

Статья опубликована 19 февраля 2016 года в ориентированном на вопросы металлообработки сетевом журнале "Modern Machine Shop" (MMSOnline.com), который выпускает компания Gardner Business Media. Оригинал можно найти по адресу: www.mmsonline.com/articles/how-a-cadcam-consultant-can-help.

Следует иметь в виду, что структура промышленного производства в США в значительной степени отличается от того, что имеется в России. Особенно это заметно, если, к примеру, посмотреть на роль и место предприятий малого и среднего бизнеса в производстве. Отсюда вытекает несколько непривычная тональность статьи, акцент на проблемах, которые мало волнуют руководство российских заводов. Однако владельцам маленьких мастерских в России будет интересно узнать, как решают похожие производственные проблемы их американские коллеги.

Как вам может помочь консультант по Mastercam

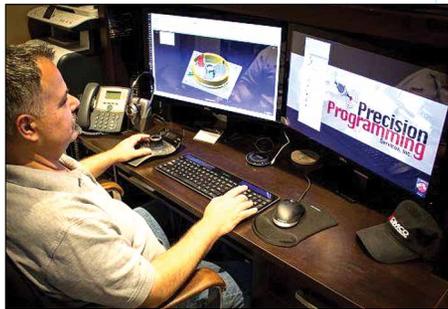
©2016 Gardner Business Media, Inc.

Эта статья дает хорошее представление о том, почему и когда некоторые малые производственные предприятия, столкнувшиеся с трудностями в программировании обработки сложных деталей, обращаются к независимому CAD/CAM-специалисту.

Когда рабочая неделя уже подходила к концу, САМ-консультант **Jayson Kramer** (владелец компании Precision Programming Services из Санта-Кларита, Калифорния) получил срочный заказ: ему позвонил расстроенный владелец небольшого производства, расположенного недалеко от его офиса. Многие годы эта компания производила, помимо прочего, не особенно сложную деталь для аэрокосмического изделия – монтажный болт – на своем 4-осевом станке с ЧПУ. Теперь же несколько изменений в конструкции и форме детали, плюс применение нового материала сделали невозможным её изготовление по управляющей программе, генерируемой с помощью диалогового ПО для программирования обработки, которое шло в комплекте со станком.

Проблему своего нового клиента г-н Kramer решил за несколько часов, задействовав возможности последней версии CAD/CAM-системы Mastercam от CNC Software.

Jayson Kramer является членом небольшого сообщества продвинутых пользователей CAD/CAM-систем



Работающий по контрактам технолог-программист Jayson Kramer является членом небольшого сообщества продвинутых пользователей Mastercam

("power users"), опыт практической работы которых измеряется десятилетиями. Свои навыки и опыт они применяют для решения самых разнообразных производственных проблем, открывая производителям новые возможности. Ниже перечислены некоторые признаки таких продвинутых пользователей:

- Они обладают опытом работы с разными типами и брендами станков с ЧПУ и стоек управления, с разными постпроцессорами и разными версиями CAD/CAM-систем. Эти знания и умения позволяют им программировать очень сложную обработку, с которой не справятся

менее опытные пользователи.

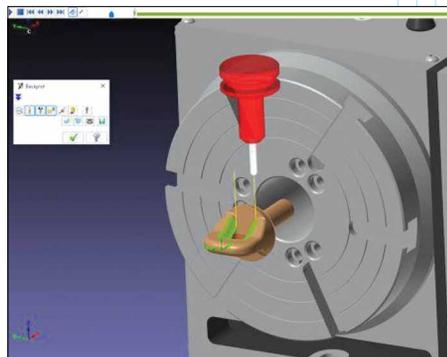
- Они не признают частичных решений, а стремятся к созданию полных, охватывающих весь рабочий процесс – от момента поступления материала до своевременной поставки заказчику детали, отвечающей всем техническим условиям.

- Они контактируют с поставщиками. Станкостроители, реселлеры CAD/CAM-систем, вендоры режущего инструмента знают их и даже рекомендуют своим заказчикам их услуги, поскольку эти специалисты могут применять новейшие технологии производства.

- Они являются естественными учителями. Опытные пользователи САМ-систем часто стремятся научить других тому, как применять новейшие процессы. Они



Изменение конструкции монтажного болта вынудило производителя обратиться за помощью к CAD/CAM-консультанту



Эффективные токарно-фрезерные УП, созданные с помощью системы Mastercam, позволяют производить такие детали, как аэрокосмический монтажный болт, гораздо быстрее и проще, чем обычным способом, используя несколько станков для последовательных операций

предоставляют услуги по контракту, обучая пользователей, или преподают в местном колледже.

• Они знают друг друга. Благодаря своим контрактам в отрасли, участию в интернет-форумах, выставках и в образовательных мероприятиях, они узнали многих специалистов, предлагающих аналогичные услуги. Они общаются друг с другом, делятся советами, совместно выполняют крупные проекты и направляют потенциальных клиентов другим продвинутым пользователям с большим опытом, необходимым для какого-то определенного проекта.

