

Мы продолжаем серию публикаций о производственных компаниях, которые смогли добиться успеха и признания в разных секторах промышленности благодаря личным качествам своих владельцев и руководителей, ориентации на использование современного оборудования с ЧПУ, инновационного режущего инструмента и CAD/CAM-системы Mastercam со встроенной поддержкой технологии так называемой Динамической обработки.

На сей раз речь идет о позитивной роли Mastercam на площадке американской компании Don Schumacher Motorsport Precision Manufacturing – ведущего поставщика специализированных автодеталей и запчастей, а также форсированных моторов, продукцией которого пользуются многие гоночные команды Америки.

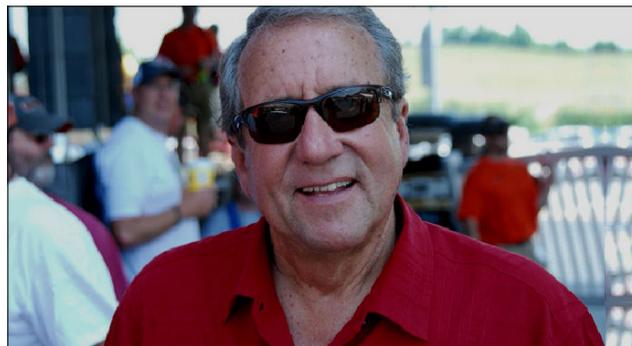
## С помощью Mastercam команда Don Schumacher Racing расширяет границы механической обработки и обгоняет конкурентов на всех соревнованиях

Юрий Суханов

По материалам компаний CNC Software и Don Schumacher Racing

### Опережая конкурентов

Автомобили сами по себе (и в совокупности отношений с их владельцами) являются яркой и одновременно трогательной чертой образа жизни американцев, а также заметной частью американской культуры в целом. Что характерно, жители “одноэтажной” Америки отдают предпочтение полноразмерным машинам с могучими моторами. Свою любовь и привязанность к этим монстрам они выражают не только содержимым гаражей, но и участием в феноменально развитом и, несмотря на свою дороговизну, весьма распространенном автоспорте. Вряд ли всяким “теслам” удастся в обозримом будущем существенно изменить священные представления о чистопородном американском автомобиле. Для многих гонки на скорость стали не только увлечением, но и работой, бизнесом, а для кого-то – делом



*Дон Шумахер – автогонщик, начальник команды, владелец группы компаний, новатор и благотворитель. Его состояние оценивается в 300 млн. долларов*

всей жизни. К их числу заслуженно относится и герой этой статьи – Дон Шумахер (**Don Schumacher**) из штата Индиана.



*Штаб-квартира Don Schumacher Racing и производственная площадка DSM в пригороде Индианаполиса (шт. Индиана)*

**Funny Car** (что можно перевести как забавные машины, хотя на самом деле это машины очень даже серьезные) – класс автомобилей в драг-рейсинге. Отличительными особенностями *Funny Car* являются переднемоторная конструкция и откидывающийся карбоновый кузов, придающий им отдаленное сходство с серийными или выставочными моделями.

Ассоциация *National Hot Rod Association (NHRA)* предъявляет к машинам *Funny Car* строгие требования. Так, их двигатели могут быть только типа V8 и только с развалом в 90 градусов, а объем двигателя не может превышать 8.2 литра. (Наиболее популярная основа для разработок – крайслеровский двигатель *Hemi 426*). Допускается только один распредвал. Блок цилиндров обычно алюминиевый, коленвал изготавливают из стальных сплавов, впускные клапана диаметром 61 мм делают из титана, а выпускные диаметром 48 мм – из инконеля (жаропрочный и жаростойкий сплав на никелевой основе). У каждой машины имеется жаропрочное покрытие, прикрывающее те части двигателя, которые способны взорваться.

Топливная система – ключ к невероятной мощности *Funny Car*. Как правило, топливо на 85÷90% состоит из нитрометана, остальное – метанол. Степень сжатия колеблется от 6:1 до 7:1. В ходе одного заезда (запуск двигателя, прогрев, возврат на старт, предстартовый набор оборотов, рывок на четверть мили) машина сжигает до 57 литров топлива.

