грубой обработке.

В прошлом году компания *FANUC* представила свою модель *M-900iB/700*.

“Одним из критериев при конструировании было повышение жесткости конструкции робота для задач предварительной обработки”, – отметил в этой связи г-н *Wilson*. – “Теперь жесткость увеличилась в четыре раза”.

Он рассказал, что первоначально робот *M-900iB/700* использовался в авиакосмической промышленности для сверления и клепки (демо-ролик от *FANUC* можно посмотреть по ссылке <http://bit.ly/173xPBI>). “Во многих отношениях это похоже на то, что происходит при предварительной станочной обработке, поскольку на робота действуют силы реакции”, – объясняет г-н *Wilson*. – “Сверлильная головка, используемая в авиакосмической

промышленности, испытывает давление на основании порядка 180 кг, поэтому нам нужен робот, который может выдержать такую силу”.

Другим важным препятствием для широкого применения роботов для задач механообработки является сложность преобразования *CAD*-модели изделия в движения робота. Но и это препятствие тоже оказалось преодолимым.

## Программирование и симуляция

Разработчики инновационного программного обеспечения вывели *CAD/CAM*-программирование и симуляцию на следующий уровень. После демонстрации своих возможностей по созданию *G*-кодов один из разработчиков стал “биллингвальным”.

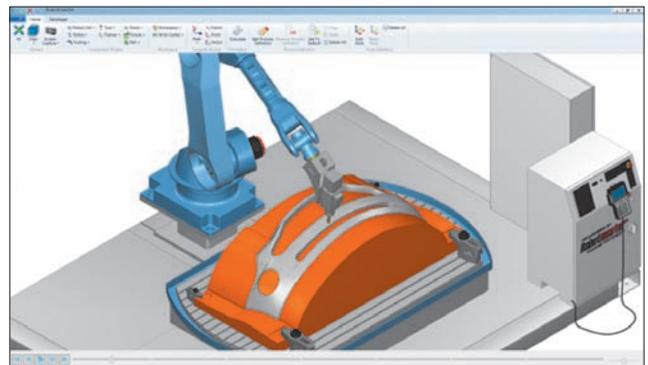
Речь идет о канадской компании *Jabez Technologies* из Монреаля, разработчике системы *Robotmaster V6*, которую “*Robotics Business Review*” удостоил награды *Game Changer Awards 2013* за выдающееся достижение в робототехнике. Президент компании – **Chahe Bakmazjian**.

В 2002 году компания *Jabez Technologies* разработала первую версию приложения *Robotmaster*, чтобы дать производителям возможность адаптировать траектории обработки, сформированные в *CAD/CAM*-системе *Mastercam*, для их использования роботами.

Об этом приложении г-н *Bakmazjian* сказал следующее: “*Robotmaster* известен своим функционалом для оптимизации движений робота и анализа рабочего пространства, возможностью точного позиционирования задач в рабочей области. В версию *V6* мы добавили новую среду симуляции, в которой пользователь может в интерактивном режиме менять то, что ему необходимо, для того чтобы усовершенствовать процесс”.

“В отличие от ситуации с обычными станками с ЧПУ, ошибки роботов интуитивно понять гораздо труднее. Надо учитывать такие вещи, как сингулярность, столкновения, пределы вращения в суставах, зона досягаемости, переворот кисти. Всем этим надо управлять, если вы хотите найти правильное решение”, – рассказывает г-н *Bakmazjian*.

Следует отметить, что *Chahe Bakmazjian* – выходец из среды фрезерования на станках с ЧПУ, имеющий 15-летний опыт применения *CAD/CAM*-систем для задач механообработки. Он рассказывает, что однажды интегратор роботов спросил его, может ли он написать



Интерфейс системы *Robotmaster*  
(Jabez Technologies). Симуляция фрезерования  
пресс-формы автомобильного бампера

программное обеспечение для управления роботом. Остальное – уже история. Компания *Jabez* покинула рынок обработки на станках с ЧПУ четыре года назад, когда спрос на робототехнику стал расти лавинообразно.

“Одной из причин, по которой люди хотят использовать роботов, является то, что увеличивается специализация и сложность процессов”, – говорит г-н *Bakmazjian*. – “Поэтому для своего продукта мы разработали надстройку, в которой с помощью редактора *WYSIWYG* вы можете создавать пользовательские меню для управления специфическими параметрами, что позволяет вам делать “оркестровку” очень сложных процессов без привлечения разработчика для кастомизации программного обеспечения”.

