



PowerMILL

Blades, Blisks & Impellers

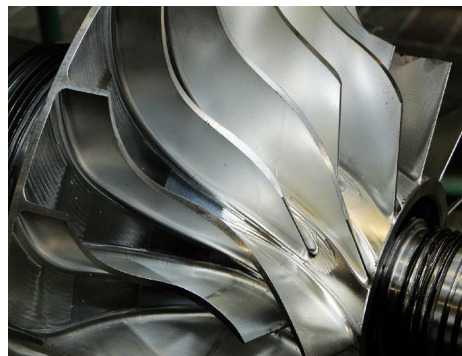
Опыт использования САМ-системы PowerMILL в ОАО «Пензадизельмаш» для обработки моноколес и сложной инструментальной оснастки

САМ-система PowerMILL позволяет с легкостью выполнять очень сложные операции, — это становится наиболее заметно при программировании пятиосевой обработки лопаток, моноколёс и импеллеров. Автоматизированный подход дает возможность пользователю с минимальными трудозатратами разрабатывать эффективные управляющие программы для многоосевых станков с ЧПУ. Интеллектуальная функция предотвращения столкновений обеспечивает создание плавных траекторий, исключающих непредвиденные зарезы и столкновения.

ОАО «Пензадизельмаш» (www.pdmz.ru) — крупное специализированное предприятие по производству дизелей и турбокомпрессоров, а также комплектующих узлов для дизелестроительных заводов. С момента своего основания в 1949 году Пензенский дизельный завод был и остается единственным в России предприятием, обеспечивающим дизель-генераторами

типа Д50* (тепловозные дизели 1-ПД4А и 1-ПД4Д**, судовые дизели 5ДГ50М, 6ДГ50М, стационарные источники питания ПД5) и турбоагрегатами (турбокомпрессорами) железнодорожный транспорт, судостроение, тепловозостроение и другие отрасли промышленности. Завод известен как один из ведущих российских производителей турбокомпрессоров, — в настоящее время на нем производится пять основных видов турбокомпрессоров (типа ТК) для тепловозных, судовых, стационарных и автомобильных дизелей. Отличительной особенностью унифицированного ряда турбокомпрессоров является то, что основные детали и узлы всех модификаций одного типоразмера полностью взаимозаменяемы и изготавливаются по единому технологическому процессу.

Основными потребителями продукции ОАО «Пензадизельмаш» являются преимущественно крупные компании России и стран СНГ, в том числе ОАО «РЖД», Брянский машиностроительный завод и Коломенский машиностроительный завод. У предприятия есть постоянные зарубежные заказчики в Монголии, Казахстане, Украине, Польше, Латвии и Кубе. Предприятие ОАО «Пензадизельмаш» входит в со-



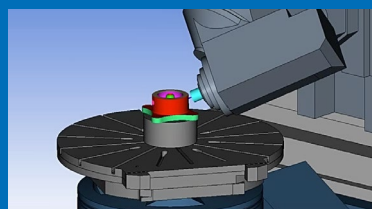
ОАО «Пензадизельмаш» производит пять основных видов турбокомпрессоров для дизелей типа Д50.

Примечания:

* — Спроектированный в 1940-х годах рядный шестицилиндровый четырёхтактный дизельный двигатель с водяным охлаждением. В зависимости от модификации, дизель типа Д50 развивал мощность от 1000 до 1200 л.с. Применялся на железнодорожном, а позднее и водном транспорте.

** — Новая модификация дизеля 1-ПД4Д, предназначенного для установки на маневровые тепловозы ТЭМ18ДМ, оборудована электронной системой управления впрыском топлива (ЭСУВТ), что позволяет снизить расход топлива на 7-8%.

Также читайте в этом выпуске:



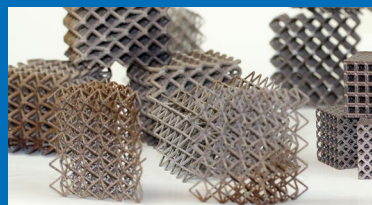
Стр. 4-6

Разработка управляющих программ для вертикальных фрезерно-токарных обрабатывающих центров



Стр. 7

Проект HORIZON — совершенствование технологии аддитивного производства изделий из жаропрочных сплавов



Стр. 8

Консорциум LIGHT подвел итоги проекта по развитию технологии аддитивного производства облегченных изделий



Стр. 9-10

Дизайн-бюро Konrad Schäfer выбрало PowerINSPECT в качестве корпоративного стандарта для работы с КИМ



За годы работы Пензенским дизельным заводом было произведено более 20 тыс. дизель-генераторов и свыше 205 тыс. турбокомпрессоров.

став ЗАО «Трансмашхолдинг», объединяющее ведущие российские предприятия транспортного машиностроения.

Производственный комплекс ОАО «Пензадизельмаш» включает в себя литейное, кузнечно-прессовое, механо-обрабатывающее, сварочное, сборочное, инструментальное и ремонтное производства, что позволяет заводу изготавливать всю продукцию полностью самостоятельно. На территории предприятия расположены 15 цехов.

Необходимо особо отметить, что на сегодняшний день в России фактически работают лишь четыре завода, выпускающие мощные дизель-генераторы: ОАО «Пензадизельмаш» (г. Пенза) специализируется на производстве двигателей с рядной компоновкой цилиндров; ОАО ХК «Коломенский завод» (г. Коломна) — с V-образной компоновкой цилиндров; завод «Волжский дизель имени Маминих» (г. Балаково); ООО «Уральский дизель-

моторный завод» (г. Екатеринбург). Что касается турбоагрегатов, то их выпускает сразу два Пензенских предприятия: ОАО «Пензадизельмаш» и ОАО «Специальное конструкторское бюро турбоагрегатов» (СКБТ). Как правило, за весь срок эксплуатации дизеля на нем несколько раз производится замена турбоагрегата на новый, поэтому их производится значительно больше.

В 2015 году ОАО «Пензадизельмаш» ежемесячно выпускало порядка 15 дизель-генераторов и 120 турбоагрегатов. Всего за годы работы Пензенским дизельным заводом было произведено более 20 тыс. дизель-генераторов и свыше 205 тыс. турбокомпрессоров. Из них порядка трех тысяч дизель-генераторов было установлено на 27-ми типах судов морского и речного флота, в том числе, на пассажирском лайнере «Шота Руставели», а также на научно-исследовательских судах «Академик Сергей Королев» и «Космонавт



В первой половине 2015-го года ОАО «Пензадизельмаш» ежемесячно выпускало порядка 15-ти дизель-генераторов и 120-ти турбоагрегатов.

Юрий Гагарин».

С целью повышения конкурентоспособности продукции ОАО «Пензадизельмаш» постоянно внедряет новейшие высокотехнологичные технологии производства. В качестве одного из таких примеров приведем освоение предприятием сложных видов непрерывного пятиосевого фрезерования, используемого для обработки моноколес турбокомпрессоров и сложной инструментальной оснастки. В 2005 году завод

своих станков осуществляется в САМ-системе PowerMILL.

