

Демонстрация описанной в статье технологии доступна на Youtube:
<https://youtu.be/mK4x1U0E-fk>



Компания Delcam представила технологию адаптивного полирования турбинных лопаток с использованием промышленных роботов

На Парижском авиасалоне в Ле-Бурже, прошедшем летом 2015 года, компания Delcam (www.delcam.com) впервые представила широкой публике перспективную технологию обработки лопаток турбореактивных двигателей методом шлифования и полирования при помощи промышленных роботов. Эта технология была разработана подразделением Delcam Professional Services при сотрудничестве с финской фирмой JOT Automation, которая использует промышленные роботы марки ABB, работающие под управлением программного обеспечения Delcam: CAM-системы PowerMILL Robot и CAI-системы PowerINSPECT.

Шлифование и полирование при помощи промышленных роботов призвано заменить собой трудоемкие ручные операции и повысить точность обработки. Автоматическое выполнение этих операций стало возможным благодаря разработанной Delcam технологии адаптивной механообработки, при которой управляющие программы для промышленных роботов адаптируются под каждую конкретную операцию в соответствии с фактической формой детали (заготовки) на данном этапе

обработки. С этой целью после каждой промежуточной операции выполняется контроль точности обработки, а затем в управляющую программу для последующей операции вводятся необходимые поправки для компенсации отклонений. Отметим, что по сравнению со станками с ЧПУ, конструкция промышленных роботов типа «рука» имеет сравнительно малую жесткость, а адаптивная обработка позволяет в значительной мере компенсировать данный недостаток. В то же время, кинематика промышленных роботов обеспечивает высокую степень подвижности их кисти, что позволяет реализовать принцип обработки, основанный на перемещении детали относительно неподвижного инструмента. При изготовлении турбинных лопаток данный метод применим к операциям шлифования, полирования и обработки торца боком фрезы.

Представленная компанией Delcam производственная линия предусматривает подачу лопаток конвейером с автоматической установкой на кисть робота. Сначала робот, работающий под управлением предварительно созданной в CAI-системе PowerINSPECT программы, выполняет серию измерений конкретной лопатки, поднося деталь к неподвижно закрепленному щупу контактной измерительной системы. После этого данные замеров передаются обратно в программу PowerINSPECT, которая автоматически рассчитывает фактическое распределение припуска на обработку. Затем уточненная 3D-модель лопатки передается в CAM-систему для разработки управляющей программы для робота.

Также читайте в этом выпуске:



Стр. 3

Опыт использования Delcam Electrode в фирме Cavalier Tool & Manufacturing при производстве пресс-форм



Стр. 4-5

OMV-технология от компании Delcam. Незаменимый инструмент для контроля точности непосредственно на станке с ЧПУ



Стр. 6-7

Опыт использования CAM-системы PowerMILL в Elkington Brothers для производства инструментальной оснастки



Стр. 9-10

Опыт использования ПО Delcam в Pentaxia для производства оснастки и изделий из композиционных материалов

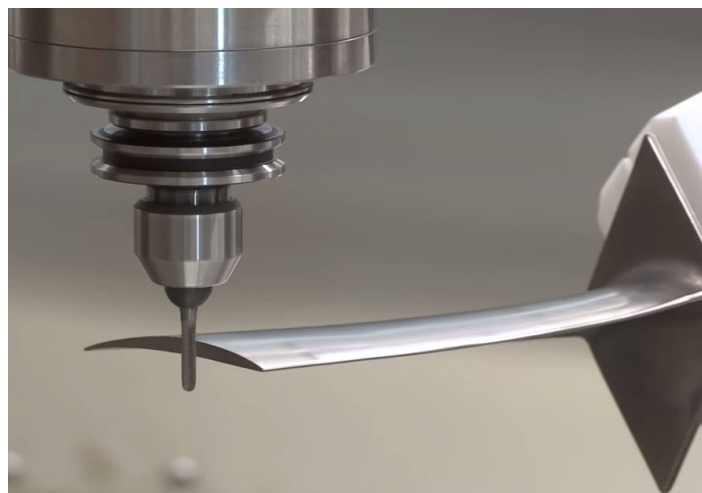


Узнайте больше о возможностях CAD/CAM/CAI-решений Delcam на сайте:

www.delcam.tv/lz



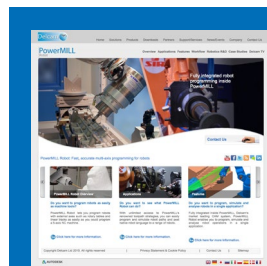
В процессе полирования лопатка перемещается относительно неподвижного инструмента.



При обработке торца лопатки деталь также движется относительно неподвижно закрепленного шпинделя.

Для программирования промышленных роботов компания Delcam предлагает CAM-систему PowerMILL Robot, позволяющую выполнить доскональную 3D-симуляцию всего процесса обработки. Разработка управляющих программ в PowerMILL Robot производится аналогично тому, как программируются многоосевые станки с ЧПУ. Кинематическая схема производственных ячеек, построенных на основе промышленных роботов, содержит обычно шесть или более степеней свободы (при наличии дополнительных линейных направляющих или позиционера). Поэтому программист-технолог должен задать в CAM-системе принцип перемещения всех кинематических звеньев исходя из наличия избыточных (с точки зрения традиционной пятиосевой обработки) степеней свободы. Этот процесс напоминает программирование роботов методом «обучения», только выполняется полностью на компьютере. Последующая 3D-симуляция обработки дает возможность проконтролировать управля-

ющую программу не только на отсутствие столкновений, но и предотвратить возникновение кинематических сингулярностей и особых точек, в которых происходят нежелательные резкие перемещения промежуточных звеньев робота.



CAM-система PowerMILL Robot обеспечивает быстрое и точное программирование многоосевой обработки на промышленных роботах.

Узнайте больше на сайте:
www.delcam-robotics.com

Процесс обработки пера лопатки представляет собой поэтапное удаление тонкого слоя материала шлифованием, причем после каждой операции величина оставшегося припуска измеряется заново. При выполнении каждой новой операции в управляющую программу вносятся изменения с учетом фактической формы детали. На заключительных этапах шлифо-

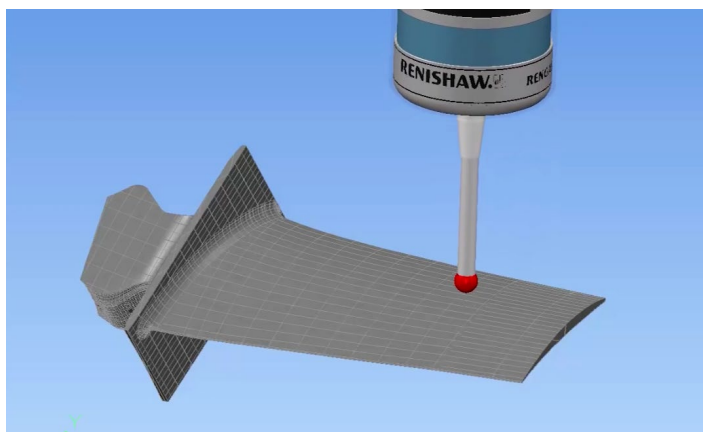
вание заменяется более тонким полированием. Как правило, требуемая точность обработки пера лопатки достигается всего за один или два этапа, но при необходимости цикл может повторяться многократно.

Фрезерная обработка торца

лопатки выполняется полностью аналогично, — лопатка движется относительно неподвижно закрепленного шпинделя с инструментом.