У машин *Funny Car* есть задний ход. Мощность передается от двигателя на редуктор через многодисковое сцепление, которое обеспечивает постепенное замыкание в течение заезда. Размер колесной базы лежит в пределах 2.54÷3.18 метра. Диапазон мощности достаточно широк – от 6 978 до 8 897 л.с. Благодаря могучей тяге (крутящий момент доходит до 7 500 Н·м), компрессорные нитрометановые машины *Funny Car* развивают умопомрачительную скорость (до 325 миль в час), а ускорение при старте с места достигает 6G. Для стабилизации и замедления машины после пересечения финишной прямой служит двойной парашют.



*Машины класса Funny Car, предназначенные для драг-рейсинга, имеют переднемоторную конструкцию и откидывающийся карбоновый кузов. Одна из самых больших проблем, с которыми сталкиваются технологи – необходимость изготовить детали одновременно легкие и достаточно прочные, способные выдерживать жесткие условия скоростных соревнований, включая перегрев двигателя и столкновения. (Иллюстрации предоставлены компанией CNC Software)*



*Рев моторов, суетящиеся у стартующих машин команды механиков и электриков, клубы выхлопных газов и вырывающиеся из двигателей языки пламени приводят публику, особенно новичков, в состояние шока и трепета. А пилоты этих машин-монстров становятся на годы кумирами местной молодежи*

Дону Шумахеру всегда сопутствовал успех. За свою карьеру автогонщика и начальника команды, а также маркетолога спринтерских заездов по прямой трассе с твердым покрытием (драг-рейсинг) класса *Funny Car*, он лично выиграл пять титульных соревнований *NHRA* – Национальной ассоциации хот-родов (модифицированных автомобилей с форсированным двигателем). Его “царствование” продолжилось, когда он вернулся в спорт в качестве владельца команды в 1998 году. В настоящее время группа *Don Schumacher Racing (DSR)* объединяет семь профессиональных команд и является лучшей в истории гонок *NHRA Drag Racing*, одержав более 350 побед в национальных соревнованиях и 18 – в чемпионатах мира.

### Собственное высокотехнологичное производство

Секрет побед *DSR* кроется в наличии высокотехнологичного производства для изготовления автодеталей. Специалисты *Don Schumacher Racing Corporation* (не путать с *DSR Corporation* из Колорадо) обладают реальными знаниями о конкретных проблемах, с которыми сталкиваются участники соревнований *NHRA*, и всеми возможностями первоклассной механической мастерской, поэтому им не

нужно передоверять другим производителям изготовление прочных и точных деталей, необходимых для их машин.

Когда объем выполняемых в мастерской работ для других гоночных команд превысил объем внутренних заказов *DSR*, Дон Шумахер принял решение образовать на базе своей механической мастерской производственную компанию внутри группы *DSR*. Таким образом, в 2005 году была зарегистрирована компания *Don Schumacher Motorsport Precision Manufacturing (DSM)*, которая со временем превратилась в одного из ведущих поставщиков автодеталей и запчастей для гоночных команд, соревнующихся в различных видах автоспорта.

“Для гоночных команд мы производим компоненты двигателей, компоненты шасси, выхлопные системы, всякие штучки – всё, вплоть до гаек и болтов”, – говорит **Scott Cutler**, старший инженер-технолог *DSM*.

В *DSM* он работает всего два года, но его стаж в области 5-осевой обработки превышает 20 лет. Его знания и опыт имеют решающее значение для обеспечения бесперебойной работы хорошо оборудованного производства.

В настоящее время в цехе *DSM* имеется 25 станков с ЧПУ, 18 из которых – многоосевые станки марки *Okuma*, включая горизонтальные 4-осевые фрезерные центры, 5-осевые



Участок комплектации режущего инструмента Sandvik в цехе DSM

фрезерные центры, 7-осевые токарно-фрезерные и 3-осевые токарные станки, вертикальные фрезерные центры и токарный автомат продольного точения. Кроме *Scott Cutler*, в *DSM* работают восемь операторов станков и пять технологов-программистов, и все они занимаются производством автомобильных деталей и запчастей высочайшего качества.

### Сделать детали легкими

Как рассказал г-н *Cutler*, при производстве этих деталей возникают определенные проблемы.

