

Оригинал статьи “A Dynamic Approach to Prototype Tooling” (© 2017 MoldMaking Technology) на английском языке можно найти по адресу:

www.moldmakingtechnology.com/articles/a-dynamic-approach-to-prototype-tooling

Оригинал статьи “Can Do Toolmaker” на английском языке можно найти по адресу: www.mastercam.com/en-us/Communities/Blog/cid/633?Category=dynamicmotiontechnology

Mastercam как инструмент для обеспечения гибкости небольших инструментальных компаний

Группа компаний ЦОЛЛА

www.mastercam.ru

Освоение современной технологии Динамической обработки *Mastercam* – залог успеха многих зарубежных производственных компаний из категории малого и среднего бизнеса. Мы продолжаем начатую в прошлом году серию публикаций, рассказывающих об успехах небольших предприятий и индивидуальных предпринимателей в разных странах, достигнутых не только благодаря мастерству и таланту ключевых работников, но и, в значительной степени, благодаря приобретению, освоению и эффективному применению CAD/CAM-системы *Mastercam*.

Объектами внимания в прошлых публикациях были малые предприятия разных секторов промышленности – деревообработка, металлообработка, приборостроение, медицинская техника и др. На этот раз рассматриваемой сферой деятельности стало прессформостроение.

Специально хотим отметить, что герои нашей публикации, работающие в совсем скромных по размеру производственных компаниях, – законопослушные граждане, которым чуждо пиратское использование плодов чужого труда для зарабатывания денег.

Использование траекторий Динамической обработки для изготовления электродов в компании *Dynamic Plastics*

Система CAM, которая автоматически адаптирует управляющую программу для станка с ЧПУ под изменяющиеся условия резания, помогает изготовителям прессформ адаптироваться к изменяющемуся в сторону роста объема работ.

В сущности, вести разносторонний бизнес – это не так уж и плохо, хотя и может увеличить время выхода на рынок. Давление этой проблемы особенно усиливается, когда все работы отличаются друг от друга. С этим столкнулись в компании *Dynamic Plastics* на операциях изготовления электродов для прожига



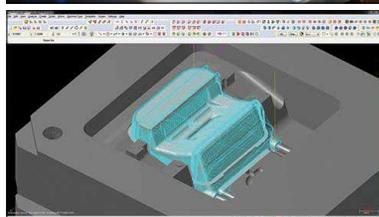
конструктивных элементов пресс-форм, которые выглядят “похожими на всё остальное”.

Вот что рассказывает начальник инструментального производства **Tom Prebelich**: “Единственное, что является постоянным, так это то, что наши клиенты постоянно требуют поставить готовые заказы быстрее”.

Эта мастерская, расположенная в городке *Chesterfield Township*, штат Мичиган, выжила, по большей части, за счет применения технологий и процессов, которые повышают производительность, не требуя дополнительных затрат и усилий, рассказывает г-н *Prebelich*. Одним из последних значительных примеров этого стало широкое использование технологии Динамических перемещений (*Dynamic Motion*), которую предлагает *Mastercam* – популярная CAD/CAM-система компании *CNC Software*. За счет прогнозирования предстоящих условий резания и изменения режимов обработки согласно прогнозу, без какого-либо ввода дополнительной информации, эти эффективные алгоритмы *Mastercam* не только экономят



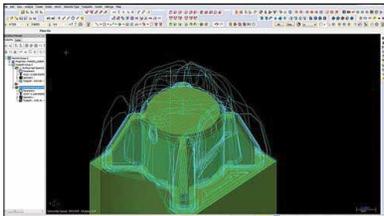
Выставление жестких допусков при формировании траектории инструмента и более качественная финишная обработка уменьшают количество дополнительных операций при изготовлении пресс-формы



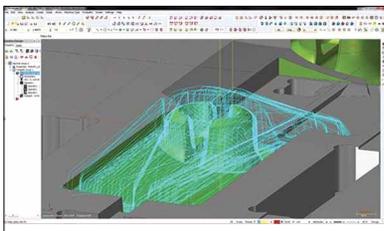
Так выглядит траектория инструмента, применявшаяся для изготовления детали с предыдущего рисунка. Траектория основана на технологиях Динамической обработки *Mastercam*



