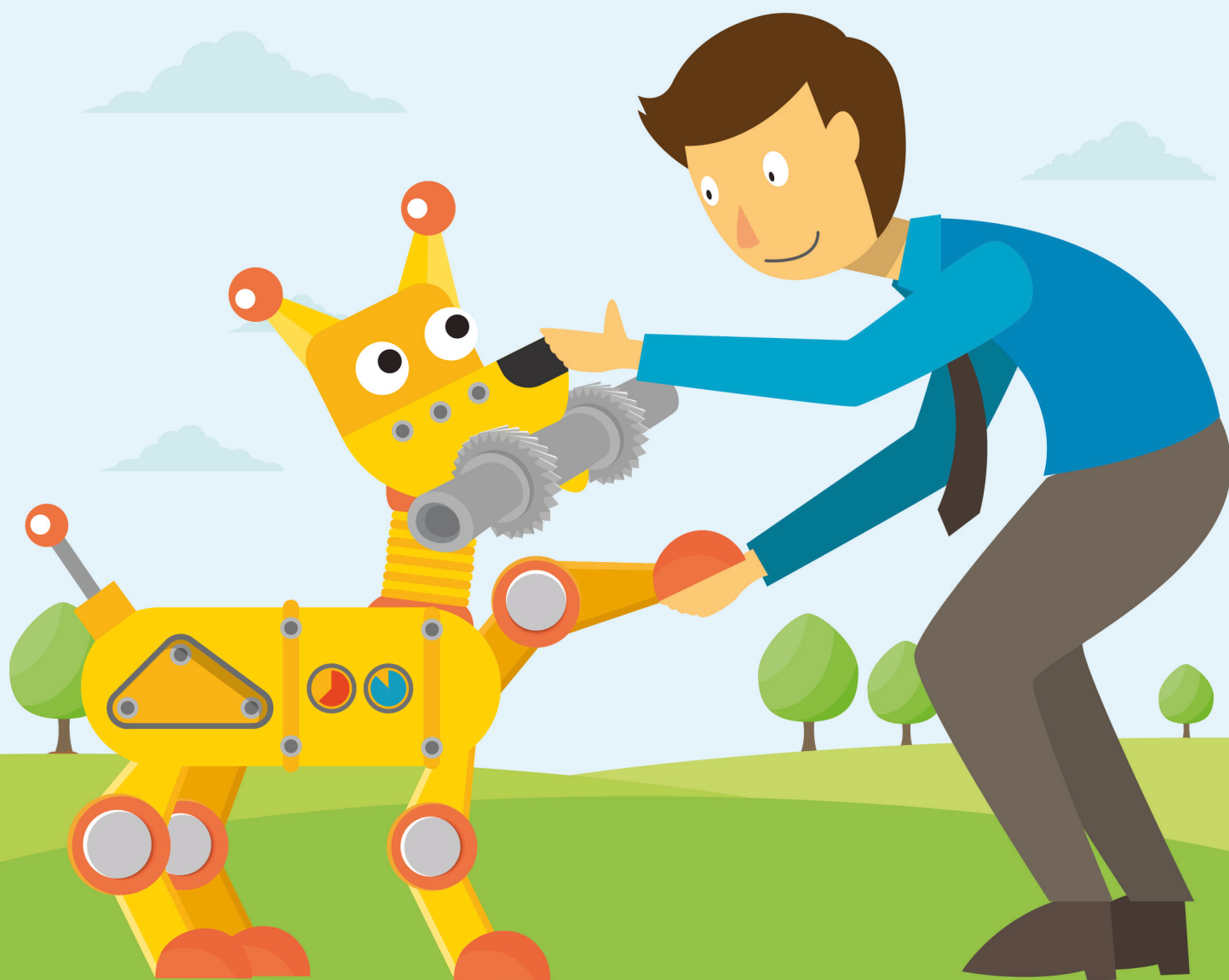


Ваш спутник в мире **CAD/CAM** и ЧПУ. Обзор рынка и технологий



Робот - друг человека

Техтран C16

×

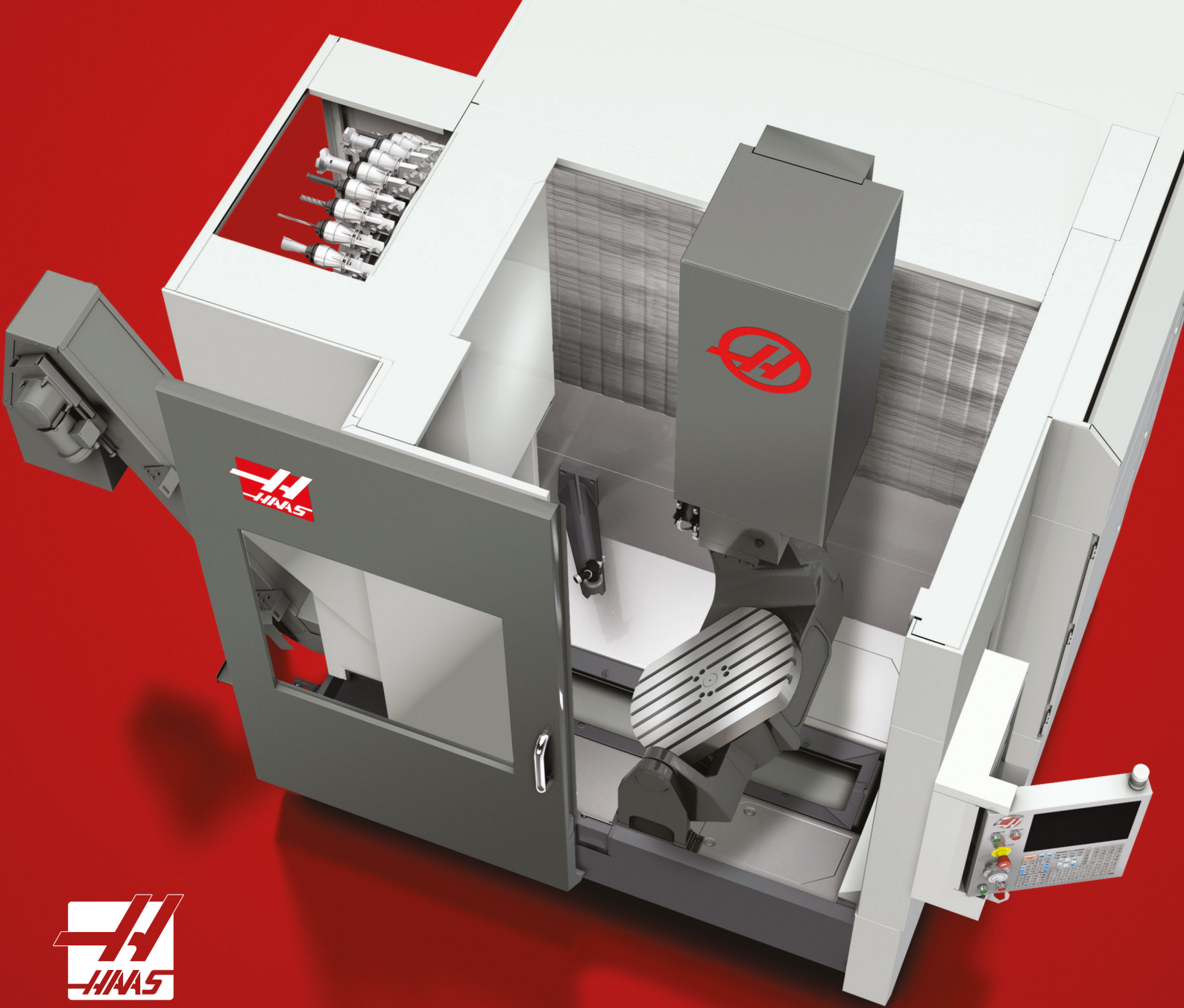
ESPRIT C19, 48

×

ADEM C62, 78

×

Технолог в облаках 2 или VisualCAMc Siemens NX CAM: agile для станка
Интервью с Максимом Зверковым, основателем стартапа ABAGY Robotic Systems



1 УСТАНОВ

ОБРАБОТКА С 5 СТОРОН

1/2 ЦЕНЫ

ЕЩЕ БОЛЬШЕ ОПЦИЙ
В СТАНДАРТНОЙ
КОМПЛЕКТАЦИИ

Выбор прост.

Haas UMC-750

Универсальный 5-осевой обрабатывающий центр
Стандартная комплектация включает:

- Полноценная 5-осевая машина
- Скорость вращения шпинделя 8100 об/мин
- Привод шпинделя 22,4 кВт
- Сменщик инструмента на 40+1 позиция
- Беспроводная измерительная система с дополнительным щупом для определения центров вращения
- Динамическое смещение рабочего нуля и контроль положения кончика инструмента

www.HaasCNC.com | HAAS . Самая низкая стоимость владения.

