

Мы продолжаем серию публикаций о небольших производственных компаниях, которые смогли добиться успеха и признания в разных секторах промышленности благодаря личным качествам своих владельцев-руководителей, ориентации на использование современных станков с ЧПУ и CAD/CAM-системы Mastercam со встроенной технологией Динамического фрезерования.

Следует иметь в виду, что структура промышленного производства на Западе, особенно в США, в значительной степени отличается от того, что имеется в России. В частности, это относится к роли и месту предприятий малого и среднего бизнеса. Отсюда вытекает несколько непривычная тональность публикаций, акцент на проблемах, которые мало волнуют руководство российских заводов. Однако владельцам небольших мастерских наверняка будет интересно узнать, как решают похожие производственные проблемы их американские и британские коллеги.

Оригинальные материалы на английском языке можно найти в блоге пользователей Mastercam ([www.mastercam.com/en-us/Communities/Blog/PostId](http://www.mastercam.com/en-us/Communities/Blog/PostId)):

- “CAD/CAM software is the key to automating custom composite component shop”,
- “CAM software helps contract manufacturer machine complex airliner barstools”,
- “CAM software keeps spindles turning at Hightown Engineering”.

## И небольшие компании успешно фрезеруют пластмассу, алюминий и сталь

По материалам блога пользователей *Mastercam*

Группа компаний ЦОЛЛА

[www.mastercam.ru](http://www.mastercam.ru)

### CAD/CAM-система – ключевой элемент для автоматизации обработки высокоточных деталей из синтетических материалов

Пока экономика страны находится на подъеме, предприятиям трудно выделить время для оценки своих производственных процессов, чтобы обеспечить максимально возможную эффективность во всех аспектах. Однако инвестирование времени в такую оценку может дать отличные результаты. Компания *APS Plastics & Manufacturing* из города *Tombal* (шт. Техас), с 2006 года производящая заказные детали, была приобретена компанией *Framework Capital Partners* в 2016 году. Под руководством генерального директора **Mushahid (Mush) Khan**, компания *APS* специализируется на выпуске мелких высокоточных деталей – диаметром от 0.77 до 635 мм – из термореактивных пластмасс, стеклянных пленок и других синтетических материалов для энергетики, медицинской техники и электронного приборостроения.

Г-н *Khan* (инженер по специальности) и его команда внимательно изучили производственные процессы компании. Их консультировал **Rob Burton**, обладающий большим опытом работы с CAD/CAM-системой *Mastercam*, и они постарались оптимизировать процессы в максимально возможной степени.

“Это часть более широкой стратегии цифровизации нашего бизнеса и поиска путей сбора данных о том, что мы делаем, и как мы делаем с целью использовать эти данные для оптимизации нашего бизнеса – не только в том, что касается механической обработки, но и процессов контроля качества”, – говорит г-н *Khan*.



Дружный коллектив *APS Plastics & Manufacturing* на фоне своего оборудования с ЧПУ, специально для этой публикации



Примеры изготавливаемых заказных деталей из пластических материалов



Когда *Rob Burton* оценивал организацию работ в *APS*, то первым делом изучил, как поставлено программирование обработки, а затем проинспектировал производство.

“Я сделал вывод, что возможности имеющегося ПО не используются в полной мере”, – вспоминает г-н *Burton*, который в настоящий момент является исполнительным директором *APS*.

Такая ситуация нередко имеет место на производстве, большом или малом, где считают, что задача руководства – купить *CAM*-систему, а степень её освоения – это уже ответственность технологов и операторов станков. Следствием этого, достаточно распространенного подхода является слабое (10–15% функционала) и неуверенное владение пользователей функционалом системы, низкая отдача от автоматизации процессов подготовки производства и медленный возврат инвестиций.

Г-ну *Burton* было поручено провести необходимые изменения в компании и обучить производственную команду правильному использованию возможностей *Mastercam*. Для этого он сделал акцент на трех аспектах повышения эффективности применения этой системы, которые, по его мнению, должны были помочь сотрудникам компании быстрее разобраться с новыми технологиями **Динамической обработки**, поддерживаемыми системой *Mastercam*, и преодолеть их страх перед освоением новых подходов к программированию обработки.



