

Статья “Leveraging CAD/CAM for High-Density Machining” была опубликована 5 апреля 2015 года в ориентированном на вопросы металлообработки сетевом журнале “Modern Machine Shop” ([MMSOnline.com](http://MMSOnline.com)), который выпускает компания Gardner Business Media. Оригинал на английском языке можно найти по адресу: [www.mmsonline.com/articles/leveraging-cadcam-for-high-density-machining](http://www.mmsonline.com/articles/leveraging-cadcam-for-high-density-machining).

## CAD/CAM-средства обеспечивают эффективную многоместную обработку

©2015 Gardner Business Media, Inc.

Компания **J&R Machine Inc.** изготавливает ответственные детали для предприятий из самых разных отраслей, включая производителей медицинской техники, промышленного и нефтегазового оборудования, а также из сферы автогонок. Кроме того, сотрудники этой компании, расположенной в гор. *Shawano* (штат Висконсин), гордятся оснасткой для установки деталей на станках, которую они сами разрабатывают и изготавливают для внутреннего применения. Эти приспособления проектируются так, чтобы обеспечить многостороннюю обработку деталей на многокоординатных станках, что позволяет изготовить за один установ сразу несколько деталей. Такая концепция известна под названием **многоместная обработка** (*High-Density Machining*). Внедрение и освоение CAD/CAM-средств было необходимо для претворения этой концепции в жизнь, что сыграло важную роль в радикальных преобразованиях с целью решения серьезных проблем, с которыми компания столкнулась десять лет тому назад.

В начале 2004 года работы стало меньше из-за застоя в экономике и вывода производства в страны с низким уровнем заработной платы. Президент *J&R Machine* – **Tim Tumanic** – понял, что единственная возможность сохранить компанию заключается в том, чтобы научиться выполнять более сложные работы с более высокой добавленной стоимостью, которые заказчики не склонны выводить в оффшор. Для того чтобы сделать работы такого рода прибыльными, компании пришлось реструктурировать свою бизнес-модель и перейти от выполнения отдельных операций механической обработки к полному обеспечению услуг по изготовлению. Кроме того, компания изменила процесс производства и начала приобретать более современное оборудование.

К 2009 году условия для бизнеса начали улучшаться. Компания *J&R Machine* приобрела горизонтальные обрабатывающие центры и многоосевые токарные центры и стала выполнять такую сложную работу, о какой годом ранее можно было только мечтать. Кроме того, были инвестированы средства в рабочие места, оснащенные современным программным



*Реализуя подход многоместной обработки, компания J&R Machine создает крепежные приспособления для изготовления нескольких деталей за один установ*

обеспечением: CAD-системой **SOLIDWORKS** и CAM-системой **Mastercam** от *CNC Software*. Прежде управляющие программы для всех станков с ЧПУ подготавливались вручную, однако со временем специалисты компании осознали, что возможности нового ПО помогут ускорить и проектирование зажимных приспособлений для многоместной обработки,



*Многоместная обработка выполняется и на вертикальных станках. Производительность повышается за счет уменьшения времени на смену инструмента*

и генерацию траекторий инструмента для обработки как деталей, так и оснастки.

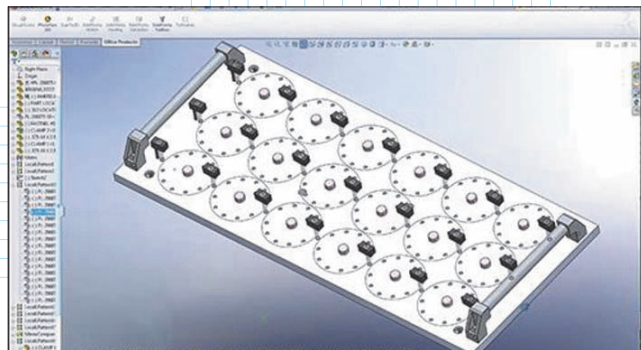
“Системы *Mastercam* и *SOLIDWORKS* позволили нам гораздо быстрее проходить путь от чертежа до готовой детали. Предлагая более короткие сроки поставки, мы начали привлекать стабильный поток работ сложного типа, что мы наметили как свою цель”, – рассказывает **Parker Tumanic**, вице-президент *J&R Machine*, а также ведущий конструктор оснастки и технолог-программист.

К примеру, программирование обработки детали, которое у м-ра *Tumanic* раньше занимало 10 часов на стойке управления станка, теперь выполняется менее чем за один час. Результат – не только рост его персональной производительности, но и дополнительные 10 часов освобожденного машинного времени, которое можно посвятить собственно обработке деталей. Таким образом, **изначальные инвестиции в программное обеспечение CAD/CAM повлияли на производительность так, словно был приобретен еще один станок с ЧПУ**, считает он.