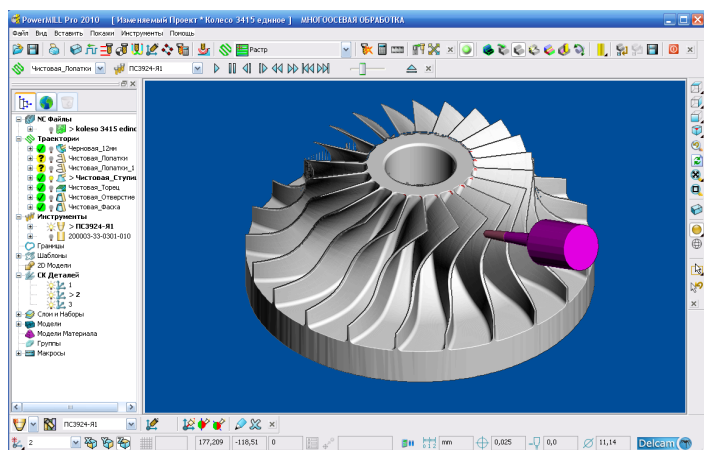
«Мы остановили свой выбор на программных продуктах компании Delcam. Разработка сложных управляющих программ для пятиосевых станков с ЧПУ выполняется нами исключительно в САМ-системе PowerMILL», — говорит зам. технического директора по подготовке производства ОАО «Пензадизельмаш» Андрей Владимирович Сверчков, который лично занимается разра-



Зам. технического директора по подготовке производства ОАО «Пензадизельмаш» Андрей Владимирович Сверчков непосредственно занимается разработкой УП в PowerMILL.

приобрел высокопроизводительный токарно-фрезерный обрабатывающий центр Nakamura-Tome Super NTX, используемый для производства моноколес турбоагрегатов. В 2010 году был запущен пятиосевой вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ОКК VP-600 5AX, на котором изготавливаются моноколеса турбоагрегатов и сложные формообразующие элементы пресс-форм для точного литья турбинных лопаток и других деталей турбокомпрессоров. Разработка управляющих программ для многоо-

боткой управляющих программ в PowerMILL. «На начальном этапе внедрения PowerMILL мы выполнили несколько пилотных проектов совместно со специалистами Центра компьютерного проектирования «Делкам-Пенза», работающего при Пензенском государственном университете. Будучи технологом по образованию и имея за плечами многолетний опыт использования различных САМ-систем, для глубокого освоения PowerMILL мне потребовался приблизительно месяц работы с этой программой, в которой я больше всего ценю



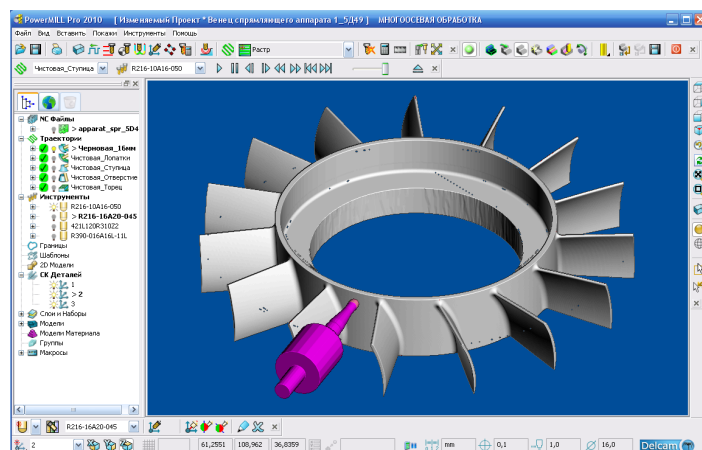
В CAM-системе PowerMILL реализованы специальные высокоэффективные стратегии для пятиосевой обработки моноколес, в том числе, «боком фрезы».

высокую скорость генерации управляющих программ и широкие возможности их ручного редактирования.” — добавил он.

“Проектирование сложных пресс-форм и технологическую доработку 3D-моделей мы выполняем при помощи CAD-системы PowerMILL Modeling, обладающей широкими возможностями поверхностного моделирования. Как правило, от конструкторов мы получаем CAD-модель готового изделия в формате Parasolid. На ее основе мы создаем так называемую “операционную” 3D-модель, привязанную к конкретной заготовке и всем последующим за фрезерной обработкой технологическим операциям. Если речь идет о пресс-форме, то сначала мы разрабатываем 3D-модель отливки с литниковой системой, и только затем приступаем к конструированию непосредственно пресс-формы”, — объясняет г-н Сверчков, — “Для некото-

рых видов лопаточных деталей, производимых нашим заводом, традиционные пресс-формы с металлическими вытеснителями получаются неоправданно сложной конструкции, поэтому для таких деталей мы используем технологию точного литья по выплавляемым моделям с растворимыми стержнями (вытеснителями). Помимо традиционных металлических пресс-форм, для точного литья крупногабаритных деталей мы сначала разрабатываем в PowerMILL Modeling и изготавливаем в PowerMILL фрезерованием мастер-модели отливок из дерева или модельного пластика, а затем методом заливки композиционного материала получаем готовую пресс-форму. По этой технологии была изготовлена оснастка для выхлопной системы дизеля нового поколения”.

“На разработку управляющих программ для обработки одного моноколеса, с учетом затрат времени на построение 3D-моделей детали и заго-



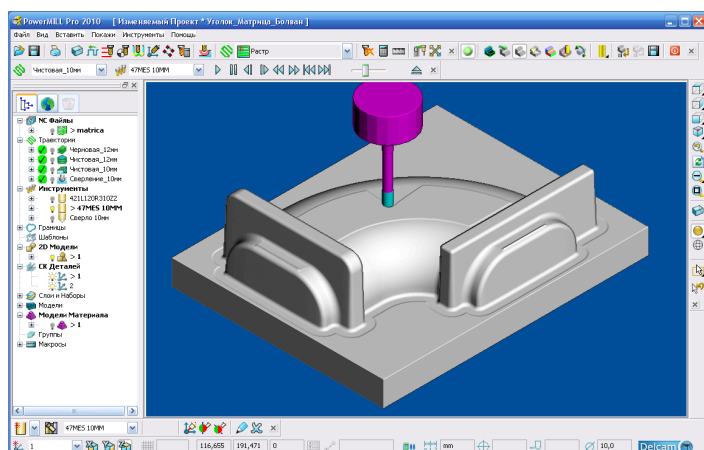
Интеллектуальная функция предотвращения столкновений обеспечивает создание плавных траекторий, исключающих непредвиденные зарезы и столкновения.

товки, мне требуется приблизительно два дня. При этом разные типы моноколес могут значительно отличаться как по форме и количеству лопаток, так и по размерам”, — делится опытом г-н Сверчков, — “Разработка управляющих программ для обработки пресс-форм занимает у нас обычно не более двух рабочих дней. Мы сравнивали этот показатель с производительностью труда наших коллег из смежных предприятий, использующих другие CAD/CAM-системы, — их эффективность оказалась в несколько раз меньше. Добавлю также, что на обработку одного моноколеса у нас уходит в среднем пять часов, причем станки работают в три смены”.