Во-первых, это возврат на оплачиваемую техническую поддержку (*Maintenance*), обеспечивающую ни с чем не сравнимый комфорт и “защищенность” – как в отношениях с постоянно развивающейся системой *Mastercam*, так и с внешним миром – *CAD*-системами и заказчиками.

Во-вторых, это добросовестное освоение нового – современного и дружелюбного пользователя – интерфейса системы, что сразу снимает множество вопросов типа “что? где? как?”.

В-третьих – глубокое изучение и освоение функциональности *Mastercam*, поддерживающей самые современные технологии эффективной обработки на станках с ЧПУ (особенно в той части, которую требует специфика обработки высокоточных деталей), путем проведения специальных курсов обучения (и их повторения в дальнейшем для новых версий *Mastercam*).

В отношении функциональных возможностей г-н *Burton* отмечает следующее: “У вас есть возможность создавать шаблоны обработки внутри *Mastercam*. Поэтому, если нужно запрограммировать обработку семейства похожих деталей, то достаточно сделать это только для одной, а затем экспортировать программу и сохранить её, после чего можно многократно импортировать эту информацию и повторно применять к деталям аналогичного типа. Надо лишь заново ассоциировать её с геометрией – и новая программа готова”.

“Мы берем наиболее мощные функции, которые предлагает *Mastercam*, и напрямую применяем их при формировании наших траекторий, чтобы сократить продолжительность машинных циклов и увеличить производительность цеха”, – добавляет он.

Недавно компания приобрела *CAD*-систему *SOLIDWORKS*, которая очень хорошо работает в паре с *Mastercam*. Когда они модифицируют деталь средствами *SOLIDWORKS*, система *Mastercam* распознаёт изменения и предлагает технологом-программистам сделать для этих изменений перерасчет траектории, что устраняет необходимость программировать всё заново. Поскольку на всём оборудовании используются одинаковые крепежные приспособления, они могут отправить эту деталь на любой станок и быстро её обработать. Время наладки сократилось с одного-двух часов до примерно 10 минут.

Для 7-осевого станка швейцарского типа (автомат продольного точения) с возможностями фрезерной обработки время наладки уменьшилось на 70%, а производительность увеличилась примерно на 40%. Они могут переключаться с обработки в патроне на полностью автоматизированную обработку с подачей прутка – и для малых партий деталей, и для больших. Станок выполняет всё фрезерование и точение, в том числе для сложных деталей, в рамках одной операции, высвобождая для другой работы имеющиеся в цехе пять фрезерных и пять токарных станков.

По словам г-н *Burton*, все их шпиндели загружены “на всю катушку” и вертятся со скоростью

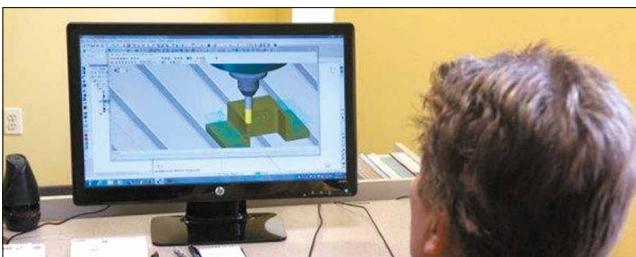


10 000 об/мин. Пластики обрабатываются на максимально возможно подаче в диапазоне от 10 до 30 м/мин. Углеродистая сталь обрабатывается на подаче порядка 15 м/мин высокопроизводительными концевыми фрезами на высокоскоростном станке. Стратегии *Mastercam* для так называемого Динамического фрезерования позволяют инструменту постоянно контактировать с деталью, что значительно уменьшает «обработку воздуха» и повреждение материала. Инструмент проходит через материал с максимально возможной скоростью.

Поскольку производственный процесс сейчас уже хорошо налажен, компания *APS* в настоящий момент работает над тем, чтобы интегрировать *Mastercam* со своей системой планирования ресурсов предприятия (*Enterprise Resource Planning, ERP*), связывая базы данных с помощью *Visual Basic* и *SQL* для получения информации о приспособлениях и инструментарии на всех станках.