За последние пять лет количество станков на площадке компании Dynamic Plastics удвоилось, а численность работников не изменилась. Начальник инструментального производства Tom Prebelich и технолог-программист/оператор станка Greg Thomas совещаются о том, как лучше использовать Динамические траектории Mastercam, чтобы в полной мере задействовать возможности нового оборудования с ЧПУ



За счет уменьшения радиальной составляющей силы резания, технология Динамических перемещений Mastercam позволяет выполнять чистовое фрезерование электродов с максимально возможной скоростью резания, не беспокоясь об удалении стружки



Динамические траектории Mastercam, основанные на алгоритмах, которые анализируют наперед условия обработки в зоне резания и меняют режимы резания согласно этим условиям, позволили сократить длительность станочных циклов, уменьшить износ инструмента, а также повысить производительность при подготовке УП на 50%

время технологов-программистов, но и сокращают цикл обработки в цехе. Кроме того, уменьшился риск поломки инструмента, что также способствовало уменьшению затрат мастерской.

Гибкость как внутреннее качество

“Динамичность” – термин, который используется для обозначения технологии обработки, меняющей режимы резания “на лету”. Но еще задолго до освоения этой технологии из арсенала системы Mastercam, компания Dynamic Plastics должна была доказать, что достойна своего динамичного названия. Как говорит г-н Prebelich, успеха они добились благодаря философии гибкого производства, которой придерживаются уже свыше 10-ти лет.

Когда начинается новый проект, все 15 цеховых работников компании работают совместно, чтобы спланировать работы и распределить оборудование. Затем назначается ответственный сотрудник, который отвечает за заказ материалов и обеспечение своевременной доставки всех компонентов для окончательной сборки (хотя производственные задачи часто разделяются между несколькими исполнителями). Каждый работник играет двойную роль – технолога-программиста и оператора станка. При этом сотрудники не привязаны к конкретному оборудованию и готовы работать на любом оборудовании, в зависимости от необходимости.

В соответствии с подходом гибкого производства, компания имеет несколько “плавающих” лицензий Mastercam, которые обеспечивают доступ к функционалу системы с любой из рабочих станций. На рабочем столе Windows выведено 15 иконок, каждая из которых соответствует той конфигурации

системы Mastercam, которая является предпочтительной для конкретного сотрудника.

Помимо этого, говорит г-н Prebelich, важную роль в обеспечении гибкости в течение последнего десятилетия играют и развивающиеся возможности Mastercam, начиная с важного для их компании перехода от каркасного представления 3D-моделей к твердотельному, и появления нового пользовательского интерфейса в стиле CAD.

Последующие усовершенствования включают:

- возможность формировать траектории в любой последовательности, что развязывает руки в работе;
- новые траектории обработки, многие из которых, можно применять с уже имеющимися настройками;

• использование рабочей системы координат (Work Coordinate System, WCS) для быстрого переключения между различными ориентациями инструмента;

• автоматическое распознавание изменений в 3D-модели – это гарантирует, что изменения, вносимые в процессе работы, будут учтены в итоговой УП;

• расширенные средства симуляции обработки на мониторе компьютера.

Следующий прорыв Dynamic Plastics

Как говорит Tom Prebelich, расширенные возможности CAD-движка в системе Mastercam служили основным активом их компании, которую постоянно просили взять на себя новые задачи – всё более сложные и чувствительные к срокам. Тем не менее, к 2010 году стало очевидно, что современные станки с ЧПУ настолько продвинулись в развитии, что при помощи традиционных САМ-стратегий, привычно применяемых сотрудниками Dynamic Plastics, задействовать в полной мере возможности нового оборудования невозможно. К этому времени руководству пришлось даже ввести третью смену, потому что за две смены компания не успевала изготавливать электроды для выжигания форм.

Часть этой проблемы заключалась в том, что значения подачи и скорости, а также подвод инструмента необходимо было изменять в тех точках траектории, где меняются условия резания – чтобы избежать вибраций и поломок инструмента. Это относится к точкам подвода и отвода, к углам, а также скруглениям. Хотя технологи-программисты могли

менять такие параметры вручную, у них часто не хватало времени на дополнительную “шлифовку” траекторий, поэтому работы выполнялись с пониженными подачами и скоростями.

Прорыв состоялся в 2011 году, когда компания освоила и начала применять технологию Динамических перемещений *Mastercam*. По словам разработчика системы, основой *Dynamic Motion* служит мощный и сложный алгоритм предварительного анализа (в ходе расчетов траекторий) зоны предстоящей обработки – в прогрессе. Опираясь на результаты анализа, система постоянно регулирует подвод и отвод, подачу и скорость инструмента автоматическим образом, что необходимо для оптимального удаления материала и уменьшения износа инструмента.