Haas Factory Outlet - Russia

4 ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО РЕДАКТОРА

6 НОВОСТИ

22 БИЗНЕС

Компания «Цифра» вложит порядка 1 млрд рублей в интеграцию систем промышленного интернета

23 МЕРОПРИЯТИЯ

Отчет о 15-й ежегодной конференции компании «СПРУТ-Технология»

32 ЭКСКЛЮЗИВ

Технолог в облаках 2 или VisualCAMc – игрушка для Early Adopters

Робот – друг человека. Интервью с Максимом Зверковым, Президентом ГК Формика и основателем стартапа ABAGY Robotic Systems

48 ПРАКТИКА УСПЕХА

BRAKO создает 2000 управляющих программ за один год вместе с ESPRIT

51 ТЕХНОЛОГИИ

Autodesk Fusion Production: управление фабрикой в эпоху слияния проектирования и производства

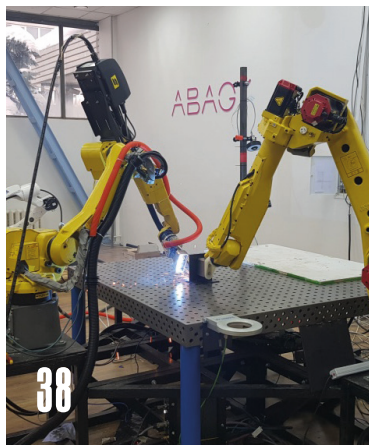
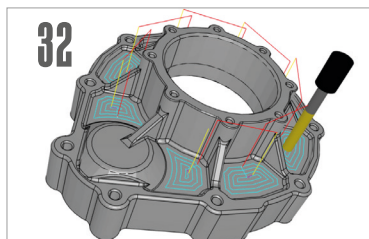
Siemens NX CAM: agile для станка

Уникальное решение для создания конструкторской и технологической документации в NX

62 ТОНКОСТИ CAM

Особенности и преимущества системы ADEM в области создания управляющих программ для станков с ЧПУ

Проектирование и изготовление деталей из листового материала. Оптимальный раскрой в системе ADEM



Главный редактор:
Андрей Ловыгин

Исполнительный редактор:
Алла Скобелева

Дизайн и верстка:
Алла Скобелева

Веб-сайт:
www.planetacam.ru

Электронная почта:
mail@planetacam.ru

Отдел рекламы:
ООО «Сетевые решения»

Тел. (812) 922-35-30

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна. Издание предназначено для лиц старше 12 лет.



“

Всего каких-то пять лет назад все говорили о бережливом производстве, три года назад мейнстримом было умное производство, а теперь мы стремимся построить производство цифровое.

”

Здравствуйте, дорогие друзья! Просматривая различные инженерные издания и веб-ресурсы все чаще бросается в глаза обилие публикаций на тему промышленного интернета вещей и Индустрии 4.0. Всего каких-то пять лет назад все говорили о бережливом производстве, три года назад мейнстримом было умное производство, а теперь мы стремимся построить производство цифровое. Если немного погуглить, то можно обнаружить не только “Цифровой завод”, но и “Цифровую железную дорогу”, “Цифровое строительство”,

“Цифровое месторождение” и даже “Цифровую медицину”.

Волна диджитализации была подержана не только средствами массовой информации, но и активно присутствует в повестке многочисленных и продолжающих расти как грибы выставок и форумов. В прошлом месяце мне удалось поучаствовать в Industry of Things World USA 2018, одном из крупнейших в США мероприятий подобного рода. Организаторами выступили выходцы из страны, в которой впервые и появилась концепция “Индустрия 4.0”, получившая свое название от инициативы 2011 года, возглавляемой биз-



несменами, политиками и учеными, которые определили ее как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию киберфизических систем в заводские процессы. Примечательно, что мероприятие тиражируется и в этом году дополнительно пройдет в Сингапуре, Берлине и Орландо.

Участников конференции традиционно можно разделить на тех, кто пришел за знаниями, и тех, кто готов ими поделиться. Что касается конференции в Сан-Диего, то среди слушателей были представители известнейших компаний из разных стран, айтишники верхнего и среднего звена, которые все чаще квалифицируются в специалистов по цифровой трансформации. В числе выступающих выделялись работники новых профессий: дата-сайентисты, исследователи Искусственного Интеллекта и специалисты по машинному обучению.

В общем, все делегаты в той или иной степени имеют не просто отношение к информационным трендам, но и на практике применяют новые технологии для преобразования продуктов и бизнеса. Примечательно, что спикеры обычно делятся своим опытом, демонстрируют слайды, раскрывающие суть четвертой промышленной революции, при этом каждый из них вносит что-то свое в описание концепции, формулирует одни и те же вещи по-разному. В результате, классической терминологии, описанию того, что же такое Индустрия 4.0 и Промышленный интернет вещей одним абзацем, просто перестаешь верить. Начинает казаться, что любая компания, работающая с продуктами, генерирующими дан-

ные, сочиняет собственную “цифровую историю”. После такого не удивляешься подобным словам менеджера Audi: “Несмотря на то, что Индустрия 4.0 — одна из самых обсуждаемых тем в эти дни, я не могу объяснить своему сыну, что она означает”. Также мне вспоминается честный, но с долей юмора ответ одного из руководителей известной российской IT-компании на вопрос о том, что же такое Индустрия 4.0, цитирую: “Это все, что можно про-дать!”.

Говорят, что на сегодняшний день существует уже около 400 платформ промышленного интернета вещей, которые помогают организациям оцифровывать процессы, осуществлять мониторинг объектов в режиме реального времени, предсказывать возможные в будущем неисправности и проблемы. В рамках Industry of Things World USA 2018 проводилась выставка технологий, на которой я насчитал пару десятков разнообразных IIoT-продуктов: от программного обеспечения для контроля станков с ЧПУ до систем мониторинга турбин двигателя самолета. Даже не обращаясь к McKinsey очевидно, что перед нами новый огромный рынок и все большее число игроков, претендующих на свою долю “пирога”. В цифровом мире нет (пока) границ, поэтому, уверен, что отечественные разработчики могут добиться значительных успехов за рубежом при наличии большого желания и качественного продукта.



Андрей Ловыгин,
mail@planetacam.ru

MECSOFT ВЫПУСКАЕТ RHINOCAM, VISUAL CAD/CAM 2018

Компания MecSoft Corp., ведущий разработчик CAD/CAM решений, объявила сразу о двух релизах:

- RhinoCAM 2018 — новой версии интегрированной в Rhinoceros 5.0 CAM-системы
- Visual CAD/CAM 2018 — свежей версии своего флагманского продукта для автоматизации ЧПУ-обработки

Особенности релизов:

- 2.5 оси — автоматическое распозна-

вание конструктивных элементов и их обработка

- 3 оси — улучшения в стратегии горизонтальной чистовой обработки
- 4 оси — винтовое фрезерование и метод создания заготовки вращением профиля
- 5 осей — возможность применения 5-осевых стратегий для 4-осевой обработки
- Художественный и раскройный модули теперь включены во все фрезерные конфигурации

КОМПАНИЯ OPEN MIND ПРЕДСТАВЛЯЕТ HYPERMILL 2018.1

Компания OPEN MIND, разработчик систем автоматизированного проектирования и программирования, представила программный пакет hyperMILL® 2018.1. Добавлены важные функции: плавное наложение; оптимизированная черновая 3D-обработка при высокоскоростном фрезеровании; глобальное приближение (модуль CAD в пакете CAM). Кроме того, в данной версии предусмотрены функции для оптимизации производства электроэрозионной обработки. Решение для моделирования hyperMILL® Virtual Machining — это новый уровень сценариев «Индустрии 4.0».

Компания OPEN MIND оптимизировала черновую 3D-обработку для использования высокоскоростных фрез. Для различных плоскостей детали можно определить соответству-

ющую глубину шероховатости, после чего боковое врезание рассчитывается автоматически. Особым движением из углов извлекаются остатки материала, образующиеся при большом боковом врезании. Интеллектуальное распределение проходов и оптимизированные траектории движения инструментов обеспечивают повышенную безопасность технологического процесса, если при обработке остался тонкий грат.

Для гладких переходов

Часто после обработки заметны переходы от кривых к плоским областям, образующиеся между подачами инструмента. Указанные различия нивелируются благодаря новой функции hyperMILL® «Плавное наложение». Фреза ненадолго приподнимается, и шлифуются траектории фрезерования с наложением. Это по-

звояет устранить видимые переходы и получить повеность лучшего качества.

hyperCAD®-S: CAD для пользователей CAM

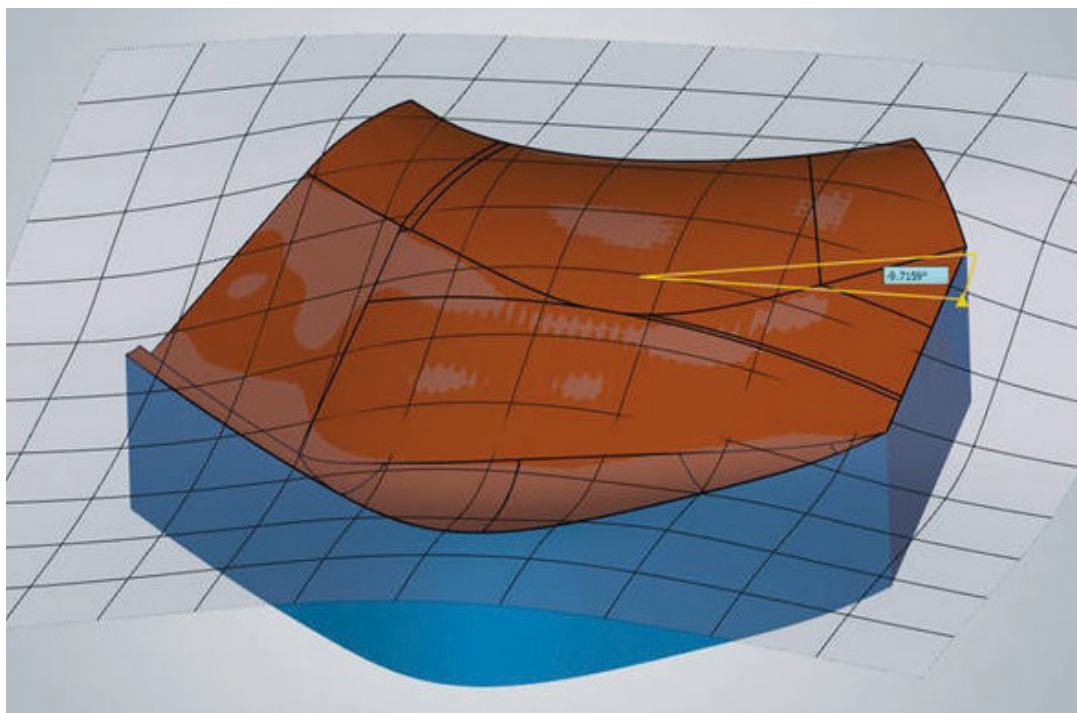
CAD-модуль CAM-пакета от компании OPEN MIND в версии 2018.1 — это особенно экономичное решение с функцией «Глобальное приближение». С точки зрения программирования ЧПУ, если обрабатываемый объект состоит из множества поверхностей, их желательно объединить. Именно для этого предназначена новая функция. Отдельные поверхности обрабатываются как единое целое с определенной основной ориентацией ISO. Таким образом повышается эффективность фрезерования.