### САМ-система помогает изготавливать барные стулья сложной формы для авиалайнеров

Когда компания *Aerotech Precision Manufacturing* (*Poole*, графство Дорсет, Великобритания) – субподрядчик, специализирующийся на механической обработке высококачественных деталей для военно-морской, медицинской, нефтяной и ядерной промышленности – получила предложение от международной коммерческой авиалинии создать по три барных стула для барной зоны первого класса в 12-ти авиалайнерах, то их стильный дизайн оказался для компании вызовом. Чтобы изготовить их из алюминиевой болванки (сплав *L93*), требовалось

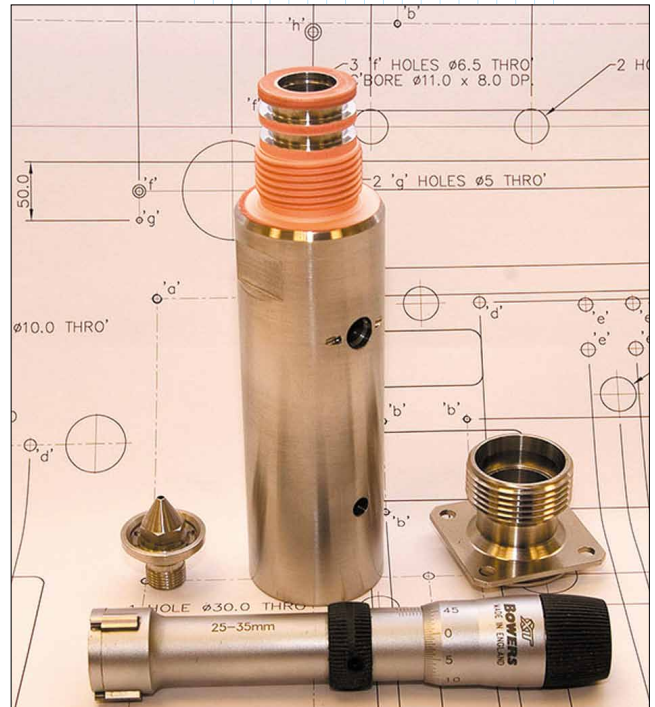
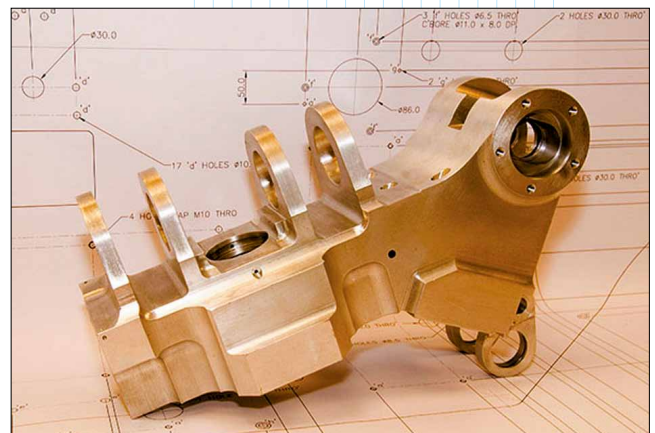


вести черновую и чистовую обработку на многоосевых фрезерных станках.

“Барные стулья стали вызовом для нас, и мы нашли решение”, – говорит **Aaron Houston**, директор по развитию бизнеса. – “Это было очень сложное изделие и по форме, и по качеству поверхностей”.

Для черновой обработки формы стульев технологи-программисты компании создали в среде *Mastercam* траектории высокоскоростной обработки, используя технологию Динамического фрезерования, которая обеспечивает постоянство объема снимаемой стружки при высокоскоростном удалении материала. Лежащие в её основе проприетарные алгоритмы учитывают остающийся объем материала, чтобы инструмент оставался постоянно в контакте с алюминием, минимизируют перемещения по воздуху и возможность поломки инструмента.

Принимая во внимание размер и форму окончательного изделия, обработка означала удаление с





болванки значительного объема материала. Функции *Mastercam* по 3D-обработке с возможностью автоматической дообработки оставшегося материала убедительно доказали свою ценность: изделие, которое в полустовом состоянии весило 250 кг, в готовом виде весит 11 кг. Габариты готового стула: 980 мм × 235 мм × 415 мм.

Точность обработки обеспечивалась верификацией траекторий и симуляцией обработки твердотельной модели в среде *Mastercam* с помощью функционала *Verify*.