“Нам нужно сделать детали легкими, но в то же время они должны быть прочными и долговечными. Кроме того, они должны хорошо выглядеть. Необходимо обеспечить, чтобы размеры всех обрабатываемых конструктивных элементов попадали в заданные допуски, при этом мы всегда должны учитывать не только точность, но и безопасность”, – поясняет он. – “Как вы знаете, эти автомобили движутся с огромной скоростью, и произойти может всё что угодно, поэтому безопасность – это большая проблема. В гонках машин экстра-класса *Top Fuel* мы находимся в самых экстремальных условиях. Мы развиваем предельную мощность, стараясь ехать максимально быстро; по сути, мы создаем управляемую бомбу”.

Обычный допуск при ведении обработки в цехе составляет плюс-минус две с половиной тысячных дюйма (~0.06 мм), но многие детали требуют еще большей точности. Чтобы обеспечить соответствие собственным высоким стандартам точности и безопасности, в *DSM* при подготовке управляющих программ для своих станков с ЧПУ полагаются на *CAD/CAM*-систему *Mastercam* (разработчик – компания *CNC Software*, ныне входящая в концерн *Sandvik*).

Из всех факторов, которые необходимо учитывать, соотношение веса и прочности деталей вызывает больше всего трудностей.

“Масса увеличивает прочность, но не способствует увеличению скорости машины. Это одна из самых сложных задач, поскольку мы не можем брать тяжелые металлы, как следовало бы. Нам приходится использовать более слабый металл, но каким-то образом надо заставить его сохранять максимальную прочность”, – говорит г-н *Cutler*.

В основном, специалисты *DSM* используют низкоуглеродистую сталь, алюминий серий 6000 и 7000, титан класса 5 и магний. Чтобы скомпенсировать относительно невысокую механическую прочность этих металлов и добиться максимально возможных характеристик по массе и долговечности



Участок механической обработки на станках с ЧПУ в цехе *DSM*

получаемых деталей, к обработке каждой детали применяется адресный подход.

“Мы не делаем плоских призматических деталей. Все они должны иметь такую форму, чтобы в критических местах можно было добавить ребра жесткости, а в других – снять лишний материал”, – поясняет г-н *Cutler*.

Его цех производит детали весом от 110 граммов до 64 килограммов. Иногда технологический процесс включает в себя обработку заготовки весом 360 кг, и тогда быстрое и безопасное удаление материала имеет первостепенное значение.

“В том, чтобы удалить такое большое количество материала с хорошей скоростью, нам помогает стратегия динамичной обдирки *Dynamic Motion OptiRoughing* из арсенала *Mastercam*. Благодаря сочетанию возможностей этой системы, ассортимента инструментов *Sandvik Coromant*, имеющегося в нашем распоряжении, и обрабатывающих центров *Okuma*, мы можем удалять материал со скоростью подачи 7.6 метров в минуту с полной глубиной резания, в среднем, более 9 мм”, – сказал г-н *Cutler*.

### **Собственные алгоритмы *Mastercam* помогают достичь высоких результатов**

Так называемые динамические стратегии *Mastercam (Dynamic Motion)* опираются на собственные запатентованные алгоритмы расчета оптимальных скоростей подачи и траекторий инструмента, необходимых для безопасной обработки, и обеспечивают отсутствие резки воздуха, продление срока службы инструмента и минимальное время машинных циклов.

“Это действительно огромное преимущество. Качественные траектории *Dynamic Motion* с агрессивными режимами резания позволяют снимать материал с очень высокой скоростью, ни о чём не беспокоясь”, – говорит *Scott Cutler*.

Траектория черновой обработки *OptiRough*, входящая в комплект стратегий высокоскоростного фрезерования *Dynamic Milling*, использует глубокие агрессивные проходы с последующими небольшими подрезами вверх для удаления материала с повышенной скоростью. Результатом применения этой стратегии двунаправленного резания является хорошо обработанная поверхность, причем в рекордно короткие сроки.

Однако еще до того, как *Scott Cutler* и его команда приступают к обработке,



*Обработка блока двигателя на станке Okuma MU6300V. В качестве заготовки используется блок крайслеровского двигателя Hemi*

они используют другие функции системы *Mastercam*.