На заключительном этапе отполированная лопатка возвращается обратно на конвейерную линию, а в кисть робота автоматически устанавливается новая деталь и весь процесс выполняется заново.

Отметим, что описанная выше технология адаптивной обработки изначально разрабатывалась для восстановления незначительных сколов на кромках лопаток методом наплавления (плакирования). В процессе эксплуатации на турбинные лопатки действует большая центробежная сила, поэтому они со временем деформируются, и их форма перестает соответствовать теоретической CAD-модели. Это обстоятельство сильно затрудняет обработку наплавленных зон на станках с ЧПУ, поэтому традиционный метод восстановления лопаток требует большого объема высококвалифицированного ручного труда. В 2013-м году немецкая фирма Hamuel Maschinenbau выпустила на рынок гибридный обрабатывающий центр HSTM 1000 Hybrid, предназначенный для восстановления поврежденных лопаток авиационных двигателей. Управляющие программы для этого многоосевого станка с ЧПУ также могут быть разработаны с использованием адаптивной технологии компании Delcam. ©



Программирование последовательности измерений выполняется при помощи CAI-системы PowerINSPECT.



В процессе измерений промышленный робот «подносит» деталь к неподвижно установленному измерительному щупу.

Опыт использования Delcam Electrode в фирме Cavalier Tool & Manufacturing при производстве пресс-форм

Компания Delcam с гордостью сообщает, что канадская фирма Cavalier Tool & Manufacturing (www.cavaliertool.com), являющаяся одним из пользователей её комплексного CAD/CAM/CAI-решения Delcam Electrode (www.delcam-electrode.com), была удостоена престижной награды Leadtime Leader Award 2015, ежегодно присуждаемой известным американским журналом MoldMaking Technology (www.moldmakingtechnology.com). Каждый год этот журнал составляет собственный рейтинг североамериканских производителей пресс-форм на основе комплексных показателей их производительности, эффективности, качества продукции, инноваций и степени специализации. Награда за кратчайшие сроки освоения новых видов продукции Leadtime Leader Award присуждается лидирующему производителю пресс-форм из США или Канады. В 2015-м году торжественное награждение победителей состоялось на специализированной выставке Amerimold Expo.

“Фирма Cavalier Tool & Manufacturing была удостоена награды Leadtime Leader Award 2015 в знак признания её успехов в области совершенствования бизнес-процессов путем внедрения на производстве гибких стандартизированных процессов и передовых технологий, а также повышения квалификации сотрудников и уровня их мотивации”, — заявила главный редактор журнала MoldMaking Technology Кристина Фугис (Christina Fuges). “При присуждении награды фирме Cavalier Tool & Manufacturing также учитывались её заслуги в сфере внедрения прогрессивных автоматизированных технологий электроэрозионной обработки, участие в разработке специализированного программного обеспечения, автоматизации мониторинга станков, социальной политики и многого другого”, — добавила она.

Фирма Cavalier Tool & Manufacturing является одним из первых пользователей комплексного CAD/CAM/CAI-решения Delcam Electrode, предназначенного для полного цикла изготовления электродов для электроэрозионной обработки, включая их проектирование, обработку на станках с ЧПУ и контроль точности. Тесное сотрудничество с компанией Delcam способствовало развитию не только программного обеспечения, но и самой фирмы Cavalier Tool & Manufacturing, что позволило ей отказаться от размещения внешних заказов на электроэрозионную обработку у смежников более чем на 600 тыс. долларов в год. Это стало возможным благодаря приобретению электроэрозионных станков OPS Ingersoll и ПО Delcam. В настоящее время Cavalier Tool & Manufacturing выполняет электроэрозионную обработку полностью самостоятельно, что позволяет ей производить за год

более 200 комплектов пресс-форм. При этом, в зависимости от сложности срок изготовления одного заказа колеблется от 6 до 16 недель.

Президент фирмы Cavalier Tool & Manufacturing Брайан Бендиг (Brian Bendig) считает, что “...компания Delcam проделала совместно с производителем станков OPS Ingersoll в Германии большую работу, что дало им возможность разработать комплексное решение, значительно упрощающее электроэрозионную обработку на нашем предприятии”. Начальник подразделения электроэрозионной обработки Марк Ланголис (Mark Langlois) уверен, что результаты внедрения новых технологий трудно переоценить. “До того, как мы начали использовать ПО Delcam, весь этап электроэрозионной обработки занимал много времени”, — вспоминает он, — “теперь же мы просто передаем данные напрямую из Delcam Electrode на станок OPS Ingersoll безо всякого ручного набора команд, и все работает просто отлично!”

“Мы попросили Delcam усовершенствовать несколько стандартных функций программного комплекса Delcam Electrode в соответствии с нашими потребностями”, — добавляет Марк Ланголис. В результате программисты из Delcam совместно с технологами OPS Ingersoll создали специальный скрипт, значительно упрощающий разработку управляющих программ для электроэрозионных станков. Если раньше на конструирование электрода уходило много часов, то теперь, по утверждению Марка Ланголиса, все делается за несколько щелчков мышкой: “Я могу создать полностью готовую 3D-модель электрода практически ничего не делая, только щелкая мышкой!” В дальнейшем CAD-модель передается в CAM-систему PowerMILL, в которой разрабатываются управля-

ющие программы для обработки электрода на фрезерном станке с ЧПУ.

Интересной особенностью фирмы Cavalier Tool & Manufacturing является гибкий подход к последовательности выполнения технологических операций в зависимости от загрузки оборудования. Например, глубокое сверление может предшествовать черновой фрезерной обработке.

Г-н Бендиг особо отметил, что повышение производительности труда после внедрения ПО Delcam и электроэрозионного оборудования OPS Ingersoll полностью окупило все затраты на их приобретение. Современные электроэрозионные станки OPS Ingersoll обладают высокой производительностью, обеспечивая при этом сравнительно низкий износ электродов. Электроэрозионный станок портального типа OPS Ingersoll Eagle 1200 позволил за первый же год своей эксплуатации сэкономить на электродах и времени обработки более 126 тыс. долларов, поэтому было принято решение приобрести еще два более крупных станка серии Eagle 1400. “Наша фирма всегда старается повысить свою эффективность. Сотрудничество с OPS Ingersoll и Delcam позволило нам превзойти всех наших конкурентов”, — утверждает директор Cavalier

Tool & Manufacturing. За пять лет портфель заказов фирмы со штатом около ста человек вырос с 8 до 24 млн. долл. США и продолжает расти. Наиболее востребованная продукция — крупногабаритные пресс-формы для автомобилестроения. За два последних года доля заказов из автомобилестроения выросла с 16% до 46%, что стало возможным благодаря высокому качеству производимых пресс-форм.

В настоящее время фирма Cavalier Tool & Manufacturing внедряет технологию маркировки электродов при помощи радиочастотных меток (RFID) с целью их безошибочной привязки к соответствующим управляющим программам для конкретного электроэрозионного станка, а также автоматизации их складского хранения. В перспективе фирма планирует построить роботизированные производственные ячейки с автоматическими устройствами смены инструмента, в которых поиск и установка электродов на станок будет осуществляться при минимальном участии человека. С этой целью предприятие переходит на стандартизированные держатели фирмы Erowa. Автоматизированные ячейки смогут работать без присмотра несколько дней подряд, что повысит эффективность предприятия, не добавляя при этом трудозатрат. ©



Президент Cavalier Tool & Manufacturing Брайан Бендиг демонстрирует электрод, изготовленный его фирмой.