За один год м-р *Tumanic* овладел функционалом CAD/CAM в полной мере, после чего обратил внимание на разработку внутренней фирменной линии изделий *J&R Machine* – приспособлений для многоместной обработки деталей.

“Концепция многоместной обработки заключается в уменьшении затрат времени на смену инструмента за счет обработки этим инструментом за один проход сразу нескольких деталей, закрепленных на станке”, – рассказывает он. – “Если при изготовлении одной детали требуется 10 раз менять инструмент, а каждая замена занимает 3 секунды, то в итоге на замену инструмента уйдет 30 секунд на каждую деталь. Если же установить сразу 10 деталей в специальном приспособлении для многоместной обработки, то затраты времени на смену инструмента в пересчете на одну деталь уменьшатся в 10 раз”.

Мистер *Tumanic* так поясняет подход своей компании: “Для каждого типа деталей, которые мы выпускаем, изготавливается

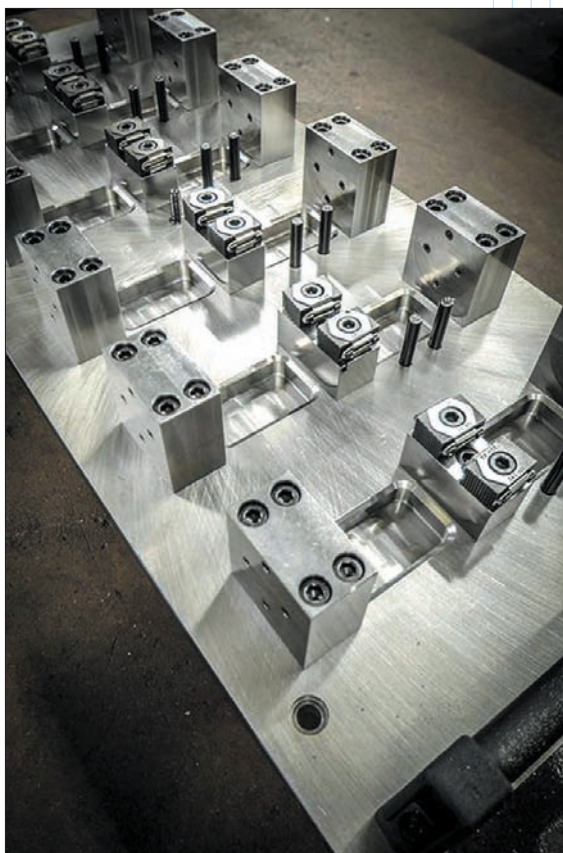


*С помощью симуляции проверяется достаточность расстояния между деталью и инструментом при его отводе и подводе*

свое приспособление для зажима. Мы не экономим на проектировании оснастки и не накручиваем цену на деталь. Существует одноуровневая оплата за оснастку, но зато заказчик, в свою очередь, получает меньшую цену за деталь. Например, если мы запускаем в производство 10 000 деталей по цене на два доллара меньше, чем другой поставщик, то экономия составит 20 тысяч долларов. Если мы при этом возьмем 5000 долларов за оснастку, то наш клиент всё равно выиграет 15 тысяч. При этом ему не придется постоянно платить за крепежное приспособление, как это происходит в том случае, когда цена за оснастку включена в цену детали”.

Для каждого нового задания, которое является подходящим для многоместной обработки, м-р *Tumanic* использует следующий подход; импортирует CAD-модель детали в систему *SOLIDWORKS* и использует её как основу для проектирования приспособления для фиксации группы деталей. В результате, у него будут две CAD-модели: одна для детали, другая – для приспособления. Оснастка проектируется с применением предварительно определенных стандартных деталей и узлов, которые используются как шаблоны.