Модуль hyperCAD®-S Electrode автоматизирует проектирование и изготовление электродов для электроэрозионной обработки. Электроды можно легко изготовить без специальных знаний, взяв за основу геометрию деталей, подвергаемых электроэрозионной обработке.

Для данного модуля компания OPEN MIND предусмотрела дополнительные возможности. Например, функция «Вращательный электрод» позволяет на одном держателе разместить по кругу электроды с различными геометриями и искровыми зазорами. Это экономит время при фрезеровании и электроэрозионной обработке. Для бесперебойного процесса производства электродов важна интеграция интерфейса в менеджер заданий CERTA Systems.

hyperMILL® VIRTUAL Machining

Приложение hyperMILL® VIRTUAL Machining моделирует обработку на основе данных ЧПУ, в точности воспроизводя операции машины в виртуальной среде. Кроме того, оно устанавливает двустороннюю связь между контроллером машины и модулем hyperMILL® VIRTUAL Machining Center. Обеспечиваемые таким образом уникальные возможности оптимизации и управления процессом в полной мере отвечают парадигме «Индустрии 4.0».



ФУНКЦИЯ «ГЛОБАЛЬНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ»: БЫСТРОЕ СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ОПРЕДЕЛЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ ISO ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЧПУ

ПРОЕКТ GUIDO

Компания Абамет выступила спонсором для реализации большого творческого и при этом высокотехнологичного проекта и разместила заказ в BOX39 на постройку мотоцикла для выполнения маркетинговых задач. Изначально целью было создание яркого, привлекающего внимание экспоната, а также поддержка молодого и оригинально развивающегося бизнеса, но в процессе обсуждения с командой BOX39 проект вырос в нечто большее...

BOX39 создаст концептуальный мотоцикл будущего, который примет участие в чемпионате мира по ка-

стомайзингу, после чего в 2019 году он будет продан на благотворительном аукционе в России.

Так как практически любой проект начинается с дизайна колеса, ЛОЦНИТИ предоставила кастом-ателье мощную CAM-систему ESPRIT с постпроцессорами для фрезерных станков, с помощью которой программируется обработка деталей электрического производства искусства.

Проект создания мотоцикла получил название GUIDO (ГВИДО), и вы можете следить за его постройкой в одноименном сериале.



Blaser.
SWISSLUBE

Абамет

ESPRIT
CAD/CAM SOFTWARE

Advacut

KYOCERA

HAAS

КОМПАНИЯ SMARTCAMСНС ОБЪЯВИЛА О ВЫПУСКЕ SMARTCAM V2018

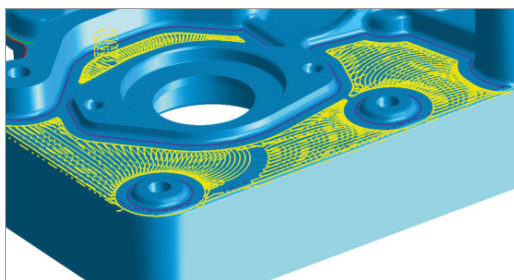
Семейство программного обеспечения SmartCAM состоит из приложений для фрезерной, токарной и электроэрозионной обработки на станках с ЧПУ. SmartCAM v2018 предлагает новую адаптивную технологию черновой обработки в модуле расширенного фрезерования; новые модули SmartCAM FreeForm Machining и SmartCAM Advanced Turning; новые модули верификации в SmartCAM Advanced Fabrication и SmartCAM Advanced Wire EDM; улучшенное управление скоростью подачи и множество других полезных функций.

Новая адаптивная черновая обработка:

Стратегия SmartCAM Adaptive Roughing обеспечивает постоянные условия резания, устраняет пазовые проходы на полном диаметре фрезы и автоматически назначает подачу, что обеспечивает преимущества для пользователя в виде сокращения времени цикла, увеличения срока службы инструмента и уменьшения нагрузки на станок.

Особенности SmartCAM Adaptive Roughing:

- Постоянные условия резания по всей траектории инструмента
- Отсутствие генерации острых углов
- Независимая, контролируемая пользователем ширина резания и скорость подачи для встречного и попутного фрезерования



- Автоматически назначается стартовая точка с плавным входом, которая позволяет, если возможно, осуществлять вход с открытых границ с полной глубиной реза
- Проходы могут быть связаны с помощью плавных переходов
- Пользовательские элементы управления для однонаправленных с быстрым возвратом подач проходов или двунаправленных адаптивных проходов
- Типы входа могут определяться пользователем
- Опции для создания запретных зон при дообработке

Модуль SmartCAM Verification теперь во всех приложениях:

В мае 2017 года новый модуль SmartCAM Verify был встроен в приложения SmartCAM для фрезерных и токарных станков; теперь он включен в приложения SmartCAM Advanced Fabrication и SmartCAM Advanced Wire EDM. Модуль использует лидирующую в отрасли технологию симуляции ModuleWorks.

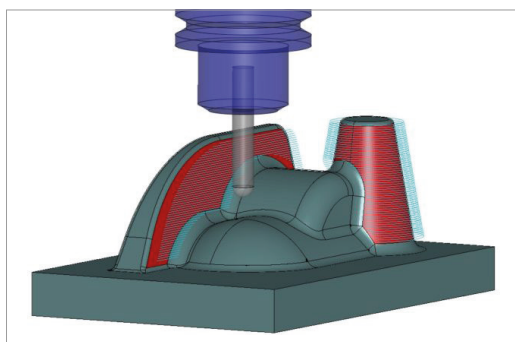
Основные улучшения SmartCAM:

- Улучшенное управление скоростью подачи
- Новый вид списка CAD/Process Plan — визуально отделяет геометрию CAD от геометрии траектории CAM
- Обновлено ядро твердотельного моделирования — SmartCAM v2018 включает в себя ACIS 2018
- Обновленные CAD трансляторы — SmartCAM v2018 содержит обновленные базы CAD трансляторов Pro-E/Creo 4.0 и ACIS SAT/SAB R2018

SMARTCAM V2018
ПРЕДЛАГАЕТ НОВУЮ
АДАПТИВНУЮ СТРА-
ТЕГИЮ ЧЕРНОВОЙ
ОБРАБОТКИ РЕГИО-
НОВ

НОВАЯ ВЕРСИЯ NCG CAM

Компания NCG CAM Solutions Ltd объявила о выпуске новой версии своей флагманской CAM-системы. Релиз включает в себя ряд новых функций: проходы по ватерлинии для выбранных поверхностей, комбинированные проходы для ватерлинии и постоянного перекрытия, касательное удлинение растровых проходов, 5-осевую боковую обработку, а также множество других возможностей и улучшений пользовательского интерфейса.



ОБРАБОТКА ВЫБРАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ - ПРОХОДЫ ПО ВАТЕРЛИНИИ

В NCG CAM v16.0 была добавлена новая функция, расширяющая способность «Machine Selected Surfaces» включать в себя проходы по ватерлинии. Это обеспечивает обработку до краев поверхности без необходимости создания границы, так же функция применима к пологой стратегии, растровой, радиальной и спиральной.

Теперь доступен новый метод, который позволяет создавать проходы по ватерлинии между верхним углом 90° вниз до заданного нижнего угла. Затем создаются проходы с постоянным шагом, чтобы «заполнить» пологие области между указанным нижним углом и 0° .

Еще одна новая возможность в NCG CAM v16.0 позволяет выделять планы отверстий в дереве построения и идентифицировать их при помощи маркировки, если они ранее использовались

для генерации циклов сверления. Эта визуальная разница облегчает идентификацию оставшихся отверстий, требующих механической обработки.

В предыдущих версиях системы, удлиняя растровые проходы, режущий инструмент «катался» вокруг краев. Новая опция создает проходы, которые расширяются по касательной к концам существующих проходов и, следовательно, увеличивают путь за пределами обрабатываемого материала. Результатом этого является сохранение более острых краев. Также добавлена функция расширения горизонтального прохода.

Основной стиль пользовательского интерфейса остался неизменным с первых версий NCG CAM. Модернизация различных аспектов интерфейса находится в процессе рассмотрения и будет представлена в доработанных выпусках NCG CAM v16.

Новшества в NCG CAM v16 будут включать:

- Улучшенное управление и расположение панелей инструментов при свернутом графическом окне.
- Возможность фиксировать менеджер процесса на экране.

Цель состоит в том, чтобы сделать пользовательский интерфейс более удобным и понятным, а не просто изменить его.

В дереве каталога для удаленных элементов добавлена папка Recycle. Это позволяет пользователю выбирать и восстанавливать определенные элементы, если это необходимо. Новая опция, которая вскоре будет доступна в NCG CAM v16, обеспечит поддержку резцов бочкообразного типа при использовании 5-осевых процессов обработки.