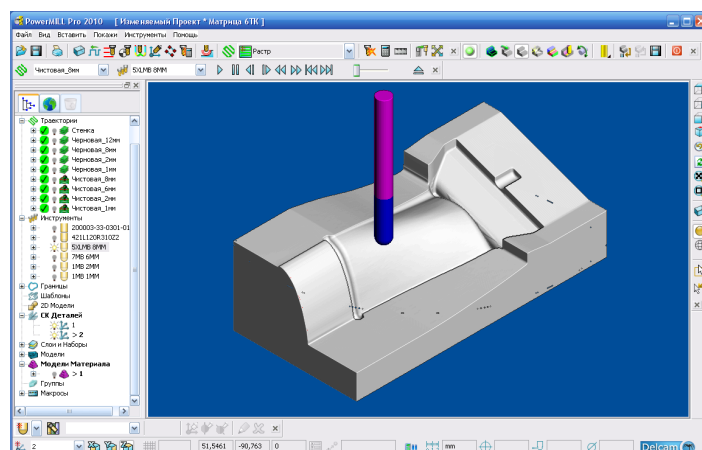
“На нашем предприятии в бюро ЧПУ имеется рабочее место технолога-программиста с конкурирующей CAM-системой, принятой за корпоративный стандарт в ЗАО “Трансмашхолдинг”. Тем не менее, для программирования слож-

ных видов пятиосевой фрезерной обработки мы предпочитаем использовать PowerMILL, оснащенную дополнительным модулем для обработки моноколес”, — говорит г-н Сверчков, — “В тех случаях, когда обрабатываемая поверхность лопаток линейчатая, для повышения производительности мы применяем стратегию “боком фрезы”.

“Готовые постпроцессированные программы я передаю в цех высококвалифицированному оператору-наладчику для их дальнейшей отладки. За много лет работы с PowerMILL мы еще ни разу не сталкивались с проблемами при обработке по вине этой CAM-системы, поэтому очень ей доверяем”, — уверяет г-н Сверчков, — “Этим мы отчасти обязаны специалистам компании “Делкам-Самара”, которые разработали качественные постпроцессоры для наших многоосевых станков, оснащенных стойками ЧПУ марки Fanuc”. ©



Литейное производство ОАО «Пензадизельмаш» изготавливает на станках с ЧПУ различные виды модельно-стержневой оснастки, в том числе и крупногабаритную.



В PowerMILL разрабатываются управляющие программы для изготовления пресс-форм для литья заготовок турбинных лопаток по газифицируемому (выжигаемому) моделям.

PartMaker 2016

Разработка управляющих программ для вертикальных фрезерно-токарных обрабатывающих центров

В настоящее время на предприятиях все большее распространение получают вертикальные фрезерно-токарные обрабатывающие центры. Об особенностях и достоинствах многозадачных станков с такой компоновкой рассказывает директор подразделения компании Delcam по разработке CAM-системы PartMaker Ханан Фишман (Hanan Fishman).

Немного о терминологии

Большинство пользователей CAM-систем знают о существовании вертикальных токарных станков (VTL, от *англ.* Vertical Turning Lathe), которые на русском языке также часто называют токарно-карусельными. Как правило, VTL-станки применяются для токарной обработки массивных крупногабаритных деталей, диаметр которых превышает их высоту. В процессе точения деталь вращается вокруг вертикальной оси, причем подача инструмента также осуществляется преимущественно в вертикальном направлении вдоль оси вращения. В целом, такая компоновка повторяет традиционный токарный станок с той лишь разницей, что ось шпинделя ориентирована вертикально. Если снабдить VTL-станок приводным инструментом (С-осью), то его возможности будут соответствовать многозадачному обрабатывающему центру, и он позволит выполнять точение, фрезерование, сверление и т.д. Тем не менее, в настоящее время станкостроители выделяют особую подкатегорию станков — вертикальные фрезерно-токарные обрабатывающие центры (VMT, от *англ.* Vertical Mill Turn). Фактически, термин VMT был придуман разработчиками CAM-системы PartMaker в процессе создания программного решения, позволяющего реализовать все преимущества станков с такой компоновкой.

Многие читатели возразят, что любой современный станок с вертикальной ориентацией шпинделя, оснащенный приводным инструментом, можно считать фрезерно-токарным. Так существует ли принципиальная разница между компоновкой VTL и VMT? На этот вопрос лучше всего ответил эксперт по решениям для токарной обработки фирмы Okuma America Дэвид Фишер (David Fischer): «Ключевым отличием станков с компоновкой VMT от VTL является наличие у первых устройства для автоматической смены инструмента».

Типы VMT-станков

В настоящее время на рынке представлено большое многообразие VMT-станков, отличающихся как конструктивной реализацией, так и своими размерами. Хотя компоновка VMT-станков ассоциируется обычно с крупными вертикальными токарно-карусельными станками, рассчитанными на обработку тяжелых цилиндрических деталей большого диаметра, среди них можно встретить и относительно небольшие машины. Наиболее компактные VMT-станки оснащаются 200-мм токарным патроном, а диаметр рабочего стола крупных станков может достигать нескольких метров. VMT-станки можно встретить в модельном ряду таких крупнейших станкостроительных фирм как Okuma, Matsura,

Mazak, DMG/Mori-Seiki, Starrag Group, Brother, Hermle и многих других.

Независимо от размера обрабатываемой детали, концепция применения VMT-станков всегда остается одна и та же. Менеджер по продажам отраслевых решений фирмы Starrag Group Билл Арчер (Bill Archer), специализирующийся на поставке станков для производителей авиационных двигателей и энергетических установок, сформулировал свою мысль так: «Когда вы переустанавливаете деталь с одного станка на другой, вы не создаете в это время добавленной стоимости. Мало того, вы можете потерять сразу и время, и точность!»