“Практически для каждой категории станков у нас есть библиотека инструмента. Мы постоянно импортируем геометрические модели инструментов *Sandvik*. Это помогает на этапе симуляции обработки, так как мы можем увидеть на экране реальный патрон инструмента, обнаружить столкновения с ним, а не только с режущей частью”, – поясняет г-н *Cutler*.

Затем *Scott Cutler* обращается к функции сравнения трехмерных моделей (*Compare*), чтобы сравнить результат симуляции обработки с исходной моделью, визуализировать качество поверхности после обработки и проверить наличие возможных столкновений.

“Это дает нам гораздо больше гибкости в работе с твердыми телами, когда мы имеем дело со сложными деталями. Теперь мы можем с помощью программного обеспечения получить именно то, что нам нужно”, – говорит он.

### **Роль реселлера *Mastercam***

Компания *ShopWare Inc.* (город Эджин, шт. Иллинойс), реселлер *Mastercam*, обеспечивает техническую поддержку и регулярно обновляет ПО, установленное на площадке *DSM* (семь функциональных рабочих мест), добавляя новые функции, а также помогает решать любые проблемы, связанные с программированием сложной обработки.

“Поддержка реселлера *Mastercam* – наш главный актив. Они не просто поставляют программный продукт – это действительно люди, которые всегда стоят у нас за спиной,

что имеет огромное значение”, – считает г-н *Cutler*.

С командой *ShopWare* всегда можно связаться по телефону или по электронной почте, и они всегда готовы помочь. В случае необходимости г-н *Cutler* работает также и с инженерами – компании *CNC Software*.

“Взять, например, таких специалистов *CNC Software*, как **Chris Kozell** и **Chad Chmura** – они просто великолепны. Так, *Chris* помог нам разобраться с постпроцессорами и решить проблему, связанную с новой опцией на одном из наших станков. *Chad* помогает нам с обучением, показывает, как грамотно использовать возможности системы, помогает с выбором из множества разнообразных траекторий, которые предлагает *Mastercam* – ведь не всегда сверхбыстрый и сверхагрессивный путь будет правильным. Это огромная помощь”, – говорит *Scott Cutler*.

### Техническая поддержка – ключевой фактор ценности ПО

Поддержка со стороны реселлера *Mastercam* и со стороны разработчика этой системы неопределима для команды *DSM*, поскольку она планирует оставаться значимой в этой развивающейся отрасли.

“Без помощи и поддержки, которую мы получаем, нам было бы сложно. Если мы имеем дело с действительно сложной деталью, которую, возможно, никто в мире никогда прежде не изготавливал, если мы в тупике, то сразу вспоминаем о тех специалистах, к которым можем обратиться, заручиться их поддержкой и двигаться вперед”, – уверен г-н *Cutler*.

С душевным спокойствием, которое обеспечивает такая поддержка, компания *DSM* может сфокусироваться на том,

чтобы делать всё возможное для удовлетворения потребности своих клиентов наилучшим образом.

### Исповедуемый в производстве подход

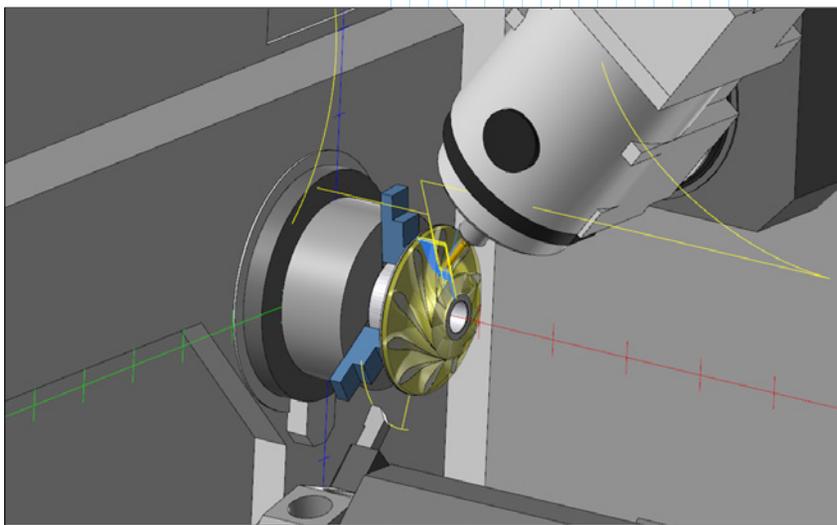
Что отличает *DSM* от конкурентов, так это стремление не только поставлять детали в срок, но и расширять границы возможного в механической обработке.