РЕЛИЗ НОВОЙ ВЕРСИИ MACHINEWORKS

Компания MachineWorks Ltd, являющаяся поставщиком программного обеспечения для верификации и симуляции обработки, выпустит новую версию ядра MachineWorks v8.0. Релиз будет включать в себя простые в использовании инструменты, а также помогать пользователю повысить производительность.

Легкость использования:

- Версия 8.0 обеспечивает более простой опыт интеграции, упрощая работу с помощью ядра MachineWorks в программном обеспечении и уменьшения количества библиотек
- Переключение между CAD и полигональными данными может быть долгим и трудоемким, поэтому MachineWorks добавили новые функции моделирования, которые обеспечат возможность определения поверхности и конструктивных элементов
- Создание снимков экрана — это ценная новая опция позволяет делать неподвижные кадры во время симуляции, к которым пользователь может вернуться по своему желанию.

Новые возможности:

- Теперь доступна симуляция для гибки листового металла, включая в себя контроль столкновений и настройку производительности для этого типа производства
- Функция облачного моделирования поддерживает трансляцию симуляции в режиме реального времени даже при медленных сетевых соединениях между

клиентом и сервером

- Новый API для лучшей поддержки 3D-инструментов. MachineWorks оптимизирует представление фрезерных инструментов и определяет полные инструментальные сборки
- В MachineWorks v8.0 доступна 3D запись симуляции для создания видеофайлов

Улучшенная производительность:

- Свежая версия MachineWorks v8.0 эффективно и автоматически преодолевает проблематичную симуляцию и обнаружение столкновений сложных объектов, значительно улучшает производительность и оптимизирует функции предотвращения сбоев

Про MachineWorks:

MachineWorks устанавливает стандарт программного обеспечения для верификации и симуляции обработки. Более 60% CAM разработчиков в мире используют технологию и передовые функциональные возможности MachineWorks с 1994 года. Инструментарий MachineWorks был интегрирован компанией OEM — производителем программного обеспечения и оборудования, которые искали решения для симуляции удаления материала и обнаружения столкновений на станках с ЧПУ любого типа. Основная технология MachineWorks сочетает в себе скорость, точность и стабильность. Она идеально подходит для систем защиты от сбоев, сложной обработки и полной симуляции обработки.

ПАРТНЕРСТВО КОМПАНИЙ OPEN MIND И HEIDENHAIN ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

Отвечая потребностям развивающегося цифрового производства, компании OPEN MIND Technologies и HEIDENHAIN объявили о сотрудничестве с целью создания нового, базирующегося на коде УП решения для симуляции обработки под названием hyperMILL® VIRTUAL Machining. Модуль CONNECTED Machining позволяет стойкам HEIDENHAIN TNC запускаться по сети удаленно, что является ключевым компонентом для цифровых производственных систем. Новое решение для симуляции доступно в выпуске hyperMILL® 2018.1.

«Мы очень рады начать внедрение этой новой функции виртуальной обработки в сочетании с мощной системой управления HEIDENHAIN TNC 640», — пояснил Алан Левин, директор компании OPEN MIND, Северная Америка. «Двухнаправленное виртуальное программное обеспечение OPEN MIND позволит пользователю запускать или останавливать станок, проверять или отменять некоторые установки, начинать симуляцию, синхронизировать симуляцию с действительным положением станка и вносить изменения в настройки систем ЧПУ HEIDENHAIN из любого места, где наше программное обеспечение подключено к сети. Это обещает повысить эффективность обработки, оптимизируя производственные процессы и уменьшая вероятность ошибок при подключении среды программирования CAM к цеху.

«HEIDENHAIN имеет хорошо спроектированное управление, и его программный интерфейс идеально сочетается с нашей системой», — добавил Левин. Контурная система ЧПУ

HEIDENHAIN TNC 640 хорошо известна в мире высокоскоростной обработки и 5-осевой обработки на станках с 18 осями. HEIDENHAIN TNC 640 соединяется с виртуальным программным обеспечением OPEN MIND при помощи программных средств DNC компании HEIDENHAIN и опций SDC TNC Remo SDK.

Три новых системных модуля hyperMILL® VIRTUAL Machining — Center, Optimizer и CONNECTED Machining — помогут значительно улучшить связь между пакетом программ hyperMILL® и станками.

О компании HEIDENHAIN:

Компания HEIDENHAIN (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH) разрабатывает и производит датчики измерения линейных и угловых перемещений, датчики вращения, устройства цифровой индикации и системы числового программного управления для задач позиционирования, требующих высокой точности. Продукция компании HEIDENHAIN применяется, прежде всего, в высокоточных станках и устройствах по производству и дальнейшей обработке электронных компонентов. Североамериканская дочерняя компания HEIDENHAIN CORPORATION, штаб-квартира которой находится в Шаумбурге, Иллинойс, и Сан-Хосе, Калифорния, уже более 50 лет работает в промышленности США.

О компании OPEN MIND:

Компания OPEN MIND Technologies AG разрабатывает и предлагает инновационные решения CAD/CAM, позволяющие генерировать оптимальные программы ЧПУ для фрезерных и токарных станков на основе цифровых моделей.

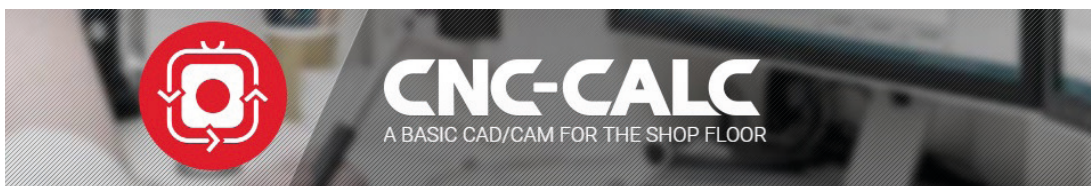
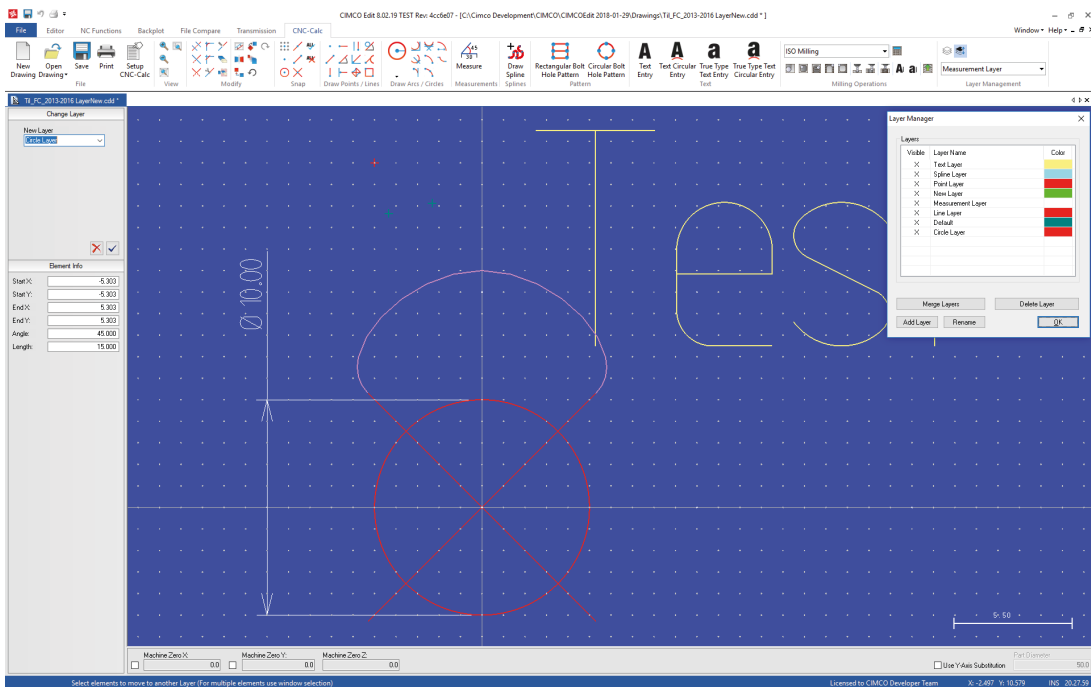
ПОДДЕРЖКА СЛОЕВ В CIMCO CNC-CALC

В новой версии CIMCO CNC-Calc появилась поддержка слоев. Слой служит для группировки связанных элементов в чертеже, а сам чертеж может включать в себя любое необходимое количество слоев. Слои также имеют разные атрибуты, такие как цвет и видимость, нужные для удобства их организации.

Предусмотрены следующие операции со слоями:

- Добавление, перемещение, переименование и удаление слоя
- Установка цвета
- Переключение видимости
- Возможность слить один или несколько слоев

При добавлении новых элементов к чертежу, они всегда будут прикреплаться к активному слою, который является выбранным и видимым в данный момент. Файлы формата DXF теперь также сохраняют информацию о слое, а импортированными слоями можно управлять, как и любыми другими. Когда видимость слоя отключается, элементы в нем будут скрыты и, следовательно, недоступны для выбора, например, при выделении контуров. Если вы не используете слои, то все элементы будут храниться в слое по умолчанию, который появляется автоматически при создании нового чертежа.