OMV-технология от компании Delcam

Незаменимый инструмент для контроля точности непосредственно на станке с ЧПУ

Технология контроля точности механообработки непосредственно на станке с ЧПУ (от англ. OMV — On-Machine Verification) была разработана компанией Delcam около 10 лет назад. OMV-технология основана на использовании прецизионных контактных измерительных систем (так называемых “измерительных головок” или “измерительных датчиков”). Беспроводной контактный датчик устанавливается в шпиндель станка с ЧПУ на место режущего инструмента, и в момент касания детали щупом происходит считывание координат из стойки ЧПУ станка, после чего данные передаются в CAI-систему (сокр. от англ. Computer-aided Inspection) для последующего автоматизированного анализа.

Точность и повторяемость измерений, обеспечиваемая современными обрабатывающими центрами, находящимися в хорошем техническом состоянии, сопоставима с характеристиками стационарных координатно-измерительных машин (КИМ) с ЧПУ. Это обстоятельство позволяет выполнять межоперационный контроль точности непосредственно на станке, без извлечения обрабатываемой детали из крепежного приспособления.

Традиционная технология межоперационного контроля точности подразумевает извлечение обрабатываемого изделия из станка, его транспортировку в метрологическую лабораторию, установку на стационарную КИМ, проведение серии замеров, извлечение детали из КИМ, транспортировку обратно в цех, установку на станок, повторное базирование и последующую механообработку. Очевидно, что выполнение всей этой последовательности действий отнимает много времени. Кроме того, после каждого извлечения детали из станка приходится выполнять её повторное базирование, что приводит к появлению дополнительной погрешности, причем точность повторного базирования зависит от квалификации оператора. В случае, если обрабатываемая деталь имеет массу

в несколько тонн (например, матрица большого штампа), ее транспортировка и установка на станок или КИМ превращается в сложную техническую задачу.

Концепция использования прецизионных бесконтактных измерительных датчиков позволяет реализовать на практике несколько схожих технологий:

- межоперационный контроль точности обработки непосредственно на станке с ЧПУ с использованием CAI-систем;
- технологию виртуального базирования крупногабаритных и/или тяжелых деталей на станке с ЧПУ, которая позволяет на основе серии замеров вносить в стойку ЧПУ линейные и угловые поправки, учитывающие фактическое положение заготовки при данном конкретном установе. Эта технология особенно востребована при обработке кованных и литых заготовок сложной формы, не имеющих явных технологических баз. Для таких деталей виртуальное базирование позволяет добиться равномерного распределения припуска на обработку, и тем самым уменьшить вероятность брака или поломки инструмента;
- адаптивную механообработку, при которой траектории инструмента рассчитываются с учетом фактической формы

обрабатываемой детали (заготовки) на данном этапе. Наиболее широкое распространение эта технология получила в процессе восстановления сколов на кромках лопаток авиационных турбореактивных двигателей методом наплавки (плакирования);

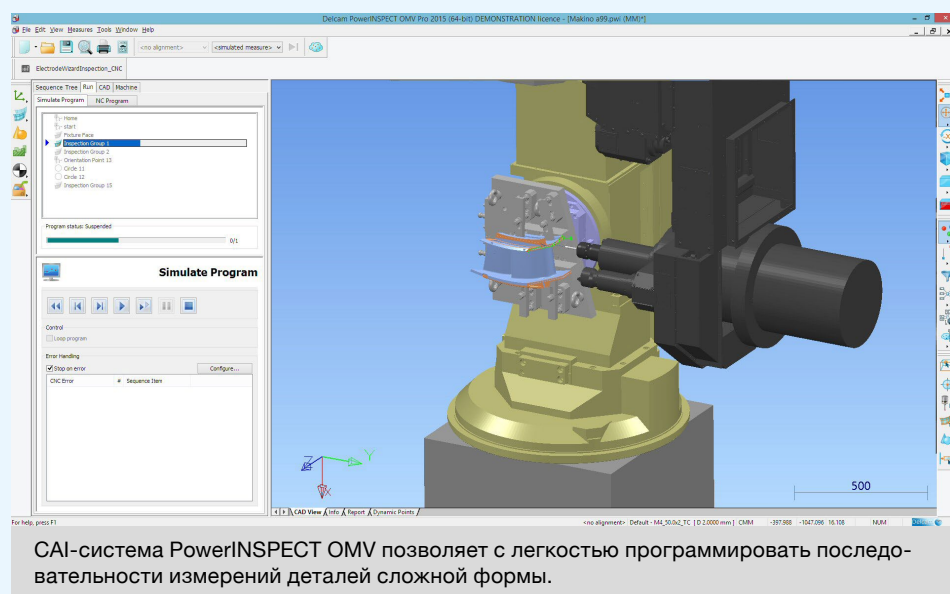
- контроль точности и повторяемости (технического состояния) многоосевых станков с ЧПУ. Для этого выполняют серию автоматизированных измерений установленной на станок эталонной сферы. Такой тест, позволяющий выявить все погрешности и биения осей, целесообразно проводить после каждой поломки и технического обслуживания станка;
- наладку режущего инструмента и обнаружение сломанного инструмента.

Компания Delcam, получила широкую известность и признание, прежде всего, благодаря своему флагманскому программному продукту, — САМ-системе PowerMILL, предназначенной для разработки эффективных управляющих программ для сложных видов фрезерной обработки. Компания предлагает заказчикам комплексное CAD/CAM/CAI-решение, охватывающее все этапы производства с использованием станков с ЧПУ, начиная от проектирования изделий и сложной инструментальной оснастки, до контроля точности обработки. Возможность бесшовной передачи данных между отдельными компонентами CAD/CAM/CAI-комплекса позволило Delcam разработать OMV-технология, обеспечивающую заказчику гораздо больше возможностей, чем каждый программный модуль по отдельности.

Для контроля точности обработки компания Delcam предлагает семейство CAI-систем PowerINSPECT, главной задачей которых является сравнение данных фактических замеров с теоретической CAD-моделью изделия и автоматизированное создание отчетов. Версия PowerINSPECT OMV обеспечивает генерацию безопасных ЧПУ-траекторий перемещения щупа с учетом формы и размеров детали, крепежного приспособления, элементов станка и т.п. Пользователю необходимо указать на CAD-модели те элементы, размеры которых необходимо проконтролировать, и убедиться в безопасности траектории при помощи 3D-симуляции.

Одним из бизнес-партнеров Delcam, успешно освоившим и продвигающим OMV-технологии на рынке, является предприятие Makino-NCMT Grinding Division, созданное японской станкостроительной корпорацией Makino и крупным британским поставщиком станков, оборудования и технологий — фирмой NCMT, которая уже много лет поставляет на предприятия Великобритании весь спектр станков и оборудования марки Makino.

Совместное предприятие Makino-



CAI-система PowerINSPECT OMV позволяет с легкостью программировать последовательности измерений деталей сложной формы.



Пояснительное видео к данной статье доступно на Youtube:
https://youtu.be/_FGU_d6KpIlg

Предварительная 3D-симуляция процесса измерений в PowerINSPECT OMV позволяет исключить непредвиденные столкновения.