“Вы можете убедиться, что всё пойдет нормально, еще на компьютере”, – поясняет *Aaron Houston*. – “Графика очень продвинутая. Перед тем как резать металл, вы можете с высокой степенью достоверности увидеть, как инструмент будет делать свою работу”.

После черновой и начальной чистовой обработки почти готовые барные стулья передают следующему подрядчику для зеркальной полировки, нанесения позолоты и обтяжки кожей.

Изготовление столь сложных вещей демонстрирует возможность компании *Aerotech* соответствовать строгим требованиям современного дизайна и достигать поставленных перед производством целей.

“*Mastercam* помогает нам сократить подготовительный период, быстро выдавая управляющие программы”, – говорит *Andy Harvey*, директор по производству. – “Некоторые работы мы вообще не смогли бы выполнить без этой системы”.

Благодаря своим возможностям ускорять процессы обработки в цехе и наличию средств работы со сложной геометрией, *CAD/CAM*-система *Mastercam* продолжает помогать компании *Aerotech Precision* идти по пути долговременного успеха. Сегодня для этого контрактного производителя небо – не предел.

### **CAM-система обеспечивает работу шпинделей в цехе *Hightown Engineering***

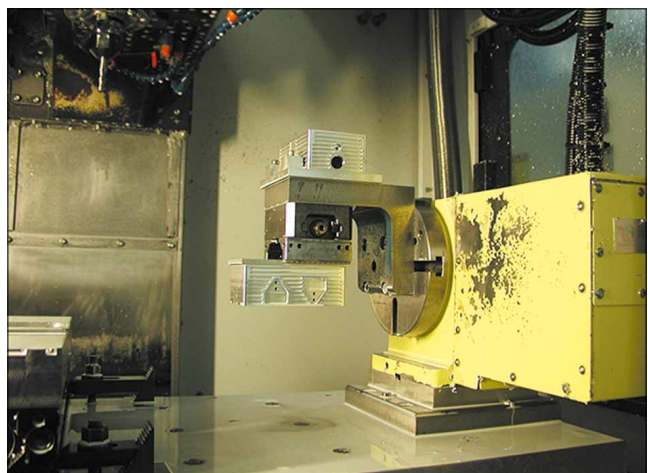
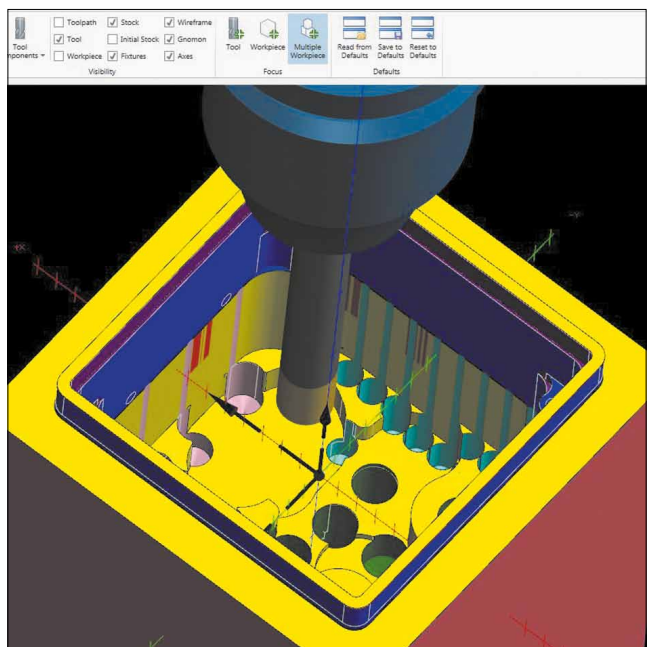
Не желая упускать сложные заказы, владельцы компании *Hightown Engineering* (*Ringwood*, графство Хэмпшир, Великобритания) приобрели

*CAD/CAM*-систему *Mastercam*, чтобы поддержать свои инвестиции в мощное оборудование с ЧПУ и использовать его потенциал в полной мере.