Полное решение простой проблемы

Рассмотрим подробнее проблему, с которой обратились к г-ну *Kramer* новый клиент. Раньше этот монтажный болт фрезеровался из поковки. Теперь же заказчик выдвинул дополнительное требование – чтобы новые детали изготавливались из цельного бруска металла. Хотя такой подход устраняет затраты на дорогую кузнечную оснастку, это может значительно увеличить затраты для маленькой партии деталей, поскольку другой материал требует другой стратегии обработки, а это невозможно осуществить путем небольшого изменения существующей управляющей программы.

Таков первый “крученный мяч”, а второй – это сама новая форма монтажного болта со скруглениями переменного радиуса, чего не было в старом образце. Такие сложные элементы невозможно создать, вручную программируя обработку на стойке управления.

Г-н *Kramer* попросил пользователя прислать ему чертеж детали в PDF-формате и обещал оперативно решить проблему. Доступные в среде *Mastercam* программные инструменты делают сравнительно простым делом геометрическое 3D-моделирование и последующую генерацию на основе 3D-модели эффективных программ обработки.

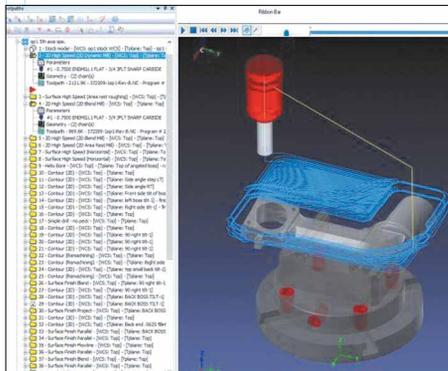
Так как г-н *Kramer* является бета-тестером *Mastercam*, он знаком не только с большинством функций существующих версий системы, но и с новейшими разработками, которые пока еще не предлагаются публично. Поскольку для решения поставленной задачи хорошо подходили усовершенствованные графические инструменты последней бета-версии *Mastercam*, он выбрал именно её.

После того как 3D-модель детали была готова, г-н *Kramer* использовал для создания управляющей программы функцию высокоскоростной поверхностной черновой обработки с последующим чистовым проходом. Хотя эти опции не являются самыми продвинутыми в том, что касается обработки сопряженных поверхностей, они стали самым подходящим вариантом для не самой новой системы управления станка с ЧПУ, имевшегося у клиента. Как отметил г-н *Kramer*, применение этих

траекторий позволило сделать такую работу, которую сам владелец считал невыполнимой на его старом оборудовании.

Итак, управляющая программа была создана быстрее, чем закончился рабочий день. Но работа консультанта на этом не закончилась. Он начал веб-конференцию с заказчиком, и, используя функционал системы *Mastercam* по симуляции станка, показал владельцу производства и оператору станка, что именно надо сделать, чтобы запустить УП на станке. Поскольку стойка управления не имеет функции быстрого просмотра вперед, которая обычно требуется при обработке сложных криволинейных поверхностей, для нормального исполнения новой УП необходимо изменить некоторые настройки постпроцессора (галочки в определенных полях).

После просмотра УП вместе с клиентом и обсуждения с ним того, что требуется для её работы, г-н *Kramer* сделал файл УП доступным для загрузки через файловый сервер. Кроме того, он передал заказчику анимационный файл с симуляцией обработки, чтобы тот мог просмотреть его в любой момент без помощи САМ-системы. В целом для 3D-моделирования детали и создания УП ему понадобилось всего четыре часа, после чего клиенту был выставлен соответствующий счет.



Jayson Kramer использует симулятор станка (Machine Simulation) в Mastercam для обнаружения и исправления ошибок в УП. Такой подход обеспечивает безопасную работу на дорогом оборудовании в цехе

Более сложные задачи

Следующий пример показывает, как услуги консультанта помогли в более сложном деле. В данном случае производитель из судостроительной отрасли решил повысить эффективность производственного процесса, купив для этого 5-осевой обрабатывающий центр. На этом мощном станке с ЧПУ сложную деталь можно изготовить с меньшим количеством переустановок.

Jayson Kramer был нанят этим предприятием для внедрения лучших производственных практик и запуска системы в целом. Вначале он работал на площадке заказчика, посещая его один-два раза в неделю. Теперь, три года спустя, он продолжает предоставлять услуги консалтинга, но делает это удаленно.

Заказчик говорит, что дополнительные производственные возможности, которые обеспечивает 5-осевой станок, позволили предприятию успешно конкурировать и в аэрокосмическом бизнесе. С того момента, как г-н *Kramer* начал работать на эту компанию, он подготовил уже четыре сотни сложных управляющих программ. Большинство из них предназначено для изготовления компонентов, которые должны соответствовать строгим техническим требованиям аэрокосмической отрасли. И хотя спрос на лодочную продукцию упал, расширяющийся аэрокосмический бизнес потребовал приобретения еще одного 5-осевого центра.

Теперь частью обязанностей САМ-консультанта является обучение недавно нанятого технолога-программиста

с целью повышения его мастерства в деле программирования обработки на 5-осевых центрах. *Jayson Kramer* обучает его концепциям программирования в среде *Mastercam* и рациональным приемам работы, используя для этого, в том числе, возможности интернета.