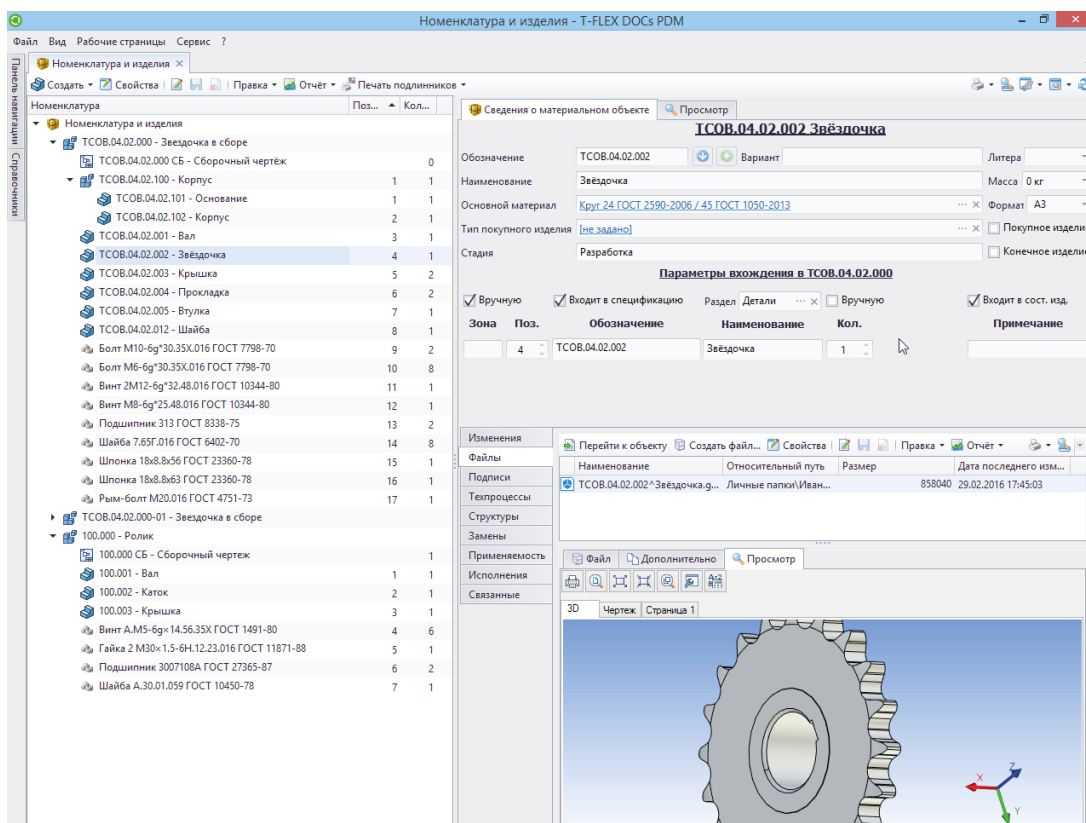


КОМПАНИЯ «ТОП СИСТЕМЫ» ОБЪЯВИЛА О ВЫПУСКЕ T-FLEX DOCS 15

Компания «Топ Системы», один из ведущих российских разработчиков систем автоматизации проектирования, подготовки и планирования производства, сообщает о выпуске новой версии корпоративной системы, лежащей в основе комплекса программных продуктов T-FLEX PLM и предназначенной для управления инженерными данными и документами — T-FLEX DOCS 15. Различные конфигурации системы T-FLEX DOCS представляют собой готовые решения для самых разных задач в процессе проектирования, подготовки и управления производством. Разработка новой версии системы планировалась на основе обширного опыта ее применения на большом числе предприятий-казачиков.

В процессе разработки T-FLEX DOCS особое внимание было уделено реализации таких задач как:

- Повышение эффективности при работе большого количества пользователей в условиях постоянно растущего числа информационных объектов, находящихся под управлением системы. В частности, структуры изделий, на которых тестировалась система, насчитывали десятки миллионов объектов.
- Повышение удобства и наглядности пользовательского интерфейса. Реализованы многочисленные пожелания и предложения пользователей из самых разных отраслей промышленности и об-

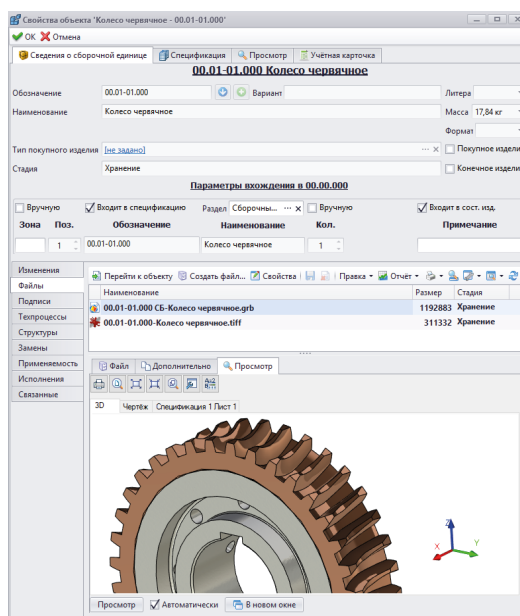


ластей применения системы. Это позволило создать гибкий инструмент для решения наиболее часто возникающих производственных задач.

- Расширение функциональных возможностей применения системы. В T-FLEX DOCs 15 реализовано множество новых функций, которые позволят с успехом применять систему в различных областях автоматизации предприятий и корпораций.
- Развитие готовых прикладных решений. Система T-FLEX DOCs версии 15 предоставляет пользователям ряд готовых решений, не требующих дополнительной настройки перед применением.
- Повышение интеграционных возможностей. Значительно расширены функции, обеспечивающие взаимодействия с другими системами и приложениями по самым разным направлениям и сферам применения.

В результате в новой версии T-FLEX DOCs 15 реализован целый ряд существенных функциональных улучшений:

- Обновленный пользовательский интерфейс;
- Подключение к нескольким серверам;
- Подписки на события;
- Работа с поручениями;
- Управление задачами;
- Структуры изделий;
- Управление конструкторской подготовкой производства;
- Web-сервер;
- Web-сервисы;
- Обмен данными;
- Управление проектами;
- Поддержка PostgreSQL;
- Инструменты анализа производительности.



О компании:

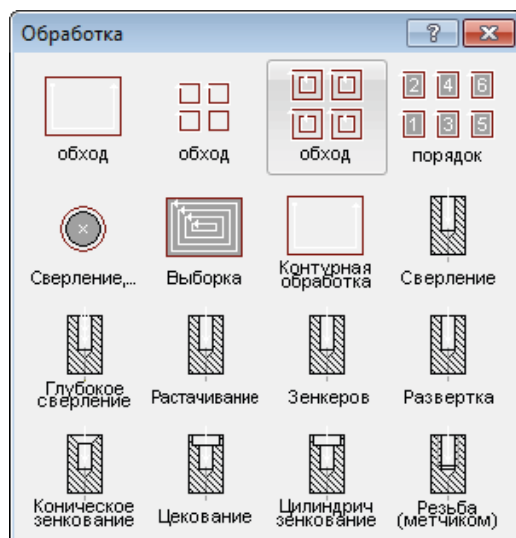
Компания «Топ Системы» (Россия, Москва) — разработчик российско-го программного комплекса T-FLEX PLM+, один из ведущих разработчиков и поставщиков систем автоматизированного проектирования. Разработки компании успешно используется на более чем 2700 предприятий стран СНГ и дальнего зарубежья. Пользователями программных продуктов T-FLEX являются предприятия общего и специального машиностроения, приборостроения, металлургии, авиа- и судостроения, строительства и мебельного производства.



ТЕХТРАН – РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА, ВЕРСИЯ 8

Техтран – современная САМ-система, объединенная общим интерфейсом и единым подходом к решению задач технологического проектирования. Предлагаем вам оценить новые возможности и наиболее заметные усовершенствования восьмой версии данного программного обеспечения.

Фрезерная обработка. В систему включены возможности фрезерной обработки: сверление отверстий, контурная обработка, выборка и др. Это позволяет заметно расширить класс оборудования, на которое ориентирована программа. Появилась возможность программировать обработку на раскройно-фрезерных станках и на комбинированных машинах, сочетающих резку листового металла и фрезерную обработку.

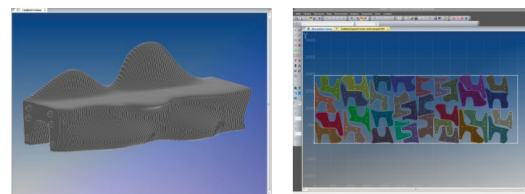


Сохранение табличных фильтров. Табличные фильтры используются для удобства просмотра базы данных. Они позволяют отображать только те элементы, которые отвечают определенным

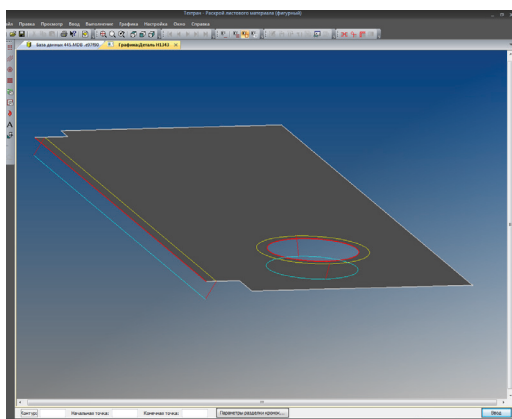
условиям. Теперь фильтры, заданные пользователем, могут сохраняться между сеансами, добавляясь в структуру базы данных.

Настройка панелей инструментов – позволяет сократить время доступа к часто используемым командам за счет возможностей редактирования стандартных панелей инструментов, создания и сохранения собственных.

Импорт плоских деталей из трехмерной модели позволяет импортировать контуры деталей из файла трехмерной модели, в том случае, если модель представляет собой сборку из плоских элементов. Из модели извлекается только геометрия деталей, форма которых характерна для листовой обработки.