“Сначала я даже точно не знал, что собираюсь получить”, – рассказывает г-н *Prebelich* про свои первые попытки формировать Динамические траектории. – “Но после того как я подготовил несколько УП, я был очень заинтересован в том, чтобы они использовались в цехе”.

Плавные переходы

Одна из причин энтузиазма г-на *Prebelich* заключалась в том, что он мог уверенно заявить, что Динамическая технология *Mastercam* не только проста в освоении, но и экономит массу рабочего времени технологов-программистов.

“Новые траектории, создаваемые с помощью технологии Динамического перемещения, в принципе похожи на те, что мы использовали прежде, но для их подготовки требуется гораздо меньше времени”, – объясняет он. – “Сегодня формирование траектории для обработки всей поверхности обычной пресс-формы занимает чуть более получаса. Несколько лет назад та же работа требовала вдвое больше времени”.

Результаты оказались еще более впечатляющими, когда Динамические траектории стали испытывать на станках с ЧПУ. Резание идет на более высоких подачах с большим (а иногда полным) контактом инструмента с материалом, несмотря на меньший шаг резания для уменьшения радиальной составляющей силы резания и износа инструмента. Эти преимущества являются результатом того, что стратегия Динамических перемещений обеспечивает постоянную толщину снимаемой стружки. Таким образом, обработка может вестись с большими подачами и скоростями.

“Теперь мы используем подачи до 20 000 об/мин и получаем при этом постоянную толщину стружки”, – рассказывает *Tom Prebelich*. – “Если бы у нас были более высокооборотные шпиндели, то мы бы могли работать с еще более высокими подачами”.

Плавное резание не только сокращает машинные циклы, но и уменьшает риск поломки инструмента. В результате затраты мастерской на твердосплавный инструмент снизились. Кроме

того, операторы могут уверенно применять инструмент диаметром меньше 0.03 дюйма (0.76 мм) для чистовой обработки поверхностей, что позволяет получать высокое качество при меньшем количестве операций. Более гладкие поверхности электродов, в свою очередь, уменьшают необходимость в дополнительных операциях при изготовлении компонентов пресс-форм. По словам г-на *Prebelich*, важным вспомогательным моментом является использование на всех станках системы охлаждения воздушно-масляным туманом, что улучшает удаление стружки и поддерживает инструмент в холодном и хорошо смазанном состоянии, без температурных перепадов.

Сегодня, как уверяет г-н *Prebelich*, траектории, созданные на основе Динамической технологии *Mastercam*, являются предпочтительным выбором команды *Dynamic Plastics* для большинства направлений деятельности компании. В конечном счете, экономия времени технологов-программистов, эффективность получаемых траекторий обработки и уменьшение накладных расходов сыграли свою роль в недавнем росте компании. За последние пять лет *Dynamic Plastics* отказалась от третьей смены, удвоила количество станков с ЧПУ, завершила строительство дополнительного корпуса площадью 1100 кв. м, чтобы разместить новое оборудование, призванное уменьшить сроки выполнения заказов. При этом компания предлагает конкурентоспособные цены, хотя количество технологов-программистов/станочников выросло только на 15%.

Компания *Midgard Plastics* – умелый инструментальщик

Midgard Plastics, Inc. заработала себе репутацию компании, которая может взять на себя решение почти любой задачи, касающейся изготовления оснастки и пресс-форм для литья под давлением. Это обеспечивает поставку заказчикам отпрессованных деталей и компонентов, которые удовлетворяют самые высокие ожидания в отношении качества, стоимости и сроков. У этой компании достаточно гибкости, чтобы выпускать оснастку для изготовления самых разных деталей, от маленьких до очень крупных, обеспечивая высокую точность и чистоту поверхностей.

John Lesh, начальник инструментального производства компании *Midgard*, сказал так: “Мы работаем со всеми видами пластмасс, включая полисульфон и стеклонаполненный нейлон. У нас имеются прессы от 20 до 720 тонн – и для обычного литья под давлением, и для ротационного. Размеры про-

ектов варьируются в диапазоне от стрелки спидометра до больших клеток для дорогих, редких видов изучаемых животных. Из большой номенклатуры изделий, которые заполняют этот диапазон размеров, отметим: рукоятки хороших колокольчиков, мегафоны



Гибкость САМ-системы является ключевым фактором для производства разнообразных пресс-форм



Образцы продукции
Midgard Plastics

для гонок, зубные щетки для правой и левой, защищенные экспозиционные стеллажи, корпуса для электроники и затворы для страховочных тросов разных цветов и размеров, изготавливаемые методом многослойного литья”.