“Не думал, что вы это сможете!”

Это не единственный случай, когда г-н *Kramer* выступает в роли преподавателя. Он является владельцем нескольких лицензий *CAD/CAM*-системы *Mastercam* последней версии. Эти лицензии он использует как для оказания производственных услуг, так и для обучения операторов и технологов-программистов лучшим практикам и методам программирования, почерпнутым им при налаживании производственных процессов. В число его клиентов входит и местный колледж, установивший у себя новое 5-осевое оборудование с ЧПУ. Руководство колледжа заключило с г-ном *Kramer* контракт на обучение классных преподавателей.

Помимо прочего, последние 15 лет г-н *Kramer* преподает на курсах повышения квалификации по программированию обработки средствами системы *Mastercam* в *College of the Canyon* (Санта-Кларита). Каждый семестр от 10 до 20 студентов, уже работающих на производстве, посещают его занятия, которые он проводит на площадке *Aerospace Dynamics International, Inc.* – очень уважаемого в аэрокосмической сфере производителя.

“Я испытываю острые ощущения всякий раз, когда прихожу сюда преподавать, потому что прямо позади меня стоит порталный 9-шпиндельный пятиосевой обрабатывающий центр размером 9 на 30 метров, который обрабатывает большие детали самолета”, – говорит *Jayson Kramer*.

“Многие мои студенты еще только учатся программировать обработку. Другие же пользуются системой *Mastercam* уже 10–15 лет и просто хотят изучить новые возможности. Когда я показываю им что-то этакое, они говорят: ‘Ничего себе! Не думал, что вы это сможете!’. Каждый год я слышу это 20 раз, по меньшей мере”.

Те возможности системы *Mastercam*, которые г-н *Kramer* показывает своим студентам, он применяет каждый день в своей работе консультанта. В их числе:

✓ Пятиосевой наклон

Этот программный инструмент автоматически проверяет возможные соударения инструментов и патронов с обрабатываемой деталью и автоматически вводит угол наклона в 3-осевых операциях для избежания соударений, что позволяет филигранно выполнять сложные чистовые операции без необходимости создания дополнительных планов.

✓ Динамическое преобразование

Облегчает манипулирование различными частями геометрии детали относительно друг друга без необходимости использования пошаговых функций *Translate*

и *Rotate* при каждом изменении положения. Примером здесь может служить деталь и связанная с нею оснастка.

✓ Динамическая обработка

Эта стратегия черновой обработки обеспечивает автоматическое изменение подачи, скорости вращения шпинделя и перемещения инструмента в соответствии с конкретными физическими условиями обработки материала, что сокращает продолжительность цикла и уменьшает износ инструмента и станка.

Г-н *Kramer* отмечает, что младшие и старшие студенты по-разному реагируют на новые подходы к обработке. Это особенно верно для технологии Динамической обработки.

“Молодежь готова сразу прыгнуть на борт корабля”, – говорит он. – “А вот старшее поколение настроено более скептически, так как эта технология противоречит многим испытанным правильным методам, которых они придерживались с момента своего прихода в профессию. Поэтому им непросто принять фрезерование на очень высоких скоростях с маленьким шагом между проходами и использованием всей длины рабочей части инструмента. Им надо увидеть это в действии, прежде чем они станут пробовать эту технологию у себя на производстве”.



Когда для 5-осевой обработки этой детали применяется технология Dynamic Motion, то получаемые плавные быстрые проходы уменьшают затраты времени на чистовые операции, поскольку на черновых операциях удаляется больше материала

Поиск компетентных консультантов

Надо отметить, что *Jayson Kramer* осознаёт существующую на производстве нехватку квалифицированных специалистов – технологов-программистов и операторов станков с ЧПУ. Если производителю требуется расширить свои возможности, то целесообразнее внедрить передовые производственные системы с ЧПУ, чем добавлять персонал и вводить дополнительные смены. Тем не менее, растущим компаниям, в конечном счете, потребуется больше людей. Для современных производственных систем необходимы дополнительные технологи-программисты и операторы, которые обладают более глубоким пониманием того, как эти системы должны быть развернуты.

К счастью, имеются и другие консультанты, не менее квалифицированные, чем г-н *Kramer*, которые могут помочь устранить разрыв знаний, чтобы обеспечить более эффективное использование нового и существующего оборудования с помощью *CAM*-систем. Эти консультанты помогут освоить новые технологии и будут натаскивать пользователей, чтобы они могли быстрее ощутить те преимущества, которые предоставляет современное оборудование с ЧПУ.

Конечно, может статься, что квалифицированных консультантов, таких как *Jayson Kramer*, найти будет нелегко. Однако, скорее всего, реселлеры *CAD/CAM*-систем, станкостроители и поставщики режущего инструмента их знают. Опытных специалистов можно обнаружить и на форумах пользователей *CAD/CAM*-систем, где они часто участвуют в обсуждениях и стараются дать ответы на сложные технические вопросы. 🙄