

Предлагая вниманию читателей эту небезынтересную историю успеха роботизации на площадке Daimler, редакция считает необходимым отметить один момент, важный для понимания ситуации. В статье акцентируются именно возможности системы Robotmaster по преобразованию траекторий инструмента в корректные движения манипулятора, но при этом из поля внимания авторов выпадает необходимость предварительного расчета этой траектории по CAD-модели (чего Robotmaster делать не умеет). На данный момент Robotmaster работает в комбинации с CAD/CAM-системой Mastercam. Таким образом, в тех местах текста, где говорится, что система Robotmaster в одиночку справилась с тем, чего не смогли сделать другие программные средства, на самом деле речь идет об использовании комплексного решения Mastercam+Robotmaster (что отражает добавленный подзаголовок).

Оригинал статьи *“Offline Programming Software Is Single Solution For Robotic Hammer Peening Of Automotive Stamping Dies”* можно найти по адресу: [www.robotmaster.com/en/success-stories/daimler-ag](http://www.robotmaster.com/en/success-stories/daimler-ag)

## Единое решение для роботизированного ударного упрочнения штампов в автомобилестроении

Комплект **Mastercam+Robotmaster** помогает программировать роботизированные ячейки в цехах **Daimler**

©2017 Hypertherm, Inc.

За разработку производственных процессов на заводе Mercedes-Benz в Зиндельфингене (административный округ Штутгарт, Германия) отвечает доктор наук, который о преимуществах роботизации знает не понаслышке. По его словам, промышленные роботы стоят дешевле специализированных станков с ЧПУ, и у них лучше обстоит дело с досягаемостью, что важно при обработке рабочих частей крупногабаритных штампов с размерами в плане 5 × 2.5 м и массой 25 тонн, изготавливаемых на заводе. Кроме того, роботизированные ячейки обладают большей производственной гибкостью, и их можно использовать для разных операций.

Чтобы увеличить отдачу от инвестиций в оборудование, в компании Daimler планируют воспользоваться преимуществами этой прославленной гибкости и задействовать роботизированные ячейки для нескольких процессов в цехе, связанных с механической обработкой формующих.

Автомобилестроение вообще и завод в Зиндельфингене в частности нуждается в полировании деталей штампов, чтобы снизить шероховатость поверхностей, предотвратить заедание и задиры, продлить срок службы. Компания Daimler AG хочет автоматизировать полировальные операции для штампов, которые используются на производстве для листовой штамповки панелей кузовов.

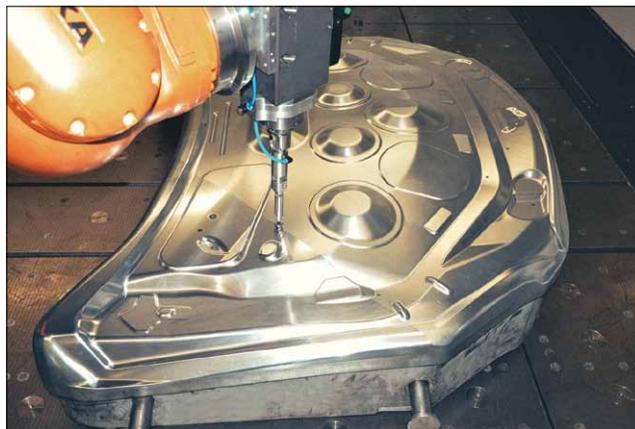
Полирование формующих поверхностей штампов вручную – процесс трудоемкий и долгий. Кроме того, при ручной обработке трудно поддерживать постоянное качество поверхностей, так как рабочие в цехе используют разные способы полировки и испытывают разную степень усталости по мере обработки разных деталей. Соответственно, это отрицательно влияет на постоянство качества штампованных компонентов кузова, и на то, как

эти детали устанавливаются на раму. Но для таких роскошных автомобилей, как Mercedes-Benz S-класса или E-класса, требуются идеальная финишная обработка и подгонка компонентов.

После тщательного анализа важности процессов, претендующих на роботизацию, наивысший приоритет получила сложная задача ударного упрочнения рабочих поверхностей кузовных штампов, ранние попытки решения которой оказались безуспешными.

### Роботизированное упрочнение поверхностей

Как известно, поверхностное пластическое деформирование ударным инструментом вызывает изменение структуры и свойств металла, называемое деформационным упрочнением (наклёпом). Таким способом можно быстро получать гладкие однородные поверхности с постоянным качеством. Твердость наклёпанной поверхности повышается на 30%, что увеличивает срок службы штампов.



Но компания *Daimler* хотела большего прогресса – привлечь для наклёпывания промышленных роботов (см. [www.youtube.com/watch?v=E4zfizO65xo](http://www.youtube.com/watch?v=E4zfizO65xo)).

В процессе ударного упрочнения поверхность штампа испытывает воздействие сферического ударника с частотой более 200 ударов в секунду. Для обеспечения однородного качества поверхности требуется наклёпывать миллионы точек. Задача программирования робота, чтобы он мог манипулировать ударником с такой частотой и точностью, была колоссальной по сложности, особенно если полагаться только на традиционные программные средства.