Любезно предоставленный компанией *Jabez* видеоролик (см. <http://bit.ly/1cB5udF>) демонстрирует процесс фрезерования деревянного косоура винтовой лестницы, для чего используется робот *KUKA*, а управляющая программа подготовлена с помощью *Robotmaster*.

“Симуляция прошла путь от инструмента маркетинга, демонстрирующего успешное выполнение процесса, до полноценного производственного инструмента”, – говорит **Rufus Burton**, менеджер по продажам компании *PRE-TEC*, которая является подразделением *Willamette Valley Company* из гор. *Eugene* (Орегон).

По его словам, симуляция сыграла главную роль для роботизированной полировальной ячейки, которую *RIA Certified Robot Integrator* спроектировал для изготовления компонента самолетного двигателя, который называют “кожей губ”. Это блестящее кольцо спереди или сзади гондолы, в которой находится реактивный двигатель.

“В данном случае мы помогли конечному пользователю обучить людей, чтобы они могли программировать процесс шлифования, используя симуляцию и преобразование *CAD*-данных в *CAM*-траекторию и УП для робота для текущих и будущих моделей деталей”, – рассказывает г-н *Burton*. – “Это избавляет конечного пользователя от необходимости обращаться к интегратору каждый раз, когда возникает необходимость запрограммировать обработку новой детали”.

Видеоролик, любезно предоставленный компанией *PRE-TEC* (см. <http://bit.ly/1cB5udF>), демонстрирует нам, как 6-осевой робот завершает многоэтапный процесс полирования алюминиевой “кожи губ”. Попав в ячейку, один из четырех компонентов идентифицируется тэгом *RFID* (радиочастотной идентификации), что переключает робота на выполнение определенной программы полирования. Система использует машинное зрение, чтобы удостовериться, что исполнительный орган (эффектор) сориентировал шлифовальный или полировальный диск. Для обеспечения равномерного шлифования используется встроенный датчик давления.

“Датчик давления дает нам возможность принимать во внимание требуемую силу в зависимости от контура обрабатываемой детали”, – говорит г-н *Burton*. По его словам, при наличии интегрированного в руку робота сенсора отпадает необходимость применения каких-либо отдельно управляемых дополнительных устройств.

### Контроль силы. Зрение

Усовершенствования, касающиеся контроля силы и применения технологии технического зрения, делают роботизированную обработку, особенно финишную, более точной, упрощают и удешевляют внедрение роботизированных ячеек.

“*FANUC* привнес для силовой чувствительности аспект *plug-and-play*. Так же и с интегрированным зрением. Обе эти технологии укорачивают интервал времени от проектирования до воплощения (*design-to-build*) проектов. За последние два года более 90% систем, которые мы интегрировали, обладали встроенным зрением. Это стало вполне доступной опцией”, – говорит г-н *Burton* из *PRE-TEC*.

Компания *Weldon Solutions* – системный интегратор из Йорка (Пенсильвания) – занимается внедрением роботов и станков с ЧПУ. Датчики силы компания использует во многих роботизированных ячейках для снятия заусенцев.

“Мы много раз использовали линейный пневматически управляемый ползун с контролем постоянной силы *PushCorp*”, – говорит **Charles Gales**, менеджер компании



Снятие облоя и дообработка после отливки крупногабаритной детали (ATI Industrial Automation)



Фрезерная обработка с последующей шлифовкой. Помимо фрез, на держателе сменных инструментов находится шлифовальный круг (PRE-TEC)

Weldon по автоматизации торговли. – “При помощи программируемого регулятора можно поддерживать определенную силу или давление между деталью и инструментом, контактирующим с обрабатываемой деталью”.

“Ползун перемещается по контурам детали”, – поясняет г-н Gales. – “Это намного упрощает программирование. Нас не волнует, где находятся все элементы на детали. Мы просто поворачиваем её, и ползун сам определяет все отличия относительно центра вращения”.

Видеоролик, любезно предоставленный компанией Weldon (см. <http://bit.ly/iJ8Rws>), показывает три процесса удаления материала. В первом из них робот удаляет заусенцы, заглаживая поверхности болтов и гаек для аэрокосмической отрасли. Можно рассмотреть, что шлифовальный круг смонтирован на ползуне, контролирующем его силу прижима.