NCMT Grinding Division было основано в г.Ковентри (Великобритания) в 2006 году по просьбе одного из крупнейших мировых производителей авиадвигателей. Корпорация Makino снабдила подразделение своими многшпиндельными обрабатывающими центрами, позволяющими за один технологический установ детали выполнять комбинированные операции глубинного шлифования, фрезерную и токарную обработку, а также сверление. Главной задачей предприятия являлось совершенствование технологии прецизионного шлифования жаропрочных сплавов на основе никеля, получившей название VIPER grinding.

Высокопроизводительная технология глубинного шлифования VIPER grinding основана на применении керамических шлифовальных кругов из оксида алюминия относительно малого диаметра. Традиционные методы обработки никелевых сплавов базируются на использовании шлифовальных кругов на основе кубического нитрида бора. Новая технология VIPER grinding позволили в 6-8 раз(!) сократить время на обработку турбинных лопаток авиационных турбореактивных двигателей и значительно снизить затраты на инструмент. В настоящее время Makino-NCMT Grinding Division внедряет апробированную технологию VIPER grinding на различные европейские и американские предприятия, работающие не только в двигателестроении, но и в аэрокосмической отрасли, производстве электроэнергии, мотоспорте и медицинской промышленности.

Следует признать, что, несмотря на значительные преимущества, технология VIPER grinding является экстремально сложной, поскольку детали из труднообрабатываемых жаропрочных сплавов (таких, как Inconel), как правило, имеют сложную форму и высокие требования к точности обработки. При этом заготовки очень дорогие, а их наличие может быть сильно лимитировано.

“Типовой проект, как правило, подразумевает качественное изготовление, по крайней мере, 30 одинаковых изделий из 32 дорогостоящих заготовок”, — объясня-

ет инженер-технолог фирмы Makino-NCMT Grinding Division Стюарт Сидхауз (Stewart Seedhouse), — “Поэтому всё, что может сделать производственный процесс более надежным и точным, является чрезвычайно ценным для нас”.

На начальной стадии проекта при помощи CAI-системы PowerINSPECT OMV на обрабатывающем центре выполняется серия измерений эталонной сферы, что позволяет еще до начала обработки дорогостоящей заготовки убедиться в том, что станок находится в хорошем техническом состоянии. Тестирование оборудования обычно занимает от одного до двух часов, но это придает оператору уверенность, что последующим измерениям, выполненным непосредственно на станке, можно доверять.

На следующем этапе выполняется проверка положения всех технологических баз крепежного приспособления и наличие необходимых зазоров. По мнению Стюарта Сидхауза такая проверка обязательна, так как “...хотя мы ожидаем, что крепежное приспособление установлено на станке правильно, абсолютная уверенность в этом может сэкономять уйму времени и сил в процессе поиска причин возникновения проблем на последующих этапах”.

После успешно пройденных начальных проверок заготовка устанавливается на станок, и при помощи CAI-системы PowerINSPECT OMV определяется величина и фактическое распределение припуска на обработку. С целью более равномерного распределения припуска, можно попытаться изменить положение заготовки в крепежном приспособлении или применить технологию виртуального базирования, внося необходимые линейные и угловые поправки в ЧПУ-стойку обрабатывающего центра. Следует отметить, что PowerINSPECT OMV позволяет легко проконтролировать неявно определяемые размеры, например, построить фактический аэродинамический профиль поперечного сечения пера лопатки.

Чаще всего заготовки из сплавов никеля изготавливаются методом литья или горячей штамповки, поэтому их форма

обычно несколько отличается от теоретически заданной CAD-модели. Их размеры также могут незначительно варьироваться в зависимости от производителя и номера партии. “Перед тем, как начать обработку новой детали, а также в том случае, если заготовки из разных партий, мы всегда стараемся проконтролировать наличие необходимого припуска на обработку”, — говорит Стюарт Сидхауз, — “Наличие чересчур большого припуска на заготовке может свидетельствовать о металлургических проблемах, например внутренних трещинах или пережоге. Излишний припуск может привести к разрушению шлифовального круга, а иногда даже к поломке станка. Если вы знаете, что припуск несколько больше, чем было запланировано, лучше добавить дополнительные проходы инструмента и удалить излишек на безопасных режимах”.

Еще одна потенциальная проблема может возникнуть из-за наличия в теле штампованных или литых заготовок внутренних остаточных напряжений, способных привести к деформации обработанной детали. “Если мы подозреваем, что это может произойти, то сначала проводим предварительную обработку, оставляя на детали небольшой припуск. Благодаря этой операции внутренние напряжения снижаются, и при помощи PowerINSPECT OMV мы контролируем нежелательные деформации”, — делится опытом Стюарт Сидхауз, — “Последующая чистовая обработка позволяет добиться требуемой формы детали”.

Технологию OMV необходимо также использовать после любых глубоких проходов инструмента (с большим усилием резания) для проверки правильности положения детали и крепежного приспособления, которые могут сдвинуться в процессе обработки.

“CAI-система PowerINSPECT OMV — наш бесценный помощник при освоении выпуска новых типов изделий и запуске на производстве новых станков”, — говорит Стюарт Сидхауз, — “Эта программа очень быстро придает нам уверенность, что обработка идет по плану. Для этого достаточно лишь выполнить несложные измерения в нескольких характерных точках обрабатываемой детали”.

“Межоперационные измерения непосредственно на станке позволяют сэкономить недели времени, которые могут уйти на ожидание результатов измерений из метрологической лаборатории”, — добавляет он, — “Технология OMV придает нам настолько большую уверенность, что мы просим заказчика перепроверить точность его стационарной КИМ, если она вдруг показывает какие-то отклонения от размеров. Мой опыт свидетельствует, что если деталь успешно прошла у нас OMV-проверку, то у нее уже не может быть существенных проблем с точностью”.

Как показывает опыт других пользователей, многие предприятия настолько доверяют OMV-технологии, что осуществляют на стационарных КИМ с ЧПУ лишь выборочный контроль точности деталей из одной партии. При этом высокоточные замеры на КИМ с ЧПУ фактически подтверждают, что станок и инструмент находятся в хорошем состоянии. ©

25 лет успешного сотрудничества фирмы Elkington Brothers с компанией Delcam

Опыт использования САМ-системы PowerMILL для производства сложной инструментальной оснастки

Фирма Elkington Brothers (www.elkingtonbrothers.com), основанная в 1939 году, специализируется на производстве сложной инструментальной оснастки. Это небольшое высокотехнологичное предприятие, расположенное в г.Бирмингем (Великобритания), изготавливает крупногабаритные штампы и пресс-формы весом до 25 тонн для европейских, американских и японских производителей автомобилей и сельскохозяйственной техники. Почти 90% заказов фирма получает от производителей автомобилей. Пластмассовые детали (бамперы, спойлеры, элементы оформления салона, решетки и т.п.), изготовленные при помощи произведенной Elkington Brothers инструментальной оснастки, можно встретить в конструкции автомобилей таких известных марок как: Aston Martin, Audi, Jaguar, Landrover, Lotus, Magna, Volvo и других. Также фирма выполняет заказы для аэрокосмической отрасли, атомных электростанций и производителей бытовой техники.

В 1989 году Elkington Brothers приобрела программное обеспечение компании Delcam и приступила к освоению сложных видов механообработки на станках с ЧПУ. В то время Delcam уже предлагала заказчикам комплексное решение, включающее в себя САД-систему для 3D-моделирования и САМ-систему для разработки управляющих программ для многоосевых фрезерных станков с ЧПУ. В настоящее время эти программные продукты известны как САД-система PowerSHAPE и САМ-система PowerMILL. Фирма Elkington Brothers использует САД/САМ/САИ-решения Delcam для выполнения всех типов заказов, включая изготовление различной инструментальной оснастки, прототипов, шаблонов, крепежных приспособлений и вспомогательной технологической оснастки.