В большинстве современных VMT-станках реализована возможность пятиосевой фрезерной обработки. При этом их можно конструктивно разделить на два типа, отличающихся принципом реализации двух поворотных осей. В первом случае, вращающийся рабочий стол устанавливается на наклоняемое основание (рис. 1), а во втором, — делают наклоняемой ось головки с приводным инструментом. Например, станок DMG DMU 125FD построен по принципу «nutating head», то есть на основе головки с наклоняемым шпинделем, причем поворотные оси у этого станка ориентированы под углом 45° (рис. 2). Такая архитектура станка расширяет диапазон возможных углов

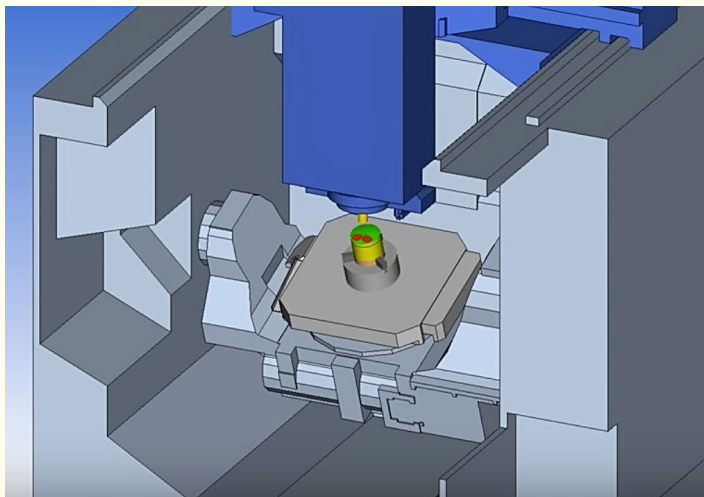


Рис. 1. Широко распространенная компоновка VMT-станка по типу «вращающийся рабочий стол на наклоняемом основании» (table-table).

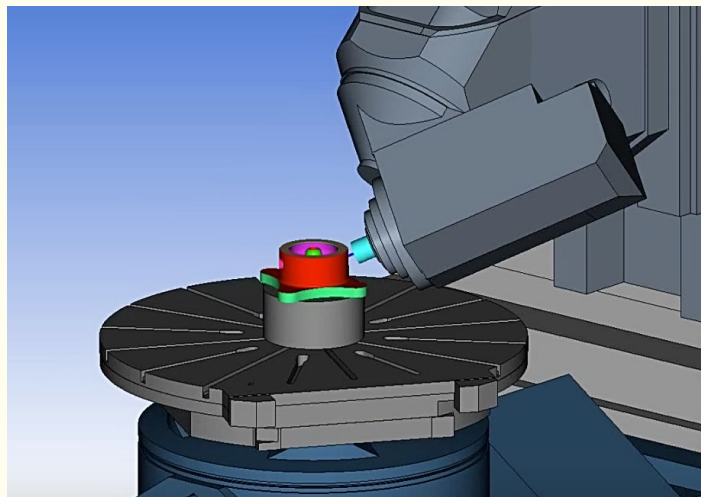


Рис. 2. На VMT-станке DMG DMU 125FD применяется наклоняемая фрезерная головка (nutating head), причем поворотные оси ориентированы под углом 45°.



Рис. 3. Обрабатывающий центр Hermle C50U MT, установленный в производственном цеху штаб-квартиры компании Delcam в Бирмингеме (Великобритания).



Рис. 4. Оператор станка Starrag Group Dorries VCE 1600/140 MC VMT в процессе установки и базирования детали на рабочем столе.

ориентации инструмента относительно обрабатываемой поверхности, особенно при пятиосевой обработке изделий сложной формы.

Преимущества VMT-компоновки

Разработчики CAM-систем из компании Delcam знакомы с VMT-станками не понаслышке. Как известно, на первом этаже штаб-квартиры Delcam в Бирмингеме (Великобритания) расположен производственный участок, оснащенный современным оборудованием. Наличие собственного станочного парка позволяет разработчикам не только тестировать предлагаемые заказчикам решения, но и самостоятельно выполнять особо сложные проекты и разрабатывать перспективные решения. Одним из пятиосевых станков, которыми владеет Delcam, является обрабатывающий центр Hermle C50U MT, имеющий VMT-компоновку (рис. 3).

“Как правило, при помощи пятиосевого фрезерования можно изготовить очень сложные детали, но при обработке поверхностей вращения оно зачастую уступает по эффективности и точности традиционной токарной обработке. Дело в том, что инструмент с одной режущей кромкой, такой как токарный резец, обеспечивает более высокую точность и производительность в процессе токарной обработки”, — объясняет менеджер североамериканского подразделения Delcam Professional Services Бретт Хопкинс (Brett Hopkins). “При помощи инструмента с одной режущей кромкой достигается отличное качество чистовой обработки. Например, изделия для аэрокосмической отрасли часто имеют высокую точность, которую можно обеспечить точением”, — добавил он.

Еще одно преимущество VMT-компоновки с неподвижной вертикально ориентированной осью вращения рабочего стола (рис. 4), унаследованное ею у VTL-станков, проявляется при обработке массивных деталей. “Гравитация помогает установить тяжелую заготовку на станок, и она же дополнительно прижимает деталь к рабочему столу в процессе обработки”, — объясняет Дэвид Фишер из фирмы Okuma America. Кроме того, вертикальная ориентация оси вращения рабочего стола упрощает применение вспомогательных крепежных

приспособлений, что особенно актуально при обработке тонкостенных трубчатых конструкций большого диаметра.

Конечно, как и для любого многоосевого станка, основная выгода от VMT-компоновки заключается в возможности обработки деталей сложной формы с пяти сторон за один технологический установ. При работе с тяжелыми заготовками это качество особенно важно, так как процедура их установки на станок сама по себе трудновыполнима. Кроме того, повторное базирование детали не только отнимает много времени и ресурсов, но и способно привести к падению точности и даже возникновению брака.

Несмотря на многие достоинства, VMT-компоновка имеет и явные недостатки. В частности, у нее очень ограничены возможности по обработке тыльной стороны детали, поэтому она значительно проигрывает в универсальности токарно-фрезерным обрабатывающим центрам, оснащенным противопинделем. Несмотря на это Дэвид Фишер уверяет, что “... в тех областях применения, для которых станки с VMT-компоновкой создавались, им нет равных!”

Область применения VMT-станков

Наибольшее распространение VMT-станки получили в аэрокосмической промышленности, энергетике, строительстве и железнодорожном транспорте. Этот вид станков чаще всего используется при обработке массивных заготовок цилиндрической формы, но общая тенденция свидетельствует об уменьшении величины обрабатываемых деталей. Например, компактный станок Bumatex S191V (рис. 5) популярен у производителей зубных имплантатов и корпусов наручных часов. Более крупные станки марки Matsurra серии Cublex (рис. 6) хорошо подходят для изготовления насосов и клапанов.

“VMT-станки идеально подходят для обработки больших уплотняющих поверхностей на фланцах деталей гидравлического оборудования, так как на них не допускается наличия следов от фрезерной обработки”, — объясняет вице-президент по инжинирингу фирмы Matsurra USA Джон Шэфер (John Shafer), — “Токарная обработка посадочных поверхностей дает возможность получить цельную гладкую

поверхность вращения, способную обеспечить герметичное соединение”.

“Изделия для аэрокосмической отрасли нередко содержат в себе элементы, требующие высокоточной токарной обработки, хотя деталь в целом изготавливается преимущественно фрезерованием”, — утверждает Бретт Хопкинс из компании Delcam, — “Способность VMT-станков выполнять токарную обработку с высокой точностью, которую практически невозможно достичь при традиционном 3D-фрезеровании, делает их широко востребованными в аэрокосмической отрасли”.