Во втором процессе притирочный инструмент в шпинделе с переменной скоростью вращения используется для подготовки центральных отверстий с двух концов вала трансмиссии для последующей шлифовальной операции. Шпиндель тоже смонтирован на ползуне, контролирующем силу давления.

Г-н Gales говорит, что качество последующих шлифовальных работ значительно повысилось: “Манипулятор берет деталь, притирает отверстия и помещает деталь на позицию для шлифовки. Наш клиент рассказал, что они восхищались качеством обработки центров с обоих концов вала, позволяющим так сильно улучшить качество поверхностей вала”.

В третьем процессе робот оборудован сменными инструментами для снятия заусенцев и выполняет различные операции с отливкой корпуса. Блок сменных инструментов позволяет быстро выбрать необходимый, чтобы добраться до труднодоступного поперечного отверстия, обработать кромки внутренних пазов отверстий и других поверхностей.

### Адаптивные инструменты и блоки сменных инструментов (агрегатов)

Г-н Gales уверен, что конструкция навесного оборудования очень важна: “Когда робот в процессе удаления заусенцев добирается до поперечного отверстия, то мы полагаемся на то, что шпиндель может



Вырезы на палубе катера; робот перемещается по линейной направляющей “головой вниз” (KMT Robotic Solutions)



Резка водяной струей; ячейка оборудована сразу двумя манипуляторами (KMT Robotic Solutions)

немного отклоняться, чтобы адаптироваться по месту. В противном случае мы были бы вынуждены попасть инструментом точно в правильное место, что крайне затруднительно”.

Адаптивные инструменты для снятия заусенцев и блоки смены инструментов/агрегатов, которые изготовлены компанией ATI Industrial Automation, видны на видео.

“Раньше, в связи с отсутствием специализированных инструментов для автоматизации снятия заусенцев, это было по большей части ручной операцией”, – рассказывает Catherine Morris, директор по продажам в автомобильную отрасль компании ATI из гор. Apex (Северная Каролина). – “С помощью обычных инструментов для автоматизации удаления заусенцев можно получить надлежащее качество обработки вдоль прямых кромок, не имеющих углублений или выступов, но такие инструменты совершенно непригодны в случае, когда точность обрабатываемых деталей или траекторий невысока. Инженеры ATI разработали три типа адаптивных инструментов для снятия заусенцев, обеспечивающих безопасную, последовательную и экономичную обработку с помощью роботизированных ячеек”.

В предоставленном компанией ATI видеоролике (см. <http://bit.ly/1cB6Q8i>) показаны адаптивные инструменты и блок сменных инструментов/агрегатов, которые используются в процессе снятия заусенцев с детали пресс-формы для литья пластмассы.

В видеоролике, предоставленном компанией PRE-TEC (см. <http://bit.ly/1b0rD1A>), блок смены инструментов/агрегатов делает возможным ведение в одной роботизированной ячейке трех процессов удаления материала – фрезерования, сверления и шлифования.

### Перемещение материалов. Дополнение или катализатор

Г-н Burton из PRE-TEC говорит, что он рассматривает удаление материала с помощью промышленных роботов как дополнение к изначально освоенному роботами процессу перемещения материала: “что-то откуда-то взять и куда-то положить”.

В качестве примера г-н Burton ссылается на предыдущее видео: “Эта ячейка была сформирована для того,



Ячейка для мехобработки деталей “с двух концов” одновременно (KMT Robotic Solutions)

чтобы полностью исключить необходимость в обработке на станках с ЧПУ и увеличить производительность”.

“Наш опыт свидетельствует, что успех выполняемой роботом операции во многом зависит от возможности максимизировать его функцию перемещения материала”, – говорит г-н *Burton*. – “То есть от того, насколько хорошо вы “кормите” данную ячейку, как вы подаете в нее материал и как его удаляете. Роботы, как и станки с ЧПУ, сами по себе могут работать очень эффективно, но если вы не сможете их снабжать материалом и убирать продукцию, то “узкое место” образуется непременно”.