“В то время переход предприятия на автоматизированные методы производства с применением вычислительной техники был для нас очень ответственным решением, поскольку стоимость одного лишь программного обеспечения составляла десятки тысяч фунтов стерлингов. Кроме того, в те годы станки с ЧПУ были намного дороже, чем сейчас”, — вспоминает управляющий директор Elkington Brothers Джеймс Келли (James Kelly), — “Последующие годы успешного развития нашей фирмы доказали правильность

принятого решения. Я уверен, что если бы мы не сделали тогда инвестиции в САД/САМ-технологии, то не смогли бы достигнуть таких высот в бизнесе”.

“Конечно, в те годы на рынке САД/САМ-систем было представлено гораздо меньше решений, но перед окончательным выбором мы всё же проводили тщательный анализ и сравнения. Мы сочли, что возможности программного обеспечения Delcam были больше ориентированы именно на конструирование и изготовление инструментальной оснастки, в то время как конкурирующие системы лучше подходили для проектирования сборок. То обстоятельство, что штаб-квартира Delcam также расположена в Бирмингеме, тоже имело для нас большое значение, поскольку мы понимали, что на начальном этапе внедрения нам потребуется много техподдержки со стороны поставщика САД/САМ-решения”, — добавил Джеймс Келли.

За четверть века программные решения Delcam претерпели колоссальное развитие, причем многие функциональные возможности появились благодаря тесному сотрудничеству разработчиков со старыми заказчиками, такими как Elkington Brothers. “У нас всегда было очень сильное взаимодействие с Delcam”, — утверждает Джеймс Келли, — “После того как мы спрашивали у разработчиков, почему их программа не позволяет выполнить ту или



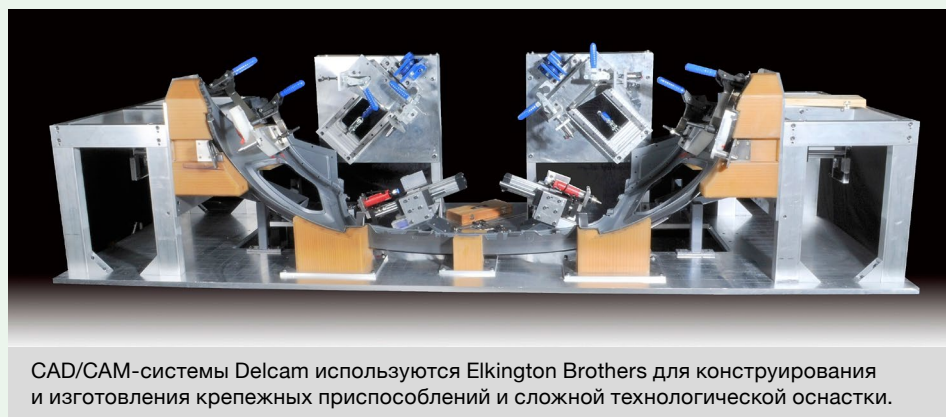
Для программирования всех видов фрезерной обработки Elkington Brothers использует САМ-систему PowerMILL.

иную операцию, или просили их усовершенствовать имеющийся функционал, мы видели запрашиваемые изменения в новых версиях”.

По состоянию на середину 2015 года, в фирме Elkington Brothers с САД/САМ-системами работало семеро сотрудников: трое выполняли проектирование технологической оснастки в САД-системе PowerSHAPE, двое занимались разработкой управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ в САМ-системе PowerMILL, и еще двое использовали одновременно и PowerSHAPE и PowerMILL. При этом, двое из семи технологов использовали также САИ-систему PowerINSPECT (также разработка Delcam) для программирования последовательности измерений на стационарной КИМ с ЧПУ марки Stiefelmayer.

“Когда мы только приступали к внедрению автоматизированных систем проектирования, в них еще использовалась командная строка для ручного ввода команд с клавиатуры, а сейчас за взаимодействие программ с пользователем отвечает удобный графический интерфейс. Кроме того, развитие вычислительной техники и программного обеспечения позволило сократить время расчета управляющих программ до приемлемых величин”, — говорит Джеймс Келли.

Более быстрый расчет УП способствует-



САД/САМ-системы Delcam используются Elkington Brothers для конструирования и изготовления крепежных приспособлений и сложной технологической оснастки.



Фирма Elkington Brothers производит инструментальную оснастку весом до 25-ти тонн.

ет значительному сокращению времени выполнения заказа. Кроме того, САМ-система PowerMILL обеспечивает высокое качество чистовой обработки поверхностей, поэтому объем ручной доводки так же стал существенно меньше. Если раньше на изготовление оснастки для формовки обивки крыши автомобиля уходило 24 недели, то теперь подобный заказ, если все идет по плану, выполняется за шесть недель. Такая экономия времени позволяет Elkington Brothers быть более конкурентоспособной на этапе коммерческого предложения, так как для заказчиков всегда важны не только стоимость, но и сроки отгрузки готовой продукции. Стационарная КИМ с ЧПУ позволяет нам быть абсолютно уверенными в качестве наших изделий. «Вне сомнения, мы бы никогда не отгрузили заказчикам инструментальную оснастку, которая не соответствует нашим стандартам качества», — утверждает управляющий директор фирмы Elkington Brothers.

Программисты-технологи фирмы Elkington Brothers считают, что за последние десятилетия в их работе изменилось

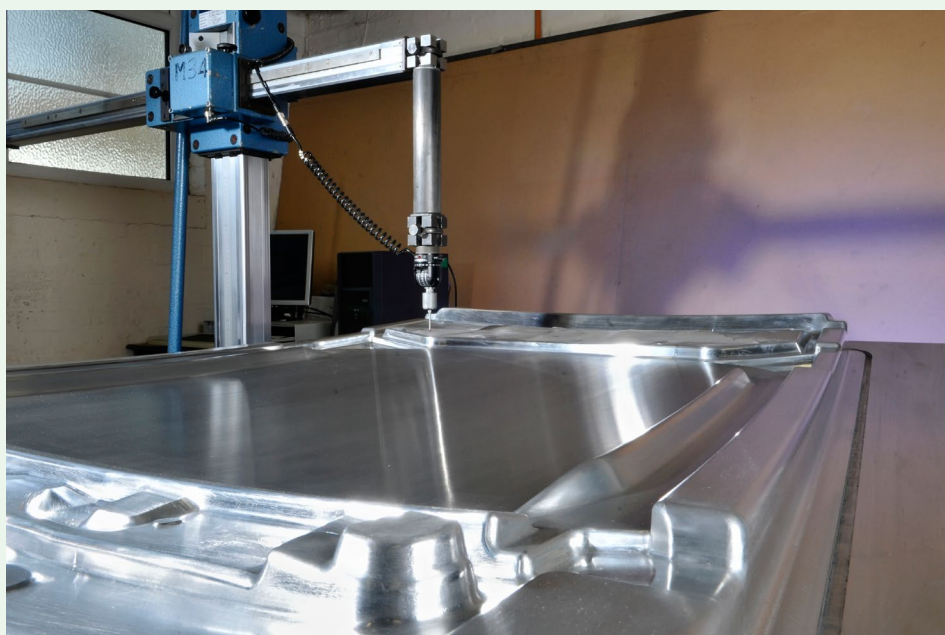
всё, кроме одного, а именно, того количества изменений, которые приходится вносить в проекты по просьбе заказчиков. Изменения вносятся либо до того, как начнется обработка на станке, или после изготовления тестовых образцов. «CAD-система PowerSHAPE позволяет нам очень легко сравнивать 3D-модели и находить в них различия, требующие доработки в локальных областях. Если проект требует существенных глобальных изменений, то нам может потребоваться начать всё с самого начала». — Объясняет Джеймс Келли, — «Это означает, что мы можем очень быстро и точно рассчитать стоимость дополнительной работы и быть уверенными в том, что запрашиваемая цена адекватна и экономически обоснована».