Факторы, ограничивающие распространение VMT-станков

Преимущества VMT-станков можно реализовать только при наличии эффективных управляющих программ (УП), разработка которых для многозадачных обрабатывающих центров всегда представляет собой сложную задачу и требует привлечения высококвалифицированных программистов-технологов. Если при крупносерийном производстве времени на проверку и отладку УП обычно бывает достаточно, то при единичном и мелкосерийном производстве необходимо также принимать



Рис. 5. Компактный VMT-станок Bumatex S191V предназначен для обработки небольших деталей.

в расчет скорость разработки УП. Сравнительно большие затраты времени на разработку УП могут сделать применение VMT-станка экономически нецелесообразным. Кроме того, сложная форма изделий предъявляет повышенные требования к надежности УП для VMT-станков. Поэтому VMT-станок необходимо рассматривать только в совокупности с возможностями конкретной CAM-системы в рамках технологического процесса всего предприятия. Учитывая высокую сложность разработки надежных УП для VMT-станков, следует принимать во внимание дополнительные расходы на программирование этого типа оборудования и отладку УП.

Поскольку VMT-станки чаще используются для обработки сравнительно крупных деталей, на первый план у CAM-систем выходит скорость генерации УП и надежность постпроцессора. Конечно же, качественная 3D-симуляция УП на компьютере позволяет избежать многих проблем при обработке на станке, но необходимо помнить, что чем крупнее деталь, тем выше стоимость заготовки, инструмента и ремонта станка. При токарных операциях вращающаяся заготовка накапливает большую кинетическую энергию, поэтому CAM-система должна гарантировать отсутствие любых непредвиденных столкновений.

CAM-система для программирования VMT-станков

“Для программирования многофункционального VMT-станка необходимо использовать гибкую CAM-систему, которая позволила бы обрабатывать на нем любые виды деталей с различными сценариями фиксации заготовки на рабочем столе”, — уверен системный инженер фирмы Bimotec Майкл Скотт (Michael Scott).

Начиная с 2015-й версии, CAM-система PartMaker содержит исчерпывающий набор инструментов для автоматизированного программирования VMT-станков (рис. 7). В PartMaker реализован большой арсенал высокоэффективных стратегий для токарной и многоосевой фрезерной обработки, обеспечивающих высокую производительность и качество изготовления. Важно отметить, что CAM-система PartMaker специально адаптирована для программирования станков с VMT-компоновкой и полностью учитывает все их особенности. Благодаря этому программисту-технологу нет необходимости

“обманывать” CAM-систему с целью нештатной реализации тех или иных функций VMT-станка.

“В процессе разработки УП для VMT-станка важно четко понимать, в какой системе координат работает станок и каков алгоритм работы его постпроцессора. Зачастую программисту-технологу бывает очень сложно перейти со станка с традиционной горизонтальной ориентацией токарного шпинделя на VMT-компоновку”, — говорит Дэвид Фишер из Okuma America, — “Если CAM-система работает в той же системе координат, что и станок, то это делает процесс разработки УП более интуитивно понятным”.

Разработка УП в PartMaker начинается с запуска мастера задания нового проекта, в котором пользователь должен указать CAM-системе, что используется станок с VMT-компоновкой. Затем необходимо уточнить тип архитектуры станка: рабочий стол наклоняем основанием (table-table) или наклоняемая ось головки приводного инструмента (head-table). После этого CAM-система автоматически задает систему координат и устанавливает все параметры, необходимые для работы с VMT-станком. Для удобства пользователя все функции содержат пояснительные графические пиктограммы и иллюстрации.

Отметим, что изначально PartMaker разрабатывалась для программирования станков-автоматов продольного точения (swiss-type) и многошпиндельных токарно-фрезерных обрабатывающих центров. Эта CAM-система позволяет выполнять точную синхронизацию работы всех осей станка с целью повышения эффективности УП, что особенно востребовано при крупносерийном производстве. Также PartMaker поддерживает традиционные токарно-фрезерные обрабатывающие центры с горизонтальной ориентацией токарного шпинделя и фрезерные станки с горизонтальной подачей прутка (bar-fed milling machine).

Одним из самых значимых достоинств PartMaker является возможность доскональной компьютерной 3D-симуляции работы VMT-станка с учетом кинематики всех его рабочих органов, — с этой целью используются подробные CAD-модели станка, инструмента, крепежных элементов и детали. Благодаря этому реальный процесс обработки на станке в точности соответствует тому, что наблюдает программист-технолог на экране своего компьютера на этапе разработки УП.

Визуальный подход к разработке управляющих программ делает весь процесс работы в PartMaker наглядным и интуитивно понятным, причем любые ошибки и столкновения в обрабатываемой зоне CAM-система выявляет автоматически. При помощи виртуальной 3D-модели работающего станка пользователь может изучить причины возникновения затора или непредвиденного столкновения и найти рациональный метод решения проблемы.

Еще одно немаловажное достоинство PartMaker — полная поддержка VMT-компоновки на уровне постпроцессора, что гарантирует генерацию корректных УП в формате G-кодов для конкретного станка с учетом особенностей используемой

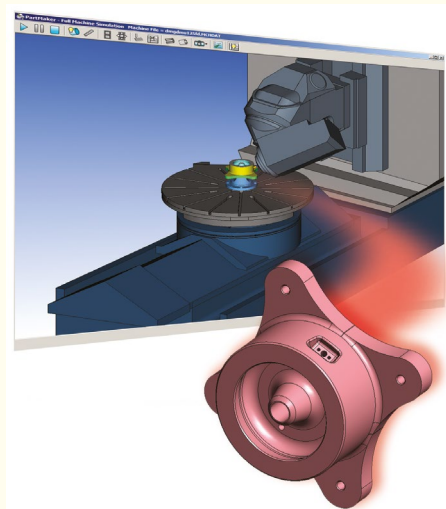


Рис. 7. В CAM-системе PartMaker реализована поддержка VMT-станков различной архитектуры.

на нем системы ЧПУ.

PartMaker непрерывно развивается — компания Delcam выпустила уже второй релиз 2016-й версии CAM-системы, в котором расширена поддержка обрабатывающих центров с наклоняемым рабочим столом. В зависимости от компоновки, такие станки можно условно разделить на два типа: с наклоном рабочего стола относительно оси X или Y (в зависимости от того, как ориентирована система координат станка). В процессе задания нового проекта пользователю необходимо указать ориентацию системы координат применяемого оборудования. Естественно, что для обоих типов станков поддерживается 3D-симуляция обработки. Кроме того, в новом релизе появились дополнительные возможности для задания локальных систем координат при пятиосевой позиционной (“3+2”) фрезерной обработке.

При программировании многоосевого фрезерования в PartMaker 2016 R2 пользователь может выбрать желаемый метод обработки, — это может быть как позиционная (“3+2”), так и непрерывная пятиосевая или четырехосевая обработка. В более ранних версиях CAM-системы программирование непрерывной четырехосевой обработки требовало ручного создания вспомогательных направляющих поверхностей. В новом релизе все вспомогательные элементы могут быть унаследованы из проекта, что повышает удобство работы программиста-технолога.