Г-н *Gales* из компании *Weldon* тоже рассматривает функцию удаления материала как дополнение к другим существующим процессам: “Каждый раз, когда станочный цикл занимает больше времени, чем требуется роботу для перемещения деталей к станку и от станка, появляется возможность для выполнения им вспомогательных операций. В таких случаях полезно включить в число задач робота, помимо загрузки/разгрузки, еще и обработку материала. Поскольку деталь чаще всего уже однозначно размещена и ориентирована на станке, манипулятор может забрать её со станка и приступить к операции снятия заусенцев”.

Некоторые интеграторы находятся “с другой стороны забора”, утверждает *Peter Gratschmayr*, старший инженер по продажам компании *Midwest Engineering Systems Inc.* из гор. *Peewaukee* (Висконсин). Этот сертифицированный *RIA (Robotic Industries Association)* интегратор роботов рекомендует множеству своих клиентов использовать опыт *Midwest* по удалению заусенцев с помощью роботов.

“Задачи перемещения материалов поддерживают занятость роботов”, – говорит г-н *Gratschmayr*. – “Любое перемещение материала обычно дополняет основной процесс удаления заусенцев”.

Рассмотрим этот пример подробнее.

### Крупномасштабное снятие заусенцев

Бизнес компании *Midwest Engineering Systems* по снятию заусенцев вырос из задач таких отраслей, как сельхозмашиностроение, техника для земляных работ, авиакосмическая промышленность. Г-н *Gratschmayr*

говорит, что точная обработка стали действительно требует хорошего процесса удаления заусенцев, и что роботы буквально созданы для этого. Применение станков с ЧПУ для выполнения таких работ – это уже перебор.

“Люди, которые раньше выполняли такую работу вручную, были атлетического телосложения и имели очень хорошую физическую форму”, – говорит г-н *Gratschmayr*. – “Много силы нужно, чтобы достичь требуемого результата. После 7–8 лет такой работы у джентльменов, которые её выполняли, начинались серьезные проблемы с суставами”.

“Многие из наших клиентов используют очень дорогие станки, которые имеют микронную точность. Но их берегут, применяя только для операций с точностью  $\pm 20\div 30$  тысячных, а остальные работы производят за счет здоровья своих сотрудников”, – поясняет г-н *Gratschmayr*. – “Мы предоставляем робота, который обладает большинством возможностей станка. Он использует серводвигатель станочного шпинделя, поэтому мы можем управлять и отслеживать количество оборотов в минуту. Затем мы работаем с клиентом, чтобы определить количество различных инструментов, которые необходимы для финишной зачистки поверхностей и отверстий: для снятия фасок, зачистки кромок, легкой обработки”.

“Мы проверяем характеристики износа инструмента и после каждой операции проверяем, не поломался ли инструмент”, – поясняет он далее. – “Мы используем наборы сенсоров – датчиков касания или лазерных датчиков. И мы обрабатываем не только с ближайшей стороны, но также удаляем и заусенцы с далеко расположенных элементов, что очень сложно сделать даже оператору станка. Без применения *бороскопа* (сканера внутренних поверхностей) оператор даже не сможет разобраться, завершена ли работа”.

Г-н *Gratschmayr* говорит, что многие заказы компании *Midwest* для аэрокосмической отрасли связаны с двигателями, что накладывает свой отпечаток: “Робот должен быть в состоянии выполнить очень точное движение по профилю и иметь возможность записи, чтобы можно было знать, что каждый компонент был одинаково обработан. Для этого требуется очень много документации”.



Робот фрезой вырезает окна в стекловолоконном корпусе моторного катера (KMT Robotic Solutions)

“Для некоторых деталей операция выполняется 16 часов. Один переход такого процесса, который выполняет робот, может занимать по времени три-четыре часа. Для человека это очень долго и тяжело. Кроме того, процесс снятия заусенцев идет во время выполнения операции обработки. Мы убрали человека из очень некомфортной среды, уменьшили количество повторяющихся движений и повысили качество компонента, сделав процесс очень надежным”, – поясняет г-н *Gratschmayr*.

Г-н *Burton* из *PRE-TEC* говорит, что некоторые люди рассматривают использование роботов для удаления материала только в терминах сокращения объема ручного труда. При этом недооценивается повышение производительности и улучшение качества. Поэтому те, кому они помогают автоматизировать процессы, выигрывают в гораздо большей степени, чем ожидают.