### Выбор правильного решения для программирования роботов

Даже при использовании двух-трех разных программных платформ для генерации управляющего кода, включая расчет траекторий инструмента и преобразование их в движения робота, существующий набор программных инструментов *Daimler* не мог справиться со всеми вычислениями, которые необходимы для программирования 6-осевого робота с ударным инструментом. В результате руководство *Daimler* обратилось к команде *Robotmaster* за помощью в разработке роботизированного процесса и за необходимым для этого программным обеспечением.

Уже после первоначального пробного использования системы *Robotmaster*, предназначенной для офлайн-программирования роботов (то есть не в цехе, а на компьютере), компания *Daimler* смогла получить 50%-ю экономию времени по сравнению с предыдущим софтом. Но это было только начало. Расчет правильной траектории, включающей 3 млн. точек, – непростая задача.

Команды специалистов *Daimler* и *Robotmaster* взяли за масштабный научно-исследовательский проект по углублению и оттачиванию роботизированного процесса ударного упрочнения, рассчитанный на три года. Команда *Robotmaster* тесно сотрудничала с *Daimler*, чтобы совместными усилиями непрерывно совершенствовать систему *Robotmaster* с целью упростить её использование и максимально ускорить получение управляющих программ для роботов.

Представители *Daimler* говорят, что не смогли бы самостоятельно разработать этот процесс без участия команды *Robotmaster*. Эта команда потратила месяцы, работая вместе с ними, разбираясь с потребностями *Daimler* и адаптируя свое программное обеспечение под специфические задачи этого автопроизводителя.

### Время программирования робота уменьшилось на 70%

Система *Robotmaster* одна смогла сделать то, что не смогли сделать другие системы, даже когда их комбинировали друг с другом. Это решение, предназначенное для программирования роботов в режиме офлайн, не только справилось с большим объемом расчетов (что вызывало проблемы у другого ПО), но и превзошло ожидания клиентов, поскольку могло обеспечить оптимизацию всего процесса упрочнения.

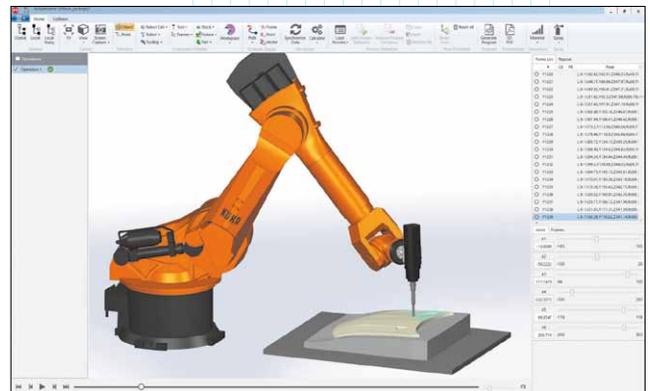
Преимущества:

- существенно, на 70%, уменьшается полное время программирования роботов;
- выявляются все проблемы с кинематикой робота, включая сингулярность, коллизии, границы досягаемости и пределы поворота суставов;
- оптимизируются движения манипулятора для обеспечения плавности.
- получение корректных управляющих программ, включающих миллионы точек, для полировки крупногабаритных сложных штампов методом ударного уплотнения становится простым делом.

Полное время программирования робота для упрочнения одной детали, включая импортирование *CAD*-файла и генерацию траекторий инструмента [с помощью *CAM*-системы *Mastercam*], уменьшилось с 12-ти часов до 3.5. Кинематические преобразования траектории в системе *Robotmaster* занимают всего 45 минут, что значительно лучше, чем у других программных платформ.

В основе системы *Robotmaster* лежит один из самых быстрых на рынке программных движков для анализа кинематики роботов. Он выявляет проблемы сингулярности, рассчитывает границы досягаемости и пределы поворота шарниров, а также любые другие неожиданные движения, которые могут резко изменить конфигурацию робота и вызвать ошибки. Проприетарные алгоритмы выявления коллизии и ошибки, тогда как инструменты оптимизации обеспечивают плавность движений манипулятора. Перемещения осуществляются чисто, без препятствий, минимизируются ненужные движения.

“У системы *Robotmaster* лучшие на рынке движки для кинематических расчетов и выявления коллизий. Когда сотрудники *Daimler* заинтересовались, почему так долго обрабатываются 3 миллиона точек, нам пришлось объяснить, что *Robotmaster* проверяет каждую точку, в которой наносится удар, на проблемы с кинематикой – для 6-осевого робота это, как минимум, 150 итераций. Мы делаем это в фоновом режиме для каждой точки траектории, причем с очень большой скоростью. Только тогда заводские специалисты поняли, какие серьезные вычисления выполняются за кулисами”, – говорит *Anbu Lingappan*, менеджер по развитию бизнеса в Европе из компании *Intercam SA*,



дистрибьютора *Robotmaster*, входивший в команду, которая работала с *Daimler* в этом проекте.

Кроме того, программное обеспечение для промышленных роботов должно легко управляться с внешними осями. На площадке *Daimler* в роботизированной ячейке ударного упрочнения используется робот *KUKA KR 500*, который смонтирован на рельсе, чтобы увеличить досягаемость; к этому плюсятся две оси вращения для позиционирования детали. Система *Robotmaster* может управлять движением по 11-ти осям одновременно, что включает управление 6-осевым роботом и 5-тью внешними осями. Средства симуляции и оптимизации автоматически поддерживают необходимые перемещения по направляющим и повороты.

Система *Robotmaster* смогла обеспечить многофункциональность роботов, которую искал *Daimler*, и помогла исключить коллизии и сингулярность. Вскоре инженеры автоконцерна поняли, что *Robotmaster* может справиться с любым процессом, который им нужен. Это очень мощный инструмент, но при этом простой в использовании. Внедрение *Robotmaster* позволяет упростить программирование множества роботизированных процессов, поскольку это осуществляется с помощью одной программной платформы.

“Мы должны отдать должное специалистам *Daimler* за то, что они помогли нам с инновациями в программировании процессов роботизированного ударного упрочнения. Пользу от этого получит весь рынок”, – считает г-н *Lingappan*.

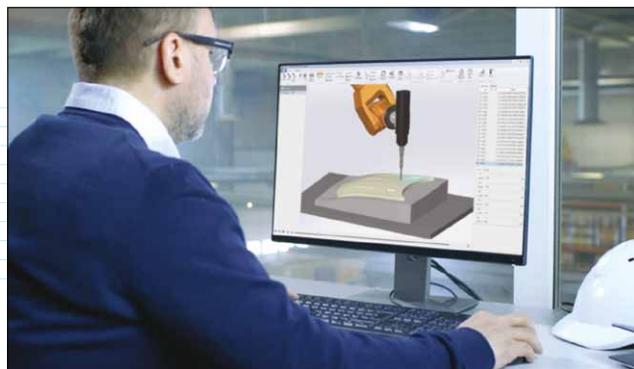
Помимо того, что *Robotmaster* отлично справляется с тем, что не смогла сделать комбинация других программных инструментов при обеспечении упрочнения поверхностей, эту систему можно использовать и для решения множества других сложных задач при программировании роботов.

## Одно программное решение для множества роботизированных процессов

Поскольку система *Robotmaster* хорошо зарекомендовала себя в деле ударного упрочнения, автоконцерн *Daimler* начал изучать возможность её применения для роботизации других процессов. В эксплуатацию была введена еще одна роботизированная ячейка, которая проектировалась как многофункциональная. Простая замена навесного инструмента позволяет использовать робота для решения множества задач – от лазерного упрочнения поверхностей до полировки и сверления.

Так, инженеры *Daimler* использовали *Robotmaster* для программирования роботизированного лазерного упрочнения вырубных штампов. Лазерное упрочнение скруглений может увеличить срок службы штампов на 30%. Кроме того, возможности *Robotmaster* пригодились при программировании роботизированного процесса лазерного армирования для восстановления изношенных поверхностей штампов.

Сегодня уже несколько рабочих мест *Robotmaster* используются для подготовки производства в трех



штамповочных цехах *Mercedes-Benz* в Германии, а также на цифровой фабрике *Daimler (Digital Factory)*, где создается ядро их автомобилей путем объединения физических и цифровых процессов. В конечном счете, автоконцерн *Daimler* смог достичь своей цели: оптимизировать производственные процессы и улучшить их экономические показатели за счет создания многофункциональных роботизированных ячеек – для ударного упрочнения, лазерного упрочнения, лазерного армирования, фрезерования, сверления и индукционного упрочнения. Все эти операции программируются с помощью системы *Robotmaster*. На очереди – другие процессы производства.

## Легко использовать, преимущество во всём

Простота использования сыграла существенную роль при внедрении системы *Robotmaster* на площадках компании *Daimler*. Её интерактивная среда симуляции (*Robotmaster Interactive Simulation Environment, RISE*) являет собой чрезвычайно мощное средство с интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, обеспечивающим модификации положений и траекторий манипулятора простым способом клика-и-перетаскивания.

*Norbert Krach*, управляющий директор компании *robotized rm systems GmbH*, регионального реселлера *Robotmaster* в Германии, объясняет то, каким образом пользовательский интерфейс системы *Robotmaster* и её проприетарные технологии обеспечивают непревзойденные возможности контроля траекторий и гибкость: “Пользовательский интерфейс системы уникален. Впечатляет, насколько легко вы можете взять траекторию инструмента в среду *Robotmaster*, сгенерировать управляющий код, наглядно симулировать процесс на экране компьютера и разрешить любую выявленную кинематическую проблему. Работая с другим подобным программным обеспечением, вам придется действовать методом многочисленных проб и ошибок. С помощью *Robotmaster* вы корректируете траекторию манипулятора легко и быстро. Вам не придется часами сидеть перед компьютером”.

Автоконцерн *Daimler* продолжает изучать возможности применения роботов для различных процессов в цехе штампов и полагается на *Robotmaster* в деле программирования роботов. 🙄