После этого модели детали и оснастки импортируются в САМ-систему *Mastercam*, средствами



*Для безопасного изготовления деталей при многоместной обработке компания J&R использует возможности среды симуляции Mastercam*



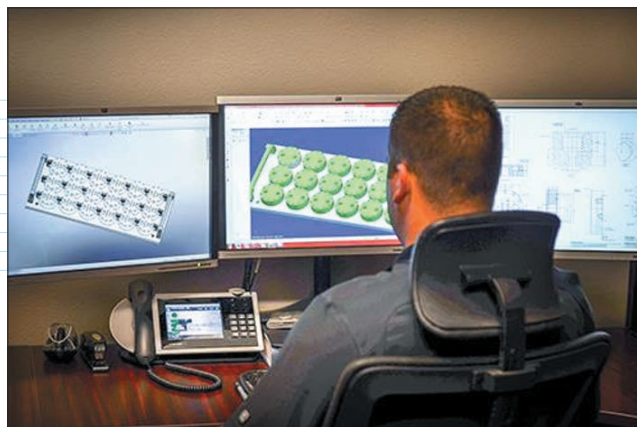
которой м-р *Tumanic* формирует траектории обработки. Следует отметить, что хотя с одного станова будет поочередно обработано множество одинаковых деталей, траектории инструмента ему надо создать только для одной. После того как они будут готовы, он может их просто размножить, расставляя по рабочей зоне операциями копирования-вставки.

Далее м-р *Tumanic* использует средство *Mastercam* под названием *Machine Simulation* – среду компьютерной симуляции процесса обработки на конкретном станке. Такая симуляция необходима для того, чтобы убедиться в отсутствии проблем, которые могут вызвать поломку. Если будут выявлены столкновения инструмента, то м-р *Tumanic* может изменить траекторию в проблемной позиции или использовать другой инструмент. В некоторых случаях может понадобиться более сложное решение – изменение конструкции крепежного приспособления.

Компания *J&R* старается применять многоместную обработку всегда, когда это возможно – они проектируют приспособления, вмещающие до 100 деталей за один установ. Мистер *Tumanic* говорит, что такой подход может сократить машинный цикл на одну деталь на 30÷90%, в зависимости от типа детали. Кроме того, хорошо спроектированная оснастка уменьшает вероятность неправильного установа вследствие ошибки оператора. Помимо этого, улучшается досягаемость – можно обработать больше областей детали меньшим количеством операций, а большая жесткость фиксации делает возможным повышение точности обработки. Поскольку общий машинный цикл при многоместной обработке длится дольше, чем в случае одной детали, то оператор может вместо одного станка одновременно контролировать два или три.

Следует отметить, что компания *J&R* постоянно ищет дополнительные способы улучшить свои производственные процессы. Одним из её союзников в этом поиске является компания *ShopWare* – местный реселлер *Mastercam*. М-р *Tumanic* консультируется в *ShopWare* каждый раз, когда сталкивается с особо сложными проблемами обработки. По его просьбе этот реселлер провел для компании дополнительное обучение на месте. А в 2012 году компании *J&R* понадобились консультации по специальному проекту, который включал разработку процесса многоместной обработки на горизонтальном обрабатывающем центре сложных шестисторонних деталей, требовавшего многократной смены инструмента и с несколькими переустановов.

Благодаря достигнутой производительности, компания *J&R* выиграла долгосрочный контракт, на который приходится порядка



*Parker Tumanic из компании J&R Machine для удобства работы использует несколько мониторов с Mastercam и с SOLIDWORKS, чтобы создать эффективные стратегии многоместной обработки для оборудования с ЧПУ. Хотя с одного станова будет последовательно обработано множество деталей, траектории инструмента ему надо создать только для одной, а затем он размножит их копированием*

2000 часов обработки каждый год. Кроме того, по рекомендации специалистов *ShopWare*, компания решила приобрести модуль *Mastercam for SOLIDWORKS*. Особенностью этого приложения является то, что функционал *Mastercam* вызывается прямо из меню *SOLIDWORKS*. Это даст м-ру *Tumanic* возможность быстро вести итерационный процесс внесения изменений в конструкцию оснастки и в траектории обработки. Кроме того, это позволит создавать лучшие конструкции оснастки и лучшие процессы обработки – притом, что подготовительное время на выпуск первой детали уменьшится.

Усилия по проектированию и изготовлению специальной оснастки окупаются в такой степени, что м-р *Tumanic* наметил порядка сотни проектов приспособлений для многоместной обработки, которые повысят производительность – это касается как новых, так и уже существующих деталей. За счет использования приспособлений для многоместной обработки и других усовершенствований, продажи компании *J&R Machine* за последние пять лет практически удвоились, достигнув величины 10 млн. долларов. Затраты на оплату труда сократились с 18% до 10% от суммы дохода. Кроме того, компания теперь получает почти вдвое больше доходов силами всего 30-ти сотрудников, которые, в свою очередь, тоже достойно вознаграждены за свой вклад. А самый активный и толковый оператор станка скоро пройдет обучение, чтобы в дальнейшем вместе с м-ром *Tumanic* проектировать оснастку и программировать обработку полный день. 🙄