Г-н Келли замечает, что «... в последнее время выбор программного обеспечения стал гораздо шире», но, несмотря на это, он по-прежнему настаивает на том, чтобы программисты-технологи его фирмы регулярно проходили учебные курсы в Delcam. «Иногда мы все еще обращаемся за техподдержкой в Delcam. Многие из инженеров техподдержки Delcam — это те же самые люди, которые помогали нам внедрять ПО на производстве десятки лет назад. За это время они накопили огромный опыт и знания. Это означает, что их помощь будет непревзойденной», — убежден Джеймс Келли.

К настоящему времени компания уже полностью оправилась от последствий экономического спада, произошедшего в Европе в конце прошлого десятилетия. Два года назад Elkington Brothers приобрела два дополнительных станка марки Hurco, обеспечивающих высокую производительность и хорошее качество чистовой обработки. Г-н Келли предполагает, что их следующим шагом будет приобретение станка, рассчитанного на непрерывную пятиосевую обработку крупногабаритной оснастки, поскольку компоновка имеющегося в наличии оборудования позволяет реализовать лишь позиционную («3+2») пятиосевую обработку.

В значительной мере фирма Elkington Brothers обязана своим успехом заказам от автоконцерна Jaguar Land Rover, тем не менее, г-н Келли стремится расширить спектр заказчиков из смежных отраслей, особенно работающих в аэрокосмической промышленности.

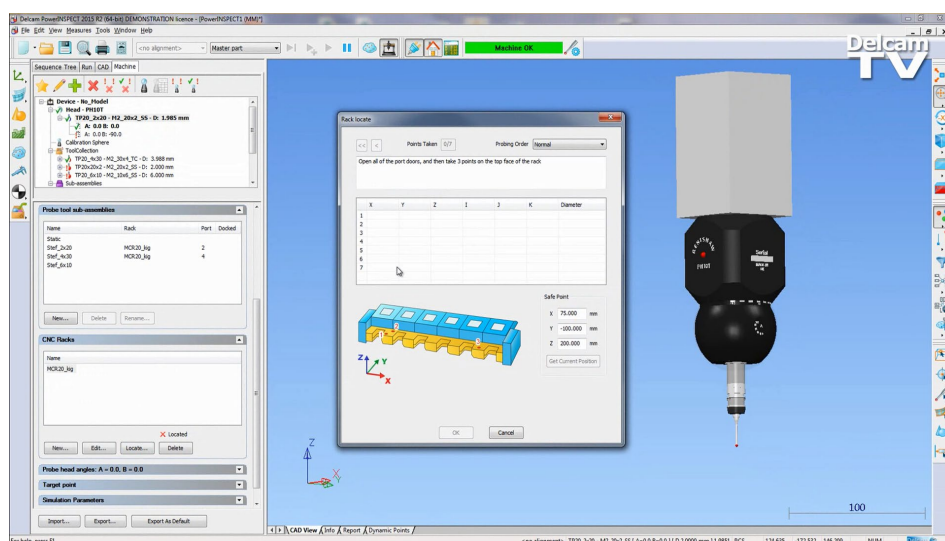
В начале 2015-го года фирма наняла на работу дополнительно двух программистов-технологов и планирует в обозримом будущем взять еще одного или двух. Новые сотрудники стремятся быстрее приступить к освоению CAD/CAM-систем Delcam, но г-н Келли настаивает на том, что они должны сначала в совершенстве освоить универсальные станки с ручным управлением: «Несмотря на явные преимущества автоматизированных CAD/CAM-систем, я все еще верю, что традиционные навыки работы остаются значимой составляющей успеха нашей фирмы». ©



САИ-система PowerINSPECT используется для контроля точности обработки на стационарной КИМ с ЧПУ.

CAI-система PowerINSPECT 2015 R2 — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ

Компания Delcam, являющаяся разработчиком комплексного CAD/CAM/CAI-решения Power Solution, выпустила второй плановый релиз CAI-системы PowerINSPECT 2015. Эта программа предназначена для сравнения данных фактических замеров с теоретической CAD-моделью изделия, на основе которой создавались управляющие программы для станка с ЧПУ. Результаты проведенных измерений автоматически анализируются CAI-системой и незамедлительно отображаются на экране монитора в виде изображения 3D-модели изделия, закрашенной с использованием интуитивно понятной цветовой схемы кодирования информации. Благодаря высокой степени автоматизации всех процедур, от пользователя PowerINSPECT не требуется глубоких познаний в области метрологии. При необходимости, численные данные могут выводиться для анализа в виде таблиц и графиков. Для документирования процесса контроля точности CAI-система позволяет автоматически генерировать отчеты о проделанных измерениях. Форма представления отчетов, структура их данных и содержание пояснительных иллюстраций может быть настроена в соответствии со стандартами конкретного предприятия.



Одним из главных новшеств PowerINSPECT 2015 R2 стала поддержка стоек (rack) со сменным набором измерительных щупов.

Компания Delcam изначально создавала CAI-систему PowerINSPECT как аппаратно-независимую, благодаря чему эта программа поддерживает работу с широким спектром координатно-измерительного оборудования различных производителей, в том числе: портативных КИМ типа «рука»; КИМ с ЧПУ; прецизионных контактных измерительных систем, устанавливаемых непосредственно на станок с ЧПУ; оптических и лазерных измерительных устройств (3D-сканеров) и т.д. Достоинством PowerINSPECT является возможность ее интеграции на уровне формата данных с другими компонентами комплексного CAD/CAM/CAI-решения компании Delcam, а именно, с CAD-системой PowerSHAPE и CAM-системой PowerMILL. Это позволяет эффективно решать с помощью PowerINSPECT задачи адаптивной механообработки и виртуального базирования детали на станке с ЧПУ.

Основные усовершенствования в PowerINSPECT 2015 R2 призваны упростить и ускорить прецизионные измерения сложных сборок.