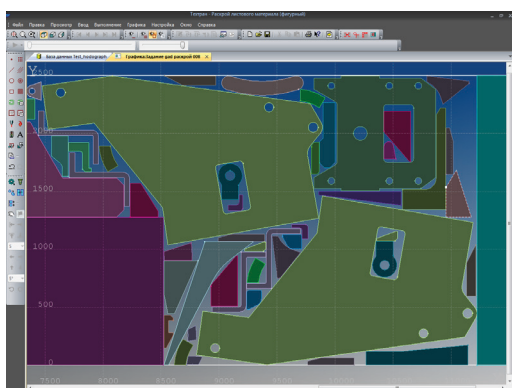
Трехмерная визуализация разделки кромок на деталях. Кромки задаются на детали и отображаются в виде связанных линий реза на верхней и нижней поверхности воображаемого листа, из которого изготавливаются детали. Именно эти линии определяют реальное положение детали при размещении на листе, принимая во внимание то, что они могут выходить за пределы границ деталей. Таким образом, визуализация кромок позволяет добиться такого размещения детали, чтобы при обработке избежать зарезания соседних деталей.



Годограф плотного размещения — существенное увеличение скорости и качества автоматического размещения деталей.

Размещение деталей полосой — способ автоматического размещения деталей на листе, рассчитанный на заполнение листа полосами, составленными из деталей одного наименования. В большинстве случаев обеспечивает наиболее плотное размещение за счет заранее определенной повторяющейся формы последующих деталей.

Группирование размещенных деталей с помощью цвета. Это режим отображения, в котором детали каждого наименования на листе окрашиваются в определенный цвет. Такое мозаичное выделение более четко выявляет деталь относительно других, что особенно существенно, если в размещении задействованы десятки или даже сотни деталей.



Назначение нескольких мостиков за один раз существенно упрощает работу, когда требуется соединить мостиками большое количество деталей. Такой метод заменяет более трудоемкое построение каждого мостика в отдельности. Расстановка мостиков применяется для обработки нескольких деталей без выключения резака.

Изменение последовательности обработки удобный инструмент для изменения первоначального порядка обработки элементов детали. Необходимость в этом может возникнуть при автоматическом назначении обработки для учета особенностей конкретного раскроя.

Отрезание делового отхода позволяет произвести обработку, связанную с отрезанием делового отхода, непосредственно при его формировании из листа.

Проверка обработки. Расширены возможности контроля корректности обработки. Добавлена проверка соблюдения безопасного расстояния до детали при выключении резака. Также предусмотрен режим, в котором проверки производятся не только при анализе готовой траектории, но и непосредственно при ее построении для поиска альтернативных решений.

Пакетная обработка. Совершенствуется механизм пакетной обработки. Теперь можно прервать процесс при возникновении ошибки. Добавлено информационное окно состояния пакетной обработки. Предусмотрена пакетная обработка для деталей (проверка геометрии и нанесение надписей).

Воспроизведение обработки. Добавлен механизм, позволяющий воспроизводить обработку в графическом окне в различных режимах. Управление организовано по типу плеера: непрерывное воспроизведение, пошаговая и ускоренная прокрутка в прямом и обратном направлении. Дает возможность анализировать полученный результат.

AUTODESK ОТКРЫЛ «ФАБРИКУ БУДУЩЕГО» В ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Компания Autodesk объявила об открытии центра продвинутых технологий производства AMF (Advanced Manufacturing Facility) в Бирмингеме, Великобритания. «Фабрика будущего» оснащена новейшим оборудованием от DMG Mori, Hermle, Steifelmeyer и Hamuel, роботами ABB и KUKA Robotics, а также собственными технологиями для организации «умного» производства. Вместе с Autodesk над проектом работали несколько компаний, включая BMW и GKN Additive.

В данном центре клиенты и партнеры Autodesk смогут получить доступ к технологиям традиционного и гибридного производства, взаимодей-

ствия людей и роботов, дополненной и виртуальной реальности. Все данные производства собираются в облачном инструменте Fusion Production, и ими можно управлять через мобильное устройство. Например, есть возможность автоматизировать процесс передачи данных из CAM-системы PowerMill и запускать оборудование прямо из приложения.

В дальнейших планах у Autodesk — обеспечить работу в центре не только для своих клиентов и партнеров, но и для образовательного сообщества. Подобное сотрудничество позволит проводить в центре профессиональные студенческие соревнования, такие как WorldSkills.



DP TECHNOLOGY ОБЪЯВИЛ DMG MORI ПЛАТИНОВЫМ СПОНСОРОМ ESPRIT WORLD



Впервые в своей истории у ESPRIT World появится платиновый спонсор в лице компании DMG MORI. DMG MORI – мировой инновационный лидер в области металлообработки с применением передовых технологий для 5–осевой фрезерной обработки и для 6–сторонней комплексной обработки на токарных и фрезерных станках.

DMG MORI является производителем крупнейшей в мире линейки высокопроизводительных станков, а также постоянно создает трендовые продукты. Благодаря своим прогрессивным идеям, DMG MORI оптимизирует свой спектр продуктов и услуг и устанавливает технологические стандарты. Компания предлагает широкий ассортимент продуктов, созданных с учетом всех знаний, накопленных с момента образования двух ее составляющих – DMG в 1870 году и MORI Seiki в 1948 году, которые начали сотрудничество в 2009 году и объединили

свои имена в 2013 году. DMG MORI предлагает обширный выбор обрабатывающих центров, токарных центров, 5–осевых станков, многоосевых станков и решений для аддитивного производства.

ESPRIT создает точные CAM системы для линейки продуктов DMG MORI, является партнером программы Qualified Products DMG MORI, а также предлагает готовое к использованию решение для программирования многозадачных станков DMG MORI. ESPRIT демонстрирует новый подход к программированию, который включает в себя постпроцессор и виртуальную модель станка. DMG MORI и ESPRIT сотрудничают в целенаправленной разработке программного обеспечения для создания определенного класса станков. Партнерство DMG MORI/ESPRIT показывает концепцию сотрудничества производителя станков и поставщика программного обеспечения CAM для обеспечения полного производственного решения.

PTC ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВУЮ ВЕРСИЮ CREO 5.0

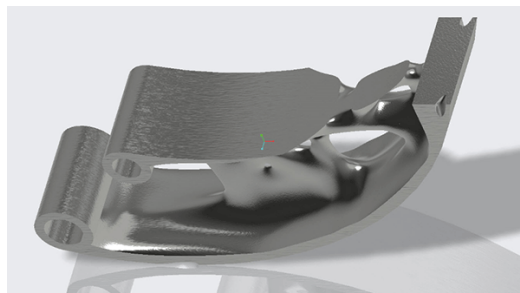
Компания PTC анонсировала выпуск последней версии системы автоматизированного проектирования Creo® 5.0, которая обеспечивает пользователям переход от концепции к производству в одной среде проектирования. В Creo 5.0 представлены пять новых возможностей для динамично изменяющегося мира разработки и производства изделий, а также существенно повышена производительность конструкторского труда.

С Creo 5.0 концепции могут быть воплощены в интеллектуальные, связанные изделия при помощи соединения их физического и цифрового представления с возможностями дополненной реальности (AR). Creo 5.0 также предлагает новый функционал в области топологической оптимизации геометрии, расчетной гидродинамики, аддитивных (AMF) и традиционных технологий производства (CAM). «Сегодня решения PTC оснащены самыми передовыми технологиями, такими как Интернет вещей (IoT) и дополненная реальность (AR), но при этом компания не забывает о своих традиционных преимуществах в САПР. PTC совершенствует свои продукты, добавляя в Creo новые технологии и возможности», — сказал Джон Макрелл, руководитель CIMdata.

Топологическая оптимизация

Физический дизайн изделий часто ограничен существующими практическими наработками. Новое расширение Creo Topology Optimization позволяет автоматически генерировать оптимальную проектную геометрию на основе существующих задач и целей в проекте и не ограничивает работу конструктора рамками традиционных решений. Это экономит заказчикам время и способствует

быстрому внедрению инновационных решений в их изделия.



Аддитивное и традиционное производство

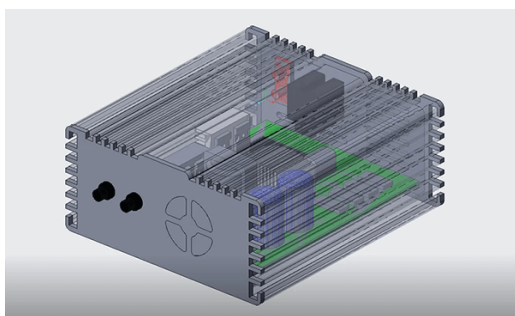
Creo помогает разрабатывать, оптимизировать и контролировать 3D-печать деталей из аддитивных материалов без необходимости в преобразовании форматов в стороннем программном обеспечении. Благодаря оптимизации рабочего процесса и уменьшению количества воссоздаваемых моделей можно потратить больше времени на качество самих моделей в проекте. В Creo 5.0 добавлен модуль Creo Additive Manufacturing Plus Extension for Materialise, который расширяет возможности печати, в том числе и из металлических материалов (стали, алюминия, титана, инконеля и др.), разрешая отправлять на печать комплектующие прямо из Creo. Кроме того, расширение дает возможность пользователям подключаться к онлайн-библиотеке драйверов и профилей печати.



Новый релиз расширения Creo Mold Machining включает специализированные возможности высокоскоростной обработки, оптимизированные для выпуска пресс-форм, штампов, электродов и прототипов форм. Creo 5.0 поддерживает трехосевую и пятиосевую (3+2) ЧПУ-обработку.