Для проектирования большинства видов оснастки компания *Midgard* использует CAD-систему *SOLIDWORKS*, после чего импортирует 3D-модели в *Mastercam*, чтобы создать УП для их высокоскоростного 3-осевого фрезерования на станке с ЧПУ.

У компании имеются две лицензии системы *Mastercam*, с помощью которой г-н *Lesh* и еще один инструментальщик, *Don Mood*, генерируют траектории инструмента, настраивают и используют оборудование с ЧПУ. Г-н *Lesh* рассказал о свойствах системы, которые позволяют им справиться с проблемами, возникающими из-за многообразия конструкций пресс-форм и необходимости их изготовления в намеченные сроки:

- За счет возможностей твердотельного и поверхностного моделирования в *Mastercam*, компания *Midgard* экономит почти неделю на полировании изделий такого типа, как пресс-формы клеток для животных, где требуется очень высокое качество поверхностей.

- До установки детали на станок инструментальщики используют функцию верификации УП для обеспечения точности обработки и безопасности в цехе.

- Траектории на основе имеющейся в системе *Mastercam* технологии Динамических перемещений применяются для сокращения машинного цикла, а также для уменьшения прогиба длинных инструментов при обработке глубоких полостей пресс-форм.

- Исключительная точность формируемых системой *Mastercam* траекторий особенно важна тогда, когда большие компоненты пресс-формы должны обрабатываться непрерывно (зачастую без присмотра) на протяжении долгого времени – вплоть до 36-ти часов.

Г-н *Lesh* сказал, что их менеджеры применяют очень агрессивный подход “мы можем это сделать” даже для оценки проектов

пресс-форм с уникальными производственными требованиями. Из-за этого он никогда не знает, с какой уникальной производственной проблемой столкнется на следующий день. Однако он всегда уверен, что с помощью системы *Mastercam* инструментальщики компании *Midgard* справятся с любым вызовом.

Mastercam как средство для решения цеховых проблем компании BDE

Derick Sherburne, координатор проектов в компании *BDE*, сказал следующее: “Когда мы перешли на *Mastercam*, то поняли, что можем перемещать резец гораздо быстрее, чем раньше, потому что обрабатываем с меньшей глубиной резания. Поскольку рабочая часть используется на всю длину, резец изнашивается гораздо меньше, поэтому служит дольше. Качество поверхностей повысилось. Продолжительность циклов обработки уменьшилась”.

Еще один источник экономии времени образуется за счет Библиотеки инструментов.

“Возможность использования Менеджера инструментов для наполнения библиотек экономит много времени. Я могу загрузить определение станка, подтянуть свою библиотеку инструментов, и все мои инструменты окажутся под рукой – здесь, в *Mastercam*”, – добавил он.

Программирование токарной обработки средствами *Mastercam* делает возможным изготовление на токарном станке с активным инструментом маленьких фрезерованных деталей из прутка за один установ, тогда как прежде это требовало трех операций.

Командную работу на площадке компании *BDE* обеспечивают сетевые лицензии *Mastercam*. Недавно команда производителей работала над большой многоместной пресс-формой для обшивки вокруг окон на внутренних панелях самолета – со сменными вставками для изготовления всех видов деталей. Над этим проектом, который характеризовался большим количеством внутренних изогнутых поверхностей, трудилось шесть технологов-программистов/станочников.

“Заказчики хотели, чтобы мы выполнили работу за три недели, поэтому мы должны были торопиться”, – рассказал г-н *Sherburne*.

Желая заранее узнать, какие новые функции будут доступны в новом релизе *Mastercam* и как они смогут повысить производительность, компания *BDE* стала бета-тестером *Mastercam 2017*.

“Мне нравится способ работы с планами и слоями через меню для траектории. Это похоже на работу с мощными CAD-программами. Уверен, что это понравится молодым технологам-программистам”, – заключил г-н *Sherburne*. 🗨



Derick Sherburne, координатор проектов в компании BDE