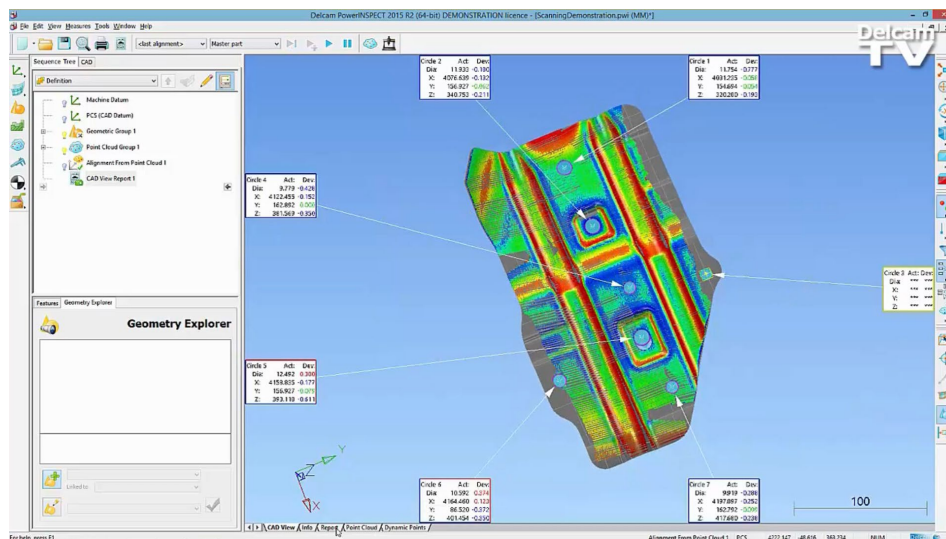
Для пользователей КИМ с ЧПУ одним из главных новшеств PowerINSPECT 2015 R2 стала поддержка стоек (rack) со сменным набором измерительных щупов, — теперь CAI-система позволяет программировать последовательность измерений

с процедурой смены измерительного щупа. В программе реализована поддержка пока только двух наиболее широко распространенных моделей стоек: MCR20 и FCR25 производства фирмы Renishaw. Усовершенствованная в новом релизе база данных измерительного инструмента по-

зволяет представить стойку со сменными щупами в виде 3D-подборки, состоящей из неподвижного основания (собственно самой стойки) и сменного инструмента различного типоразмера или типа. При этом PowerINSPECT обеспечивает автоматическое программирование циклов смены измерительных датчиков на КИМ с ЧПУ, подводя измерительную головку к нужному гнезду стойки и подсоединяя щуп в соответствии с запланированной последовательностью измерений. Задачей оператора является предварительное определение фактического положения стойки со сменным инструментом на КИМ с ЧПУ, а также установка всех измерительных щупов в строго отведенные им гнезда.

Для того чтобы в процессе программирования измерений сложного изделия облегчить работу с каким-то одним из его элементов, в PowerINSPECT 2015 R2 появилась опция «увеличить по выделению» (zoom-to-fit). Пользователь может указать один или несколько интересующих его элементов в дереве проекта, а программа приблизит изображение таким образом, чтобы были видны сразу все выбранные элементы 3D-модели. Выбрать требуемый элемент также можно, кликнув мышкой по одной из составляющих его поверхностей в 3D-окне программы.

В PowerINSPECT 2015 R2 существенно улучшен алгоритм проверки точности изготовления партии однотипных деталей при помощи оптического или лазерного 3D-сканера. Теперь пользователю достаточно всего лишь один раз задать на CAD-модели характерные поверхности, по которым будет осуществляться выравнивание сканированного облака точек, а CAI-система автоматически выполнит совмещение системы координат сканированного облака точек с CAD-моделью. Для этого в PowerINSPECT реализована функция автоматического распознавания стандартных поверхностей на основе облака сканированных 3D-точек. Как только



В PowerINSPECT 2015 R2 существенно улучшен алгоритм проверки точности изготовления партии однотипных деталей при помощи 3D-сканера.

PowerINSPECT 2015 R2

пользователь завершит 3D-сканирование новой детали, программа незамедлительно проанализирует данные и сформирует отчет о проделанных измерениях.

Для совмещения систем координат сканированного облака точек и теоретической CAD-модели часто применяют метод RPS-выравнивания (от англ. Reference Point System), основанный на реперных точках. В PowerINSPECT 2015 R2 этот метод был усовершенствован: теперь для совмещения систем координат методом наилучшего прилегания (best-fit calculation) пользователь может использовать не всю 3D-модель целиком, а лишь ее отдельные значимые элементы. При необходимости, в процессе традиционного RPS-выравнивания можно вручную задать требуемое смещение системы координат.



В PowerINSPECT реализована поддержка широко распространенных моделей стоек: MCR20 и FCR25 фирмы Renishaw.

Известно, что вызванные вибрациями и неравномерным износом инструмента гармонические колебания системы «станок — приспособление — инструмент — деталь» способны привести к заметному снижению качества обработки поверхности, особенно на резонансных частотах. Ухудшение качества выражается в повышении шероховатости поверхности, особенно на макроуровне и/или возникновении волнообразных неровностей (потери гладкости) на макроуровне. Пренебрежение величиной амплитуды волнообразных неровностей приведет к ошибочному заключению относительно точности обработки, особенно если выводы делаются на основе анализа измерений минимально необходимого количества точек, так как существует вероятность того, что контролируемая точка оказалась на локальном максимуме или минимуме. Чтобы убедиться, что степень волнообразности измеряемой поверхности на макроуровне не превышает допустимых пределов, в PowerINSPECT 2015 R2 добавлена возможность выполнять серию дополнительных измерений вокруг измеряемой точки. CAI-система автоматически анализирует отклонения всех соседних точек, и если все значения укладываются в допуск, то измерение в центральной точке принимается как достоверное. ©

Опыт использования ПО Delcam в фирме Pentaxia для производства инструментальной оснастки и изделий из композитных материалов

После того, как Стивен Олэр, — бывший директор одной крупной британской инженеринговой компании, работающей в железнодорожной отрасли, — вышел в 2008 году на пенсию, он и его жена решили инвестировать свои сбережения в фирму Pentaxia (www.pentaxia.co.uk). Произошло это так: давние коллеги г-на Олэра, имевшие собственный бизнес в области точного машиностроения, обратились к нему с просьбой о помощи, так как они знали его как инженера с многолетним стажем работы. Г-н Олэр вспоминает: «Они арендовали портальный пятиосевой станок, но, чтобы наладить производство им не хватало опыта, и они пригласили меня помочь им. В то время мне было немного скучно на пенсии, поэтому я решил присоединиться к ним». На первых порах станок был установлен в арендованном помещении без водопровода и канализации, поэтому через полгода было принято решение переехать в новый цех.

«Сначала нашими заказчиками являлись небольшие компании, производящие изделия из композитных материалов», — вспоминает г-н Олэр, — «Мы старались образцово обслуживать всех заказчиков и всегда фокусировались на обеспечении надежных поставок. Вскоре наши усилия были по достоинству оценены, и Pentaxia начала быстро прогрессировать. Через два года наша фирма, имевшая уже два портальных станка, решила приступить к изготовлению пресс-форм для формовки композитных изделий и инструментальной оснастки для аэрокосмической промышленности. Еще одним направлением инвестиций стало производство изделий из композитных материалов. В настоящее время Pentaxia предлагает полный спектр услуг по производству изделий из композитных материалов». Производство Pentaxia аккредитовано по стандартам ISO 9001 и AS9100.

К середине 2015 года штат фирмы Pentaxia, расположенной в здании площадью 1300 кв.м., состоял из 57 человек. При этом станочный парк фирмы, насчитывающий четыре пятиосевых и два трехосевых станка портального типа, считается одним из самых крупных

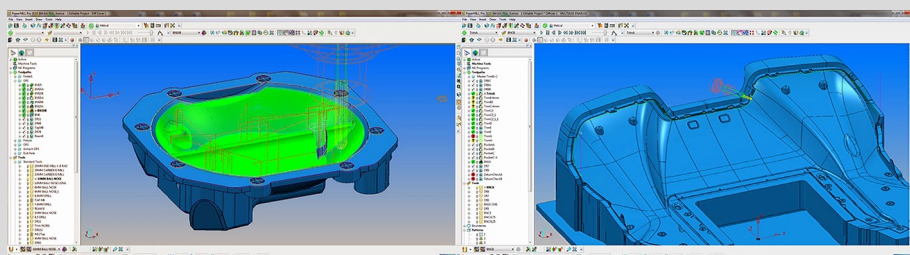


CAM-система PowerMILL позволяет Pentaxia минимизировать время обработки на станке.