С этим согласны и другие интеграторы. “Там всё еще много станков с ЧПУ, – говорит *Michael Nardozzi*, вице-президент по маркетингу и продажам компании *KMT Robotic Solutions* из гор. *Auburn Hills* (Мичиган). – “Но люди начинают замечать универсальность роботов, у которой есть две причины. Первая причина заключается в том, что роботизированные ячейки обеспечивают большую гибкость, а вторая – роботы более надежны. У станков много движущихся деталей, которые не всегда двигаются согласованно. Поэтому, такое оборудование быстрее изнашивается и больше простаивает”.

## Безупречное резание водяной струей

Компания *KMT* – эксклюзивный партнер *FANUC* в Северной Америке по водоструйной резке и обработке неметаллических материалов. Г-н *Nardozzi* говорит, что 80% бизнеса *KMT* составляет абразивная и неабразивная обрезка водяной струей.

В любезно предоставленном компанией *KMT* видеоролике (см. <http://bit.ly/1cB7sKZ>) демонстрируется ячейка для водоструйной резки, состоящая из четырех роботов, которые режут всё – от ткани автомобильных подголовников и пластмассовых инструментальных панелей до стекловолоконных плавсредств.



Одновременная обрезка частей корпуса и обработка вставки повышения плавучести для быстрого катера (*KMT Robotic Solutions*)

“Водоструйка – очень эффективная вещь”, – рассказывает г-н *Nardozzi*. – “Вы можете резать хоть еду, хоть пластик или сталь. Для нее нет ограничений, особенно, если говорить о пищевой промышленности. Струей воды нарезают и пиццу, и сыр, и цыплят”.

М-р *Nardozzi* говорит, что водоструйная резка дружелюбна природе: “Это совершенно чистый процесс. Это вода, которая может вернуться в землю. Мы просто используем её под высоким давлением для того, чтобы резать. Здесь нет термического воздействия, поэтому не будет пятен и обесцвечивания. Если на детали что-то требуется подправить, то, скорее всего, для нее был выбран неверный процесс. Но если получаются неровные края или бахромы, то, возможно, правильным процессом является резка фрезой или лазером”.

В другом предоставленном компанией *KMT* видеоролике (см. <http://bit.ly/1b0sTBR>) показано различное применение робота для фасонной резки фрезой (*router*). Робот модели *AccuTrim* компании *KMT* разработан в сотрудничестве с *FANUC*.

По словам г-на *Nardozzi*, они продали своих роботов поставщикам *Chevrolet* 1-го уровня (*Tier 1*), которые делают всю основную обрезку для создания интерьера и наружного вида *Chevrolet Corvette 2014*.

Процессы удаления материала с помощью роботов продолжают технологически совершенствоваться, но у станков с ЧПУ всё еще остается значительное преимущество по точности. Однако роботы со своими агрегатными устройствами, повышающими их точность, делают большие успехи. Так где же та отрасль, в которой роботы лидируют?

## Будущие тенденции

Г-н *Wilson* из компании *FANUC* считает, что продолжится усовершенствование контроля нагрузок и технологии зрения. “Это два ключевых компонента для уменьшения риска и сложности интеграции роботизированных обрабатывающих ячеек”, – говорит он.

В любезно предоставленном компанией *FANUC* видеоролике (см. <http://bit.ly/185y538>) показан робот *M-900iA*, который используется для удаления литников и окалины с литых деталей в процессе многопереходного шлифования. В системе задействовано техническое зрение *iRvision* для локализации деталей и снятия их с конвейера, последующих изменений их ориентации для последовательных шлифовальных операций и для установки на конвейер после обработки.

“Раньше Святым Граалем в деле удаления материала было фрезерование”, – говорит г-н *Hunt* из *ABB*. – “Теперь, когда появилась 3D-печать и другие аддитивные производственные процессы, насколько важным станет фрезерование с помощью роботов? Это будет зависеть от того, как далеко продвинулась технология аддитивного 3D-производства. Думаю, что благодаря необходимости создания гибкой технологии удаления материалов, эти ранее разрозненные технологии сближаются”.

Г-н *Burton* из *PRE-TEC* ожидает дальнейшего роста применения роботов и полагает, что это произойдет благодаря такому неопределенному элементу, как стоимость рабочей силы, и повышенному интересу к возврату

производства из оффшоров. “Последние 18 месяцев мы видим более активное использование обрабатывающих роботов, чем за все предыдущие годы. Подъем начался после *International Manufacturing Technology Show 2012* и всё еще продолжается. У нас стало больше диалогов с дистрибьюторами станков, которые хотят согласовать с интегратором возможность предоставлять роботизированные решения”, – отметил он.