Необходимость соответствовать строгим требованиям, которые выдвигаются и в авиационно-космической и оборонной отрасли, и при изготовлении медицинской техники, и в гражданской промышленности, вынудила владельцев компании – **Terry Smith** и **Steve Browning** – приобрести 11 станков с ЧПУ и два полных рабочих места *Mastercam*, включающих *Mill 3D* (трехмерное фрезерование), 5-осевое сверление (*5-axis Drill/Curve*), *Lathe* (точение) и *CAD*-функционал для работы с твердым телом (*Solids*). После освоения работы с *Mastercam* компания *Hightown* смогла значительно усовершенствовать свой производственный процесс.

Первая область улучшения – постпроцессирование (генерация кодов для станков с ЧПУ).

“У вас может быть лучшая в мире *CAM*-система, но если постпроцессор работает неправильно, вы получите кривой код, сделаете бракованную деталь,



а возможно даже поломаете станок”, – говорит *Terry Smith*. – “Постпроцессоры в комплекте *Mastercam* настолько настраиваемы, что если у вас есть соответствующие знания, то вы можете получить такой NC-код, какой хотите, без необходимости что-то корректировать на станке”.

Владельцы договорились со своим дилером *Mastercam*, компанией *4D Engineering*, о включении работ по модификации постпроцессоров в лицензионное соглашение.

Прежде, когда NC-коды писались вручную, это всякий раз требовало многих часов работы для первой детали. Сотрудники подолгу стояли у станков – вначале резали только воздух, чтобы проверить код, затем обрабатывали деталь с уменьшенной вдвое скоростью, чтобы увидеть ошибки программирования и предотвратить столкновения. Теперь они полагаются на компьютерную симуляцию обработки (эти функции *Mastercam* называются *Verify* и *Backplot*), что позволяет заранее исключить ошибки. Каков результат? Надежные и безопасные для оборудования траектории, обеспечивающие удаление материала согласно спецификациям.

Г-н *Smith* особенно впечатлен динамичными траекториями высокоскоростной обработки, которые называются Динамическое черновое фрезерование (*OptiRough*) и Петлеобразное фрезерование (*Peel Mill*), ввиду их производительности, способности уменьшить износ станка и затраты на инструмент.

“В те времена, когда у нас была версия *Mastercam X5*, мы изготавливали тонкостенную деталь из нержавеющей стали на 4-осевом станке, причем с не-



очень жесткой установкой”, – вспоминает он. – “Но теперь, благодаря новым высокоскоростным траекториям с небольшими силами резания, мы можем работать на кардинально увеличенных подачах и скоростях. Превысив, почти трехчасовой машинный цикл, который программировался обычными методами, благодаря применению траекторий Динамического чернового и Петлеобразного фрезерования, уменьшился до 45 минут”.

Эти траектории действительно значительно сокращают циклы обработки на высокоскоростных станках, приобретенных компанией *Hightown*. После того как технолог-программист один раз подобрал эффективную стратегию, *Mastercam* позволяет автоматически применить её для похожих деталей. *Terry Smith* называет подобные функции скрытыми драгоценностями. Одна из них – Трансформация траектории (*Transform Toolpath*).

“Если вы хотите сделать несколько одинаковых деталей с одной установки, то достаточно запрограммировать от начала до конца обработку только одной из них, а затем выбрать функцию трансформации траектории”, – говорит он. – “*Mastercam* выполнит необходимые переходы между деталями и повторит вашу деталь столько раз, сколько вы указали”.

Еще одна драгоценность – функция импортирования операций (*Import Operations*).

“Если у вас получилась реально красивая гладкая траектория, когда инструмент буквально летает по детали, то вы можете сохранить эту операцию – подачи, скорости, глубину резания и пр. – и использовать её для аналогичных работ”, – поясняет г-н *Smith*.

Когда компания *Hightown Engineering* только начинала работу, её бизнес был ориентирован на крупные партии деталей ограниченной сложности. Обычный объем партий тогда составлял от 1000 до 5000 штук, а программирование обработки детали требовало минимальных усилий. Сейчас текущие заказы совсем другие: геометрически сложные детали общим числом от 25 до 50 штук, партии экспериментальных деталей числом 5÷10 штук, а зачастую и одноразовые прототипы.

“Применение [новой версии] *Mastercam* позволило нам выйти на более высокий уровень с точки зрения геометрической сложности работ, поэтому наша компания может оставаться продуктивной и прибыльной, изготавливая детали более высокой стоимости”, – подытоживает *Terry Smith*. 🗨