Чтобы облегчить пользователю подбор оптимального режущего инструмента, в новом релизе PartMaker добавлена поддержка облачных каталогов поставщиков инструмента. На данный момент доступны каталоги трех популярных американских вендоров: GW Schultz, Iscar и Kennametal. ©



Рис. 6. VMT-станки Matsuura серии Cublex оптимальны для производства деталей гидравлических машин.

LEARNING ZONE

Дополнительная информация о PartMaker 2016 доступна на сайте:
www.delcam.tv/pmk2016/lz

Проект HORIZON (AM) — совершенствование технологии аддитивного производства металлических изделий из жаропрочных сплавов

В марте 2016 года в штаб-квартире компании Delcam в г.Бирмингеме (Великобритания) состоялось четвертое по счету плановое совещание участников проекта HORIZON (AM), на котором было согласовано дальнейшее направление работ по созданию технологии аддитивного производства изделий из жаропрочных сплавов для аэрокосмической промышленности.

Рассчитанный на три с половиной года проект HORIZON (AM) с бюджетом в 13,4 млн. фунтов стерлингов (около 20,8 млн долл. США) основан при поддержке Innovate UK — Инновационного агентства Великобритании (www.innovateuk.org), целью которого является ускорение экономического роста Соединенного Королевства путем стимулирования и поддержки инновационных проектов. Вневедомственное государственное агентство Innovate UK спонсируется Министерством предпринимательства, инноваций и ремесел Великобритании.

В консорциум участников проекта HORIZON (AM), возглавляемый фирмой GKN Aerospace, входят компании Delcam, Renishaw, Шеффилдский и Уорикский университеты, а также Британский Институт аэрокосмических технологий (ATI). Задачей консорциума является доведение до уровня TRL 6 (показатель готовности к внедрению на производстве) технологии послойного выращивания экспериментальных изделий из жаропрочных порошковых материалов, в частности, титанового сплава Ti-64 (близкий аналог отечественного BT-6) и никель-хромового Inconel 718*.

Руководитель научно исследовательской группы фирмы GKN Aerospace Тим Хоуп (Tim Hope) проинформировал участ-

ников консорциума о достигнутых успехах по производству изделий на различных типах установок для аддитивного производства, одну из которых проекту HORIZON (AM) предоставила компания Renishaw. Серийно производимые Renishaw установки для лазерного спекания мелкозернистого металлического порошка обеспечивают послойное выращивание деталей размером до 250x250x360 мм с толщиной одного слоя от 20 до 100 мкм. В установках применяется вакуумная рабочая камера, которая в процессе работы заполняется аргоном для создания инертной атмосферы**.

При поддержке сотрудников университетов Шеффилда и Уорика фирма GKN Aerospace провела серию экспериментов, давших возможность подобрать оптимальные режимы спекания жаропрочных сплавов. В настоящее время основные усилия участников проекта направлены на стандартизацию технологического процесса, что позволит гарантировать стабильно высокое качество продукции. В своем докладе г-н Хоуп подчеркнул важность обеспечения стабильно высокого качества и упрощения технологического процесса в целом. “До того, как аддитивная технология начнет внедряться в промышленность, мы должны разработать простой технологический процесс, — сейчас это перво-

степенная задача для всех участников проекта HORIZON (AM). Аэрокосмическая промышленность привыкла иметь дело со зрелой и надежной системой поставок, чего мы еще не можем предложить в полной мере. Это является реальным камнем преткновения, который мы должны преодолеть”, — сказал г-н Хоуп.

Еще одна стоящая перед проектом HORIZON (AM) задача, — выработка технологических требований (ограничений) и типовых рекомендаций по оптимизации конструкции и снижению веса изделий аэрокосмического назначения, изготавливаемых при помощи аддитивных методов производства.

На следующем этапе проекта HORIZON (AM) ведущая роль отводится компании Delcam, разрабатывающей программный продукт PartBuilder. Одна из главных задач, возлагаемых на PartBuilder — автоматизация типовых процедур технологической доработки CAD-модели с учетом характеристик конкретного материала и используемой установки для аддитивного производства. Предлагаемая Delcam технология основана на послойном выращивании заготовки изделия сложной формы аддитивным методом с последующей высокоточной механообработкой контактных поверхностей. Как правило, технологическая 3D-модель содержит удаленную впоследствии подложку с системой поддерживающих подпорок.

Участники консорциума утвердили для Delcam типы изделий, которые планируется изготавливать при помощи аддитивной технологии в рамках проекта HORIZON (AM) и дали рекомендации по дальнейшему развитию программы PartBuilder. Примечательно, что она должна унаследовать некоторые функциональные возможности CAD-системы PowerSHAPE Pro (также разработка Delcam), предназначенной для технологической подготовки производства на основе традиционных методов механообработки.

Компания Delcam обладает собственным производственным участком, что позволило ей продемонстрировать участникам консорциума особенности комбинированной технологии на основе аддитивного и субтрактивного методов производства. Многоосевая фрезерная обработка выполнялась на станке Mazak VARIAXIS 630 5X. Преимуществом аддитивного метода является возможность послойного выращивания облегченных тонкостенных изделий сложной формы, для которых необходимо заранее продумать последовательность заключительной механообработки, а особенно момент удаления подложки и метод закрепления детали на станке. ©



Представители организаций-участников консорциума HORIZON (AM) на плановой встрече в штаб-квартире компании Delcam. Собранным были продемонстрированы возможности многоосевой фрезерной обработки.

Примечания:

* — Разработанный в 1963 году сплав Inconel 718 предназначен для работы при температурах до 700°C, поэтому он широко используется в конструкции турбореактивных и ракетных двигателей, атомных реакторов, оборудования для нефтехимической промышленности и т.д. Это один из наиболее широко применяемых сплавов из семейства Inconel.

** — Изделия из титана обладают высокой химической стойкостью исключительно благодаря свойствам покрывающих их оксидной пленки. Интересно отметить, что титановый порошок пирофорен (способен самовоспламеняться на воздухе без внешнего нагрева).



Участники консорциума LIGHT подвели итоги проекта по развитию технологии аддитивного производства облегченных металлических изделий

26 апреля 2016 года в Техническом центре Bloodhound SSC (г.Бристоль, Великобритания) прошла пресс-конференция, на которой участники консорциума LIGHT подвели заключительные итоги двухлетнего проекта по развитию технологии аддитивного производства облегченных металлических изделий. Собранным были продемонстрированы несколько типов структурных 3D-заполнителей, изготовленных из металлического сплава на установках для послойной лазерной плавки спекаемого порошка (3D-принтерах).