Г-н *Bakmazjian* из *Jabez Technologies* работает с такими автопроизводителями, как *Daimler*, которые хотят лучше понять возможности роботизированного фрезерования и резки для того, чтобы иметь возможность инкорпорировать их в процесс создания продуктов следующего поколения. По его словам, следующие серии автомобилей E-класса, возможно, будут иметь гораздо большее количество компонентов, изготовленных с помощью роботизированной резки, чем за всё предыдущее время.

Кроме того, г-н *Bakmazjian* видит, что роботы приходят на малые и средние производства: “...туда, где большое многообразие, где маленькие партии, где используются разнообразные процессы, и где не хотят быть зависимыми от какого-то стационарного оборудования”.

По его словам, экономическое обоснование является подавляющим аргументом. “В условиях глобализации, гибкой автоматизации и требований производить точно к назначенному сроку (*just-in-time*), люди хотят менее существенных затрат на оборудование, чем требуется в случае станков с ЧПУ, которые очень дороги и имеют строго определенные функции”, – говорит г-н *Bakmazjian*. – “Роботы, напротив, дают гибкость. На одном и том же рабочем пространстве и при одинаковых возможностях, если не нужна особая жесткость и точность, производить с помощью роботов окажется гораздо дешевле. В то же время, роботов можно гораздо быстрее адаптировать к изменениям в изделии и даже в технологических процессах, чем стационарный станок”.

“Инвестиции окупаются быстрее, повышается гибкость производства, открывается больше возможностей, становится больше свободы для движения вперед”, – подводит итог г-н *Bakmazjian*. – “Это основные причины, почему компании рассматривают возможность применения обрабатывающих роботов вместо классических станков”.

Идея задействовать промышленных роботов для задач механообработки очень привлекательна. Но только время покажет, насколько широко она будет воплощена в мировом производстве. ☺

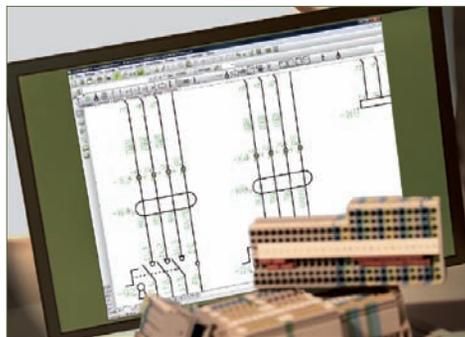
#### Упомянутые в статье

#### члены *Robotic Industries Association*:

- *ABB Robotics*;
- *ATI Industrial Automation*;
- *FANUC America Corporation*;
- *Jabez Technologies*;
- *KMT Robotic Solutions Inc.*;
- *Midwest Engineering Systems Inc.*;
- *PRE-TEC* (подразделение *Willamette Valley Company*);
- *Weldon Solutions*.

## PC|SCHEMATIC AUTOMATION

### Электротехническая CAD-система по разумной цене



#### PC|SCHEMATIC AUTOMATION включает:

- типовой функционал электротехнической CAD;
- готовые библиотеки символов, выполненных по стандартам IEC/EN для создания схем по электротехнике, электромонтажу, электронике, PLC, охранной сигнализации, EIB, компьютерным и телекоммуникационным сетям, блок-схемам, гидравлике, пневматике, строительству;
- базы данных компонентов от 35 ведущих производителей – ABB, AEG, Hager, Mitsubishi, Moeller, Omron, Phoenix Contact, Allen-Bradley, Brodersen, Continental, Danfoss, Siemens, Weber and Weidmuller, Legrand, Duelco, Falcom, Rockwell Automation, Schneider Electric, Wago и других.

Более подробная информация о системе, а также список дилеров в России, СНГ и странах Балтии:  
[www.pcschematic.com](http://www.pcschematic.com) и [www.pcschematic.ru](http://www.pcschematic.ru)

Дистрибьютор в России и СНГ – ООО ЦОЛЛА, Москва,  
тел.: +495 602-47-49

■ AUTOMATION ■ TELE ■ POWERDISTRIBUTION

PC|SCHEMATIC A/S Bygaden 7 4040 Jyllinge Denmark  
t: +45 4678 8244 [www.pcschematic.com](http://www.pcschematic.com)