в Великобритании. Предприятие имеет также два автоклава, новейший пресс марки Langzauner для формовки композитных изделий, четыре чистые комнаты и современный участок для покраски изделий. Контроль точности изделий выполняется при помощи стационарной КИМ Mitutoyo и портативной «руки» Faro Platinum. В настоящее время фирма выполняет заказы для многих команд Формулы-1, производителей автомобилей люксовых брендов и предприятий аэрокосмической отрасли.

«Как управляющий директор фирмы Pentaxia, я вижу свою миссию в обеспечении правильного оборудования и станков для правильных людей», — говорит г-н Олэр, — «Мы никогда не боялись инвестировать в производство, одним из ключевых элементов которого является программное обеспечение. Мы выбрали CAD/CAM/CAI-решения Delcam, и теперь у нас есть три рабочих места с CAM-системой PowerMILL, используемой совместно с VERICUT, — программой для 3D-симуляции работы станка с ЧПУ».

Программирование всех станков осуществляется в офлайн режиме при помощи CAM-системы PowerMILL, после чего готовые управляющие программы передаются в виде G-кода непосредственно в модуль VERICUT для заключи-



Программисты-технологи фирмы Pentaxia оценивают CAM-систему PowerMILL как очень эффективную, но при этом простую в использовании.



Фирма Pentaxia использует CAM-систему PowerMILL для программирования всего парка пятиосевых фрезерных станков с ЧПУ, в том числе, марки CMS.

тельного анализа и проверки. “Совместное использование этих программ позволяет нам точнее планировать график работы. Тем не менее, следует признать, что они прогнозируют время обработки на станке не совсем точно, поскольку мы не можем предсказать абсолютно все факторы. В результате ошибка составляет порядка 5-10%, но эта кажущаяся незначительной погрешность также очень важна для нас, поскольку некоторые виды фрезерной обработки длятся у нас непрерывно по 16 часов и более”, — объясняет г-н Олэр.

В выборе CAM-системы PowerMILL принимали решение руководитель по обслуживанию продукции фирмы Pentaxia Джон Бейтс (John Bates) и менеджер по производству продукции Даниэль Де Чеcco (Daniel De Cecco). “Еще в 2008 году, когда бизнес нашей фирмы начал стремительно расти, мы оценили несколько лидирующих на рынке CAM-систем”, — вспоминает Джон Бейтс, — “К тому времени у нас уже имелся небольшой опыт использования ПО Delcam на предыдущем месте работы. Сравнение показало, что PowerMILL обеспечивал все наши производственные потребности, обладая при этом простым дружественным пользовательским интерфейсом”.

“Некоторые из наших сотрудников обучались в Delcam на базовых учебных курсах по программированию трех- и пятиосевой обработки в PowerMILL”, — добавляет г-н Де Чеcco, — “Впоследствии они проходили более узкоспециализированную подготовку, в зависимости от типа выполняемых заказов. Когда нам требовались консультации в освоении новых стратегий обработки, или случались непредвиденные сложности, на помощь очень быстро приходили специалисты из Delcam. Это важные аспекты сотрудничества с поставщиком технологий, особенно когда сроки поставки начинают работать против вас, и вы должны успеть вовремя разработать управляющие программы и выполнить весь проект”.

“Нашей фирме часто приходится изготавливать полные комплекты инструментальной оснастки, поэтому мы вынуждены быть весьма конкурентоспособными с точки зрения производственных возможностей. Большинство изготавливаемых нами готовых изделий из композитных материалов также требует операций обрезки и сверления. Особенность нашего предприятия заключается в том, что мы выполняем полный цикл производства изделий из композитов, начиная от проектирования пресс-форм, изготовления прототипов и

вплоть до поставки полностью готовых к использованию деталей”, — объяснил г-н Де Чеcco.

Фирма Pentaxia получает большинство заказов в виде 3D-моделей готовых изделий и комплекта сопроводительной чертежной документации, причем детали из “одной” партии, как правило, имеют множество отличий. Большинство из производимых Pentaxia изделий являются уникальными. Все самые сложные проекты выполняются при помощи ПО Delcam. Джон Бейтс объясняет: “Мы применяем лишь небольшую часть всех реализованных в PowerMILL стратегий обработки. Совершенствование на протяжении длительного времени используемых стратегий действительно помогло нам существенно ускорить разработку управляющих программ, что дает возможность предприятию выполнять больше заказов”. Большой арсенал высокопроизводительных и пятиосевых стратегий фрезерования позволяет минимизировать время обработки на станке, повысить срок службы инструмента, добиться высокого качества чистовой обработки и снизить объем ручной доводки.

“Благодаря удобству использования и качественной техподдержке, ПО Delcam будет отличным вложением средств для любой компании, использующей CAM-систему”. — Утверждает г-н Де Чеcco, — “По сравнению с большинством других CAM-систем, с которыми мне доводилось иметь дело, PowerMILL кажется намного проще в навигации по меню программы, а последовательность разработки управляющей программы представляет собой простой логический процесс”.

“Использование ПО Delcam помогает нам достичь высокой эффективности и способствует росту нашему бизнесу”, — добавляет г-н Олэр, — “Любой, кто собирается развивать свое дело, должен использовать все доступные ему средства, и я вижу, что PowerMILL является ключевым звеном развития нашей фирмы”.

“Одна из важнейших задач, стоящих перед нами, — освоение крупносерийного производства дешевых изделий из композитных материалов. Поэтому мы всегда в поиске путей повышения конкурентоспособности и сокращения издержек. ПО Delcam позволяет нам эксплуатировать сложные станки на пределе возможностей, что способствует достижению наших целей”, — заключил г-н Олэр ©.



Complete CAD/CAM Solutions

www.delcam.com/ru

Новостной выпуск News.Delcam написан и произведен компанией Delcam.
© Copyright Delcam Ltd 2015. All trademarks are the property of their respective owners.

Делкам-Москва
Тел.: +7-495-380-0514
moscow@delcam.com

Делкам-Урал (Екатеринбург)
Тел.: +7-343-214-4670
ural@delcam.com

Делкам-Новосибирск
Тел.: +7-383-346-0455
novosibirsk@delcam.com

Делкам-С.Петербург
Тел.: +7-812-305-9008
st-petersburg@delcam.com

Делкам-Самара
Тел.: +7-846-954-0292
samara@delcam.com

Делкам-Иркутск
Тел.: +7-395-250-4563
irkutsk@delcam.com

Адекватные системы (Минск)
Тел.: +375-17-331-1544
belarus@delcam.com

Центр САПР (Львов)
Тел.: +38-032-242-8640
ukraine@delcam.com

Делкам
Тел.: +7-499-685-0069
marketing@delcam.ru

Small Heath Business Park, Birmingham B10 0HJ, UK.
Tel: +44(0)121-766-5544 | Fax: +44(0)121-766-5511
Email: marketing@delcam.com | Web: www.delcam.com