Консорциум LIGHT (www.light-project.co.uk) был основан при финансовой поддержке Innovate UK — Инновационного агентства Великобритании (www.innovateuk.org), целью которого является ускорение экономического роста Соединенного Королевства путем стимулирования и поддержки инновационных проектов. В консорциум входило семь организаций: Delcam, HiETA Technologies, CRDM/3DSYSTEMS, EOS, Simpleware, Magna Parva и Bloodhound Super Sonic Car.

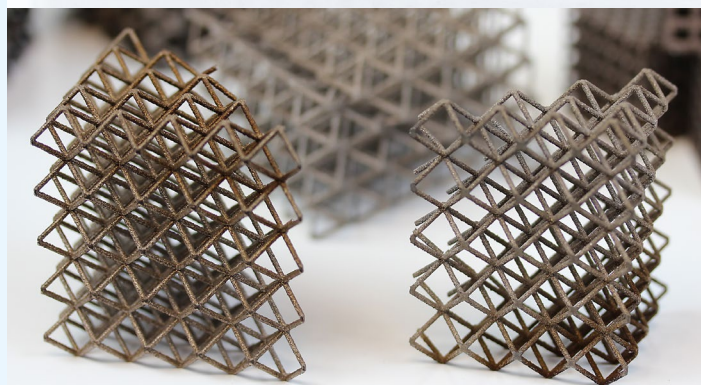
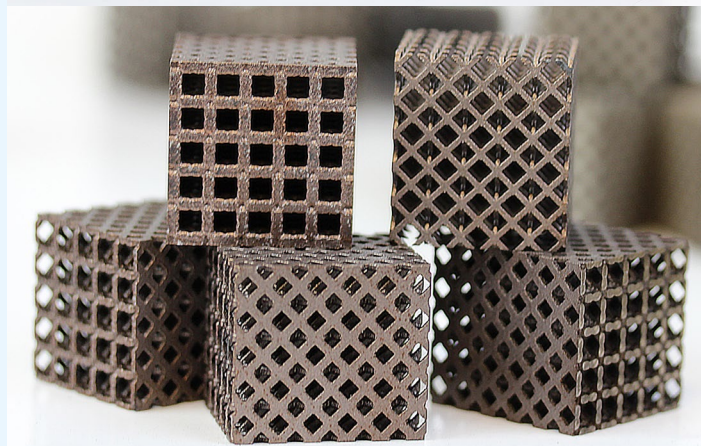
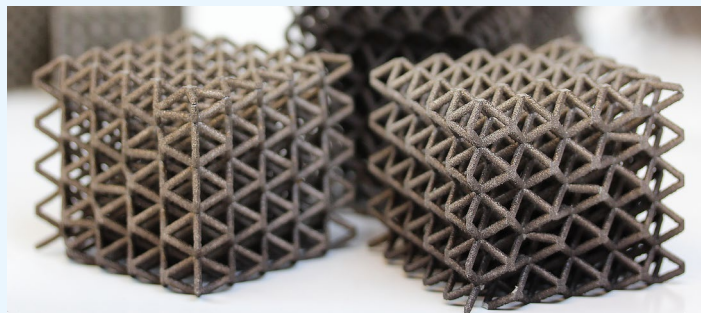
Новейшая технология 3D-печати на основе лазерной плавки спекаемого порошка позволяет изготавливать сверхлегкие детали из жаропрочных титановых сплавов, инконеля, конструкционной и нержавеющей сталей, алюминиевых сплавов и т.д. Благодаря этому металлические детали с облегченной внутренней структурой особенно востребованы в аэрокосмической отрасли и двигателестроении. Аддитивный метод производства позволяет обойти многие технологические ограничения, присущие традиционным субтрактивным технологиям (механообработке).

Одной из задач проекта являлась разработка и практическая реализация программного обеспечения, позволяющего проектировать металлические детали с облегченной внутренней структурой и выполнять технологическую подготовку их аддитивного производства при помощи 3D-принтеров. С этой целью компания Delcam разработала программный продукт PartBuilder, который в обозримом будущем выйдет на рынок

и станет доступным широкому кругу заказчиков.

С целью апробации прогрессивных методов снижения веса конструкции изделий за счет использования преимуществ аддитивной технологии, участники консорциума LIGHT применили предложенные ими структурные 3D-заполнители в собственных проектах:

- Фирма Magna Parva изготовила на 3D-принтере из титанового сплава модель теплозащитного экрана спускаемого аппарата. При ударе о поверхность планеты в момент посадки, решетчатая структура 3D-заполнителя за счет необратимой деформации поглощает большую кинетическую энергию. Комбинированный экран получился почти на 50% легче изделия традиционной конструкции;
- Компания HiETA создала несколько типов конструкции 3D-заполнителя для сопла прямоугольного поперечного сечения, применяемого на перспективном жидкостном ракетном двигателе (ЖРД). Аддитивный метод производства позволяет не только обеспечить необходимую прочность сопел прямоугольного сечения, но и за одну технологическую операцию сформировать внутри них высокоэффективную систему охлаждения;
- Проект Bloodhound SSC использовал аддитивный метод производства для изготовления отклоняемых щитков воздушного тормоза, установленных на автомобиле-ракете. Щитки традиционной конструкции были для проекта слишком сложными и дорогостоящими. ©



Различные варианты облегченных решетчатых 3D-заполнителей, изготовленные из металлического сплава на установках для послойной лазерной плавки спекаемого порошка.



Автомобильное дизайн-бюро Konrad Schäfer выбрало CAI-систему PowerINSPECT в качестве корпоративного стандарта для работы с КИМ

Основанная немецким предпринимателем Конрадом Шефером (Konrad Schäfer) более 110 лет назад фирма Schäfer Modell und Formenbau GmbH & Co. KG (www.konrad-schaefer.de) специализируется на конструировании и изготовлении технологической оснастки для производства легковых автомобилей. Отметим, что расположенное в г.Мюльхаузен (Тюрингия, Германия) предприятие является ровесником первых автомобилей с бензиновыми двигателями. В настоящее время в группу компаний Konrad Schäfer также входит расположенное в г.Оснабрук (Германия) одноименное дизайн-бюро, основанное в 1962 году и занимающееся проектированием автомобильной техники. Среди заказчиков Konrad Schäfer можно встретить практически всех крупных европейских автопроизводителей, в том числе Audi, BMW Group, Ford, Jaguar Land Rover, Lamborghini, Magna, Mercedes Benz, Rolls Royce, Seat, Skoda, Volkswagen и других. «Наша компания является одним из лидирующих дизайн-бюро в Европейской автомобилестроительной отрасли. Мы охватываем все этапы жизненного цикла автомобиля, включая комплексный функциональный анализ систем и управление проектными данными», — говорит начальник модельного бюро Konrad Schäfer GmbH Йорг Гроссе-Байлаге (Jörg Große-Beilage). Дизайн-бюро Konrad Schäfer также зани-

мается дизайном интерьеров салонов транспортных средств (включая пассажирские самолеты) и проектированием светотехники. Кроме того, предприятие производит для аэрокосмической отрасли пресс-формы для формовки изделий из углепластика.