“Какие бы компоненты двигателей, других агрегатов и узлов, а также деталей автомобилей и их систем мы ни изготавливали, мы стараемся обрабатывать их за один установ.

Это существенно сокращает продолжительность цикла обработки за счет минимизации затрат времени на переналадку оборудования и переустановку деталей на столах и в патронах, а также обеспечивает единство баз для получения заданной точности размеров деталей. Когда дело доходит до токарно-фрезерной обработки, я постоянно обращаюсь к возможностям модуля *Mill-Turn* системы *Mastercam*, что позволяет нам воспользоваться преимуществами соответствующих многоосевых станков, которыми мы располагаем, и значительно упрощает

“Поддержка реселлера *Mastercam* – наш главный актив. Они не просто поставляют программный продукт – это действительно люди, которые всегда стоят у нас за спиной, что имеет огромное значение. Без помощи и поддержки, которую мы получаем, нам было бы сложно. Если мы имеем дело с действительно сложной деталью, которую, возможно, никто в мире никогда прежде не изготавливал, если мы в тупике, то сразу вспоминаем о тех специалистах, к которым можем обратиться, заручиться их поддержкой и двигаться вперед”.

*Scott Cutler*, старший инженер-технолог *DSM*, о компании *ShopWare Inc*.



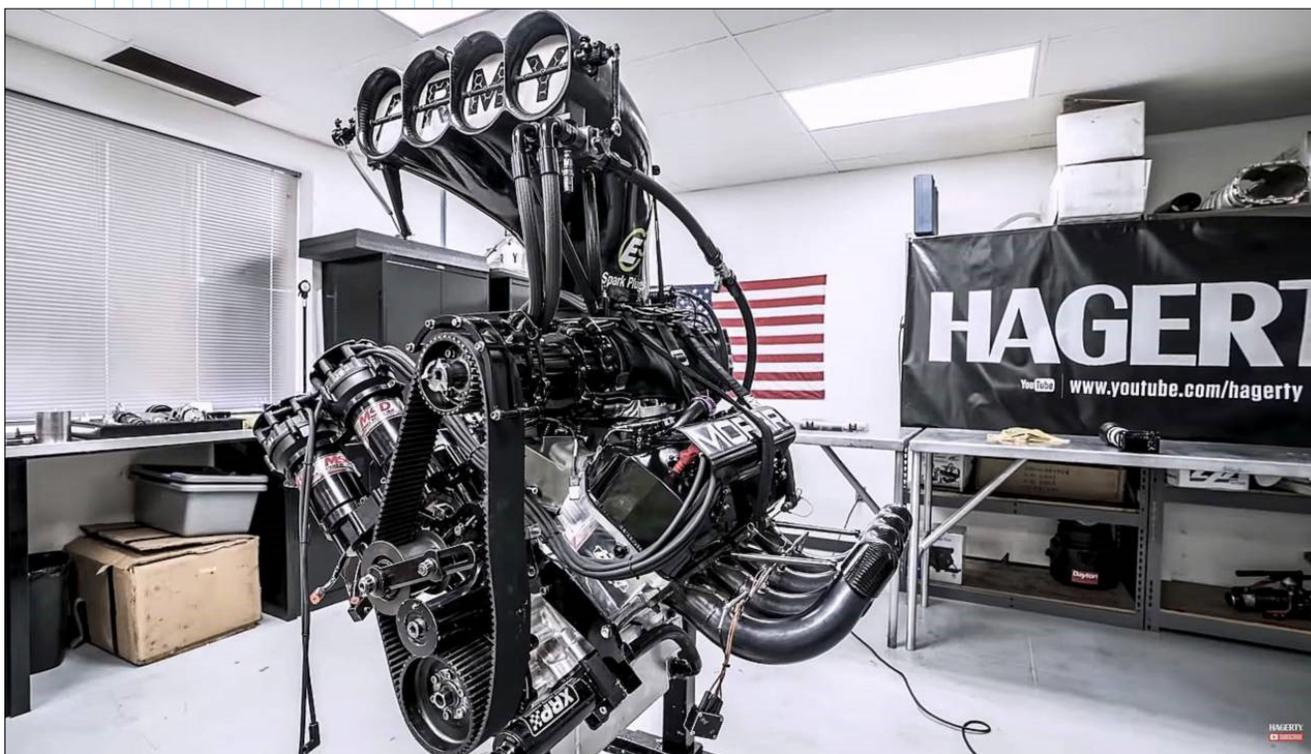
*Модуль Mastercam Mill-Turn позволяет успешно программировать и проверять на виртуальном станке обработку самых сложных автомобильных деталей*