Анализ гидрогазодинамики

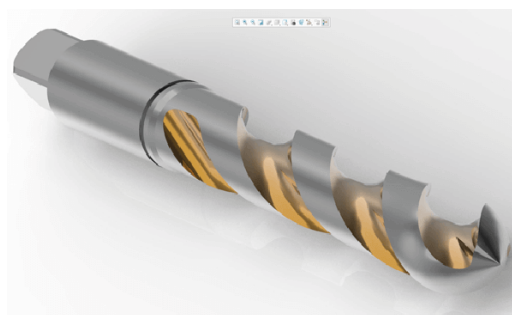
Расширение Creo Flow Analysis – это решение для вычислительной гидрогазодинамики (CFD), которое позволяет разработчикам, инженерам и аналитикам моделировать движение потоков жидкости непосредственно в Creo прямо по своей конструкторской 3D-модели. Процесс CFD-анализа непосредственно внутри Creo помогает пользователям за короткое время оценить работоспособность своих проектных решений даже при размерности КЭ-сеток в миллионы ячеек. Программное обеспечение специально создано для инженера-конструктора – оно простое в использовании, интегрировано в Creo и обеспечивает быстрое получение точных результатов.



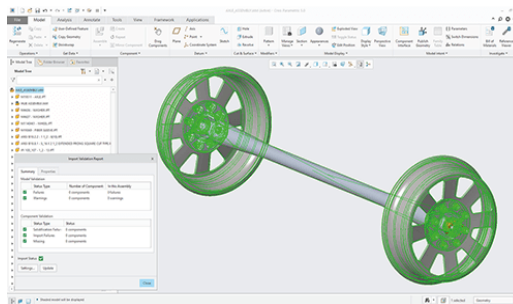
Повышение производительности в разработке 3D-моделей

Creo 5.0 также включает в себя основные улучшения функционала для производительной проработки моделей в динамично изменяющемся мире промышленных изделий, такие как улучшенный пользовательский интерфейс, создание геометрии на

основе эскизов и объемные спиральные геометрические протяжки. Среди других нововведений – упрощенная разработка поверхностей, проектирование деталей из листового металла и многократное использование черновых моделей, созданных ранее. Теперь инженеры могут проектировать в Creo, сохраняя при этом режим перспективы.



Расширение Creo Collaboration для Autodesk Inventor к режиму Unite дает возможность организациям объединить все 3D-файлы в единой CAD-системе. Это помогает снизить затраты и минимизировать усилия, связанные с поддержкой нескольких систем и их интеграцией, а также обеспечить многократное использование существующих наработок. Creo 5.0 теперь отслеживает все связи между геометрией и конструкторскими параметрами с файлами и сборками Autodesk Inventor.



КОМПАНИЯ «ЦИФРА» ВЛОЖИТ ПОРЯДКА 1 МЛРД РУБЛЕЙ В ИНТЕГРАЦИЮ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА

Компания «Цифра» (входит в ГК «Ренова»), разрабатывающая технологии промышленного интернета вещей и искусственного интеллекта, вложит до 1 млрд рублей в развитие систем цифровизации производства. Об этом сообщил ТАСС директор по развитию международного бизнеса «Цифры» и по-совместительству директор АО «ЛО ЦНИТИ» Андрей Ловыгин.

«Цифра» приобрела права на систему мониторинга промышленного оборудования Foreman (г. Санкт-Петербург). В сентябре компания также инвестировала в похожую смоленскую автоматизированную информационную систему (АИС) «Диспетчер». До конца 2020 «Цифра» вложит до 1 млрд рублей на доработку этих систем и интеграцию. Цель проекта — предоставить промышленным холдингам систему нового поколения с искусственным интеллектом для цифровизации производства», — сказал он.

В 2017 году система мониторинга

промышленного оборудования Foreman была представлена на заседании наблюдательного совета Агентства стратегических инициатив с участием президента России Владимира Путина как один из примеров успешного импортозамещения.

Как пояснили в компании, благодаря интеграции двух систем из Санкт-Петербурга и Смоленска к мониторингу подключен самый большой парк промышленного оборудования в России — более 3,6 тыс. станков в 140 предприятиях по всей стране, включая ряд предприятий Ростеха, Росатома, Ростсельмаша и др. «Цифровизация промышленности помогает увеличить коэффициент загрузки оборудования на 10–25% за несколько месяцев эксплуатации, это позволяет улучшить процесс планирования, ускорить взаимодействие всех служб на предприятии, как следствие — сокращаются расходы на приобретение дополнительного технологического оборудования, увеличивается производительность», — пояснил Ловыгин.



ОТЧЕТ О 15-Й ЕЖЕГОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ КОМПАНИИ

«СПРУТ ТЕХНОЛОГИЯ»

6 –7 февраля 2018 г. в Московском Государственном Техническом Университете им. Н. Э. Баумана состоялась юбилейная 15-я ежегодная конференция «Эффективные методы автоматизации технологической подготовки и планирования производства». Предлагаем ознакомиться с отчетом о прошедшей конференции.

Основные темы конференции:

- Влияние законодательного поля на информационное: новое в законодательстве Гособоронзаказа, последствия Постановления Правительства РФ от 2 декабря 2017 г. N 1465
- Построение единого информационного пространства в управлении производством
- Искусство планирования

- Автоматизация бизнес-процесса разработки технологической документации
- Важность трудового технически обоснованного нормирования времени в планировании и экономике производства
- Современные методы разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ
- Применение и программирование роботов в производстве (в т.ч. коллаборативных)
- Проектирование на примерах участников
- Технические консультации

На мероприятие подали заявки на участие 501 специалист с 195 предприятий из 95 городов России, Казахстана и Украины. Впервые участниками конференции стали представители республики Крым.



ГОСТЕПРИИМНЫЙ
ЗАЛ ДВОРЦА КУЛЬ-
ТУРЫ ГЛАВНОГО
КОРПУСА МГТУ ИМ.
Н.Э. БАУМАНА

**РЕГИСТРАЦИЯ НА
КОНФЕРЕНЦИЮ**



В фойе Малого Зала Дворца Культуры все два дня конференции демонстрировались возможности коллаборативного робота UR5 и системы для программирования роботов SprutCAM. Инженеры компании Universal Robots A/S Евгений Израйлит и ООО «Центр СПРУТ-Т» Николай Романов подготовили проект по нанесению изображений на шарик. Робот захватывал шарик и вращался относительно неподвижного маркера, после чего отдавал разукрашенный сувенир посетителям конференции.



День 1. Общая часть

Открыл конференцию заведующий кафедрой «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана проф., д.т.н. Гаврюшин Сергей Сергеевич. Он сообщил о важности роли образования, о текущем его состоянии, особенностях подготовки бакалавров и магистров, об утвержденной Правительством РФ программе «Цифровая экономика Российской Федерации».

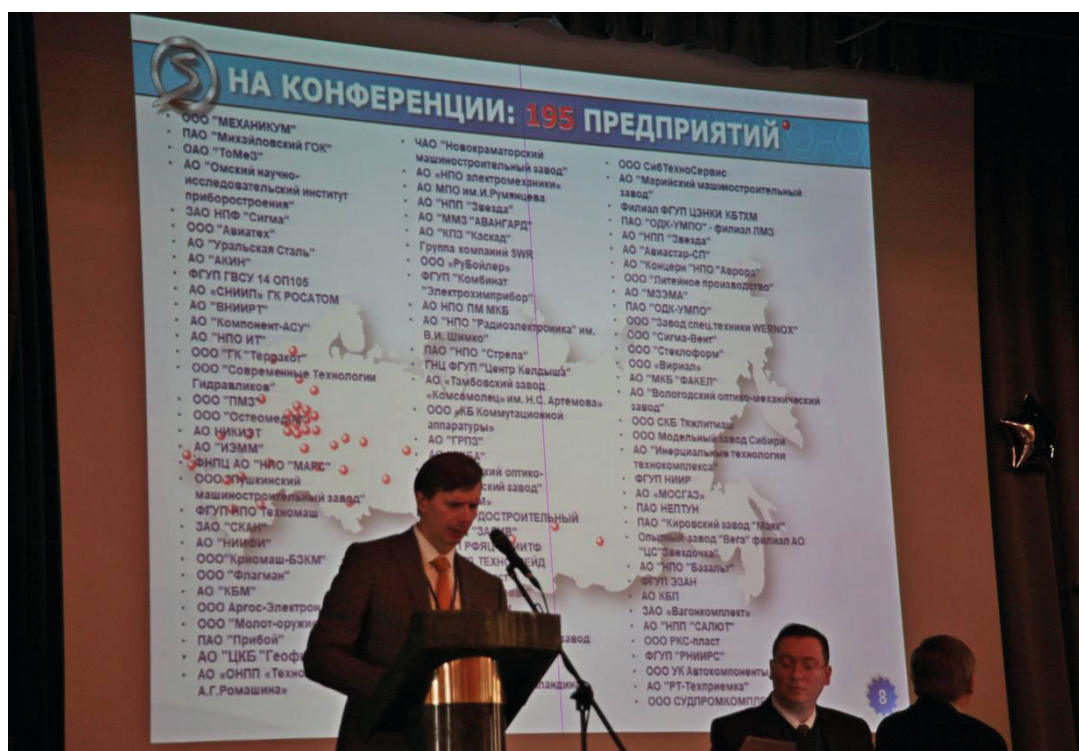


Продолжил выступление Борис Владимирович Кузьмин, генеральный директор ООО «Центр СПРУТ». Кузьмин рассказал о знаменитых выпускниках ИМТУ–МВТУ–МГТУ и представил статистику конференции, в том числе и по должностям участников.

Важной частью его выступления был доклад о законодательстве в сфере государственного оборонзаказа. Выступающий рассмотрел особенности критериев управления в сфере ГОЗ и методы построения информационной системы управления, отвечающей заданным требованиям. Особое внимание Борис Кузьмин уделил Постановлению Правительства РФ от 2 декабря 2017 г. N 1465 “О государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу”, стимулирующему предприятия к оптимизации: снижению трудоемкости, материалоемкости, энергоемкости производства.