Группа компаний Konrad

систем, новейшего станочного оборудования, прогрессивных методов обработки и перспективных материалов. Г-н Гроссе-Байлаге с гордостью отмечает, что «... на предприятии функционирует хорошо отлаженная система мотивации технических специалистов, которые регулярно проходят допол-

нитель. Практически в каждом цеху имеется одна или несколько КИМ, в том числе: стационарные КИМ с ЧПУ, портативные КИМ типа «рука», а также разнообразные оптические и лазерные 3D-сканеры таких известных марок как Mora, Zett Mess, Stiefelmayer и FARO. По этой причине перед предприятием возникла задача перехода на единый формат хранения и передачи данных с КИМ. С этой целью все цеха полностью перешли на аппаратно-независимую CAI-систему PowerINSPECT (разработка компании Delcam), поддерживающую работу с большим диапазоном координатно-измерительного оборудования сторонних производителей. Стандартизация на единой универсальной CAI-системе позволила группе компаний снизить издержки от несовместимости форматов данных КИМ различных производителей, улучшить совместимость с используемыми CAD-системами, а также сократить расходы на переобучение персонала при переводе сотрудников между подразделениями.

«Метрология является неотъемлемой основой нашего бизнеса», — объясняет г-н Гроссе-Байлаге, — «Именно поэтому группа компаний Konrad Schäfer непрерывно инвестирует средства в новое оборудование и обучение персонала. Мы ставим перед собой цель, чтобы не только метрологи, но и все инженеры, производящие модельную оснастку, умели эффективно



В цехах группы компаний Konrad Schäfer применяется широкая номенклатура КИМ, включая оборудование таких известных марок как Mora, Zett Mess, Stiefelmayer и FARO.

Schäfer приобрела высокую репутацию среди автопроизводителей благодаря тому, что способна реализовать в металле концептуальную идею нового автомобиля еще за 5-10 лет до того, как начнется его массовый выпуск. Это возможно за счет непрерывного освоения предприятием современных CAD/CAM/CAI-

нительное обучение, без чего невозможно внедрение новых технологий».

В силу широкого спектра решаемых производственных задач, предприятиями группы компаний Konrad Schäfer эксплуатируется большое количество координатно-измерительных машин (КИМ) различных типов и произво-

Delcam ArtCAM

CAD/CAM-система для 3D-моделирования и производства художественных изделий

ArtCAM JewelSmith



ArtCAM Pro



ArtCAM Insignia



ArtCAM Express



www.artcam.com



www.delcam.tv/artcam



forum.artcam.com



www.youtube.com/delcamartcam



Эталонная модель (габаритный макет «cube») кузова автомобиля используется для установки на нее различных вариантов съемных конструктивных элементов с целью проверки равномерности зазоров и точности сопряжения поверхностей.

использовать наши КИМ”. Это одна из причин, по которой предприятие начало переходить на использование единой универсальной CAI-системы.

В процессе выбора CAI-системы специалисты Konrad Schäfer очень тщательно проанализировали все имеющиеся на рынке программы, позволившие бы предприятию внедрить новый универсальный корпоративный стандарт. “Принятое нами решение перейти на использование PowerINSPECT было абсолютно верным, даже с позиции сегодняшнего дня”, — уверен г-н Гроссе-Байлаге. Во многом это объясняется хорошей совместимостью PowerINSPECT с различными сторонними CAD-форматами, так как предприятие работает с большим количеством заказчиков, использующих самые разные 3D-моделировщики. Кроме того, предлагаемая компанией Delcam CAI-система обладает широкими функциональными возможностями, но при этом простым и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. Поскольку специалистам предприятия приходится часто работать с 3D-моделями в виде сборок, они высоко оценили встроенный в PowerINSPECT менеджер CAD-файлов, позволяющий управлять отображением от-

дельных компонентов в сборке. Немаловажным фактором в выборе CAI-системы стало очень привлекательное соотношение высоких функциональных возможностей и цены, а также качественная техподдержка со стороны компании Delcam, имеющей большой опыт работы с инструментальным производством.

В 2009 году группа компаний Konrad Schäfer приобрела два рабочих места PowerINSPECT, а затем дополнительно покупала по четыре лицензии в год. В результате, по состоянию на начало 2016 года, предприятия Konrad Schäfer использовали 16 лицензий CAI-системы от Delcam.

Внедрение в Konrad Schäfer единой CAI-системы способствовало увеличению количества используемых в цехах портативных КИМ Faro Gage до пяти. “Переносные КИМ типа “рука” имеют значительные преимущества в скорости проведения замеров по сравнению со стационарными измерительными машинами. Достаточно при помощи серии замеров определить фактическое положение системы координат изделия относительно КИМ, и можно выполнять любые без необходимости дополнительных регулировок”, — говорит г-н Гроссе-Байлаге. “Посколь-

ку портативные КИМ имеют сравнительно небольшую рабочую область, для измерения автомобиля целиком мы используем стационарные КИМ портального типа”, — добавил он.

Метролог Кристиан Уолбрик (Christian Wollbrück), каждодневно работающий с PowerINSPECT, подтверждает, что эта CAI-система очень проста в применении, поэтому любой инженер без специальной подготовки в области метрологии способен без промедления начать успешно её использовать. “Измеряемые элементы могут быть интерактивно указаны непосредственно на 3D-модели изделия, что делает задание последовательности замеров значительно проще и быстрее. Это действительно очень важно, особенно если вам приходится работать с CAI-системой лишь время от времени”, — объясняет г-н Уолбрик. Кроме того, при использовании КИМ типа “рука” PowerINSPECT дает возможность заранее назначить очередность выполнения измерений в критически важных точках, что способствует обеспечению повторяемости результатов для одного изделия и воспроизводимости процесса контроля точности разными операторами.

После создания инстру-

ментальной оснастки для изготовления навесных элементов (например, дверей и капота) возникает необходимость проверки точности их сопряжения с кузовом автомобиля. Для этого изготавливают эталонную модель (габаритный макет) кузова, оснащенную точно расположенными в пространстве узлами крепления всех навесных элементов и оборудования (в соответствии с теоретической CAD-моделью автомобиля). Как правило, габаритный макет окрашивается в белый цвет и носит название “cube”. Затем на эталонную модель кузова устанавливаются различные варианты съемных конструктивных элементов и проверяется точность их прилегания, равномерность зазоров и величина “ступеньки” между сопряженными поверхностями.

“Все автопроизводители используют для навесных конструктивных элементов собственные стандарты качества и методики измерения точности. PowerINSPECT позволяет нам автоматизировать процесс измерений в соответствии с методиками конкретного заказчика и быстро предоставить ему готовый отчет об измерениях, оформленный в соответствии со стандартами его предприятия”, — добавил г-н Гроссе-Байлаге. ©

Delcam
Complete CAD/CAM Solutions

www.delcam.com/ru

Новостной выпуск News.Delcam написан и произведен компанией Delcam.
© Copyright Delcam Ltd 2016. 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