*Блок цилиндров двигателя, изготовленный на заводе Don Schumacher Racing. Фрезерование алюминиевой заготовки весом 360 кг осуществлялось с помощью высокоскоростных динамических траекторий Mastercam Dynamic Motion, начиная с траектории Opti-Rough для черновой обработки сложной геометрии. Вес готовой детали составил 64 кг*

их программирование и использование.

Исповедуемый нами подход и накапливаемый опыт производства побуждает нас переходить к изготовлению всё более сложных деталей. Мы испытываем своеобразную гордость из-за того, что в своём цехе производим такие детали, которые не может изготовить никто другой. Mastercam помогает нам делать это, позволяет становиться всё более инновационными за счет применения инновационных траекторий обработки. Множество опций динамических траекторий Mastercam Dynamic Motion обеспечивает сокращение продолжительности машинного цикла. Нам надо просто пользоваться тем преимуществом, что мы можем по-настоящему агрессивно обрабатывать сложные многоповерхностные



*“В течение многих лет ведущие гоночные команды доверяли нам изготовление деталей, на которые они могли положиться. Сегодня мы производим силовые установки мощностью 11 000 лошадиных сил, которые разгоняют автомобиль до скорости 531 км в час менее чем за четыре секунды; это реальное свидетельство нашей ориентации на НИР, качество, точность и талант”.*

*Chad Osier, вице-президент DSM*

детали с жесткими допусками”, – говорит *Scott Cutler*, старший инженер-технолог *DSM*.

“Иногда мы получаем экстренный заказ или извещение на внесение изменений в деталь, и надо успеть изготовить её к следующим выходным. Бывает много сверхурочных работ, но мы не жертвуем качеством. Всегда следует думать о том, хотели бы мы поставить эту деталь на свою машину”, – продолжает он.

Его команда работает столько, сколько необходимо, чтобы уложиться в сроки и предоставить детали высочайшего качества, но каким-то образом они находят время, чтобы подумать о развитии своего потенциала.

По их мнению, истинная сила *DSM* заключается в исследованиях и разработках.

“Мы гордимся своей командой, у нас есть всё необходимое и нас воодушевляет идея “действительно попробовать это”. Мы не просто исправляем ошибки, мы ищем способы улучшения”, – заключает *Scott Cutler*.

Высококвалифицированные инженеры *DSM* опираются на ведущих в своих отраслях партнеров для внедрения инноваций и создания лучших в своем классе технологий механической обработки. К числу таких партнеров относятся *Okuma* (станки с ЧПУ), *Sandvik Coromant* (режущие инструменты), *Mastercam* (программирование обработки), *Stratasys* (устройства для трехмерной печати) и *Hangsterfer* (СОЖ).

У команды *DSR/DSM* устойчивая репутация новаторов и первопроходцев – как на трассе, так и вне её. И эта гоночная компания в



*В своём автосалоне DSR проводит распродажи и автошоу, все доходы от которых направляются на медицинские исследования, лечение в госпиталях и реабилитацию детей, больных раком*

ближайшее время не собирается сбавлять обороты.

В качестве заключения следует сказать, что после более чем 15 лет оснащения гоночных команд Америки высокопроизводительными деталями, узлами и моторами, компания *DSM* расширяет свою деятельность, причем не только в автомобильной, но и в оборонной и авиакосмической отраслях. Пожелаем им новых успехов и свершений! 👁



*Сегодня Тони Шумахер, сын Дона Шумахера, устанавливает рекорды в гонках на таких монстрах*