Борис Владимирович сделал акцент на важности роли трудового, технически

обоснованного нормирования времени в планировании и экономике производства. “Все больше предприятий, особенно выполняющих ГОЗ, закупают модули автоматизированного нормирования системы “СПРУТ–ТП–Нормирование” для своей эффективной работы” – отметил Кузьмин. Такими же модулями нормирования уже пользуются и государственные контролирующие органы с целью проверки обоснования цены. Далее директор “Центр СПРУТ” рассказал о выполняемых проектах по автоматизации и интеграции на предприятиях Новолипецкого металлургического комбината и группы предприятий Компании Металлоинвест. Борис Владимирович традиционно познакомил с новыми клиентами компании “Центр СПРУТ” и особенностями внедрения программного обеспечения на предприятиях (ОАО “РАТЕП”, АО “Тулажелдормаш”, Производственное объединение “СТРЕЛА”, АО “МОСГАЗ–МОСПРОМГАЗ”, «НИИ космического приборостроения» и др.).



День 1. Работа по секциям

Выступление началось с обзора тем секции «Планирование и диспетчеризация», прозвучавших в период с 2014 по 2017 годы. Каждый год компания делает упор на одну из важных для большинства участников тем:

- Система менеджмента качества (2014 год)
- Процессный подход в управлении производством (2015 год)
- Какую идеологию выбрать: финансовую или инженерную (2016 год)
- Что «бережет» бережливое производство? (2017 год)

Основная тема этого года: «ОКП в едином информационном пространстве предприятия». Выступающими были проанализированы распространенные, ведущие к срыву сроков проблемы в производстве и причины их возникновения. Более того, были рассмотрены различия между двумя подходами к планированию:

- Объемное (номенклатурное)
- Оперативно-календарное

Далее в разделе «Искусство планирования» были подробно разобраны основные подходы к составлению производственного расписания, методы планирования («вперед», «назад»,

«директивное», «по циклограммам»; последовательное, параллельное и их комбинации), а также их практическое применение.

Помимо всего, была обсуждена совместная работа различных отделов предприятия. Фактически было проведено информационное путешествие по стадиям управления и организационной структуре предприятия:

- Отдел сбыта
- Плановый отдел
- Отдел главного технолога
- Отдел снабжения
- Склад
- Диспетчерский отдел
- Экономический отдел

На практической части секции была продемонстрирована работа системы оперативно-календарного планирования и диспетчеризации «СПРУТ-ОКП» на примере присланного изделия от НКМЗ (Новокраматорск, Украина). Внимание было заострено на реализации позаказного учета, план-фактного анализа производства и прослеживаемости изготовления каждой детали. Выступающие поделились «секретами» особенностей внедрения системы на предприятиях.



Секция «Технологическое проектирование»

В начале работы секции «Технологическое проектирование» была подчеркнута важность технологических процессов в производственном цикле. Грамотная технологическая подготовка – это залог качества продукции и основа управления всем производством.

Разработка технологической документации (ТД) – это бизнес-процесс. Поэтому акцент в проведении секции был сделан на автоматизацию процесса разработки ТД. Участники секции совершили виртуальное путешествие по отделам и бюро предприятия, участвующих в разработке ТД. Выступление сочетало в себе динамичную презентацию, которая наглядно показывала, дверь какого отдела открывалась перед слушателями и реальную работу в системе СПРУТ-ТП-Нормирование.

Работа секции в 1-й день завершилась общением с гостями, ответами на множество вопросов и викториной среди участников на знание технологической терминологии и ГОСТ ЕСТД. Поощрением за показанные знания стали книги основателя Центрального института труда Алексея Капитоновича Гастева (1882–1939) – «Трудовые установки» и «Как надо работать».



Секция «Проектирование УП для станков с ЧПУ»

В первый день участники секции выслушали доклад о критериях выбора САМ систем от инженера-программиста ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им.Н.Л.Духова» Козловцева Вадима Александровича.



Сотрудники ООО «Центр СПРУТ-Т» продемонстрировали возможности системы SprutCAM для токарного, фрезерного и многофункционального оборудования, а также рассказали о примерах внедрения на предприятиях России. Особый интерес участников секции привлекли проекты по многокоординатному фрезерному оборудованию и применению промышленных роботов.



**День 2. Работа по секциям
Объединенные секции «Технологическое проектирование» и «Планирование и диспетчеризация производства»**

В этом году во 2 день конференции были “разрушены” стены между секциями “Технологическое проектирование” и “Планирование и диспетчеризация производства” и произошло их объединение. На секции была продемонстрирована совмест-

ная практическая работа в едином информационном пространстве систем: конструирования (системы SWR), технологической подготовки (СПРУТ-ТП-Нормирование, SprutCAM), управления производством (СПРУТ-ОКП). На реальном заводском примере были пройдены этапы жизненного цикла изделия, а информация с одной системы “вживую” передавалась в следующую систему.



СЕКЦИЯ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ УП ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ»



Во второй день программа секции состояла из двух частей. Первая часть была посвящена приемам эффективной работы в системе. Рассматривались вопросы импорта и отслеживания изменений в моделях, работа с пользовательскими операциями и обновленным модулем пятиосевой обработки. На второй части секции разбирались примеры обработки деталей в SprutCAM, присланных участниками конференции с предприятий: АО «НИИФИ», АО «ГРПЗ», ООО «Механик-Туламаш», АО «Марийский машиностроительный завод», ООО «СТС», АО «Уральская Сталь».



ТЕХНИЧЕСКИЕ
КОНСУЛЬТАЦИИ СО
СПЕЦИАЛИСТАМИ



ТРАДИЦИОННАЯ ЭКС-
КУРСИЯ УЧАСТНИКОВ
КОНФЕРЕНЦИИ В
МУЗЕЕ МГТУ







VisualCAM

Технолог в облаках 2
или VisualCAMс – игрушка
для Early Adopters

Технолог в облаках 2 или VisualCAMc – игрушка для Early Adopters

АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

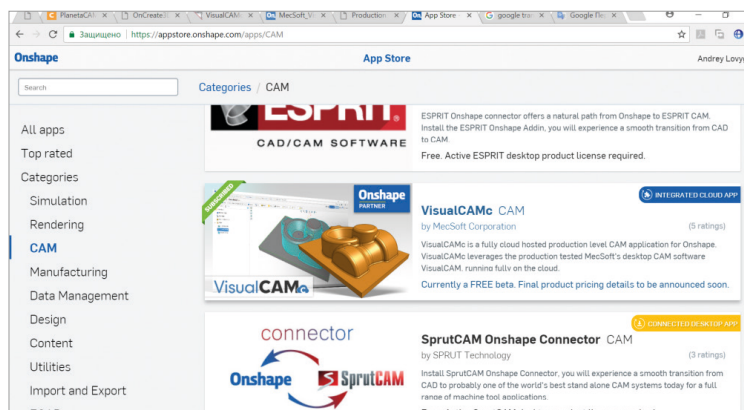
ОТ РЕДАКЦИИ: ПРОШЕЛ РОВНО ГОД С ТОГО МОМЕНТА, КАК АМЕРИКАНСКАЯ КОМПАНИЯ MECISOFT АНОНСИРОВАЛА РЕЛИЗ ПЕРВОЙ ОБЛАЧНОЙ САМ-СИСТЕМЫ ПОД НАЗВАНИЕМ SHAPESAM И ЧУТЬ БОЛЕЕ ДЕСЯТИ МЕСЯЦЕВ С ПУБЛИКАЦИИ НАШЕГО ОБЗОРА НА ИНДИЙСКУЮ РАЗРАБОТКУ ONSCREATE3D. ДАВАЙТЕ ВЕРНЕМСЯ К ТЕМЕ И ПОСМОТРИМ, ЧТО ИЗМЕНИЛОСЬ У ПЕРВОПРОХОДЦЕВ ОБЛАЧНЫХ САМ, ТАК КАК ПОЯВИЛСЯ ХОРОШИЙ ПОВОД – СТАРТОВАЛО ОТКРЫТОЕ БЕТА-ТЕСТИРОВАНИЕ VISUALCAMC, СИСТЕМЫ РАБОТАЮЩЕЙ В СРЕДЕ ONSHAPE.

В МАГАЗИНЕ ПРИЛОЖЕНИЙ ONSHAPE В РАЗДЕЛЕ САМ МОЖНО ОБНАРУЖИТЬ НЕ ТОЛЬКО ТЕСТИРУЕМЫЙ VISUALCAMC, НО И ЕЩЕ 8 ПРОДУКТОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ CONNECTOR ОТ РОССИЙСКОГО SPRUTCAM. ПОДОБНЫЙ МАРКЕТИНГОВЫЙ ХОД ЗАСЛУЖИВАЕТ ПОХВАЛЫ – ВРЯД ЛИ НАШИ СООТЕЧЕСТВЕННИКИ АКТИВНО ПОЛЬЗУЮТСЯ ОБЛАЧНЫМ CAD, А ВОТ, ЧТО ЕСТЬ ТАКАЯ СИСТЕМА КАК SPRUTCAM ВИДЯТ ТЫСЯЧИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ONSHAPE ВО ВСЕМ МИРЕ

ShapeCAM добрался до публикации в магазине приложений Onshape, хотя, по причинам, о которых можем лишь догадываться, был переименован в VisualCAMc. То есть к названию флагманского продукта MecSoft VisualCAM была добавлена литера “с”, видимо означающая “cloud”. Процесс установки, а точнее авторизации приложения в интерфейсе Onshape занимает не более пары минут: даем согласие на доступ к профилю пользователя, чтение и запись документов. Появившаяся в нижней части окна новая вкладка открывает доступ к классическому САМ интерфейсу — слева располагается дерево операций и инструмента, справа — графическая область. Подход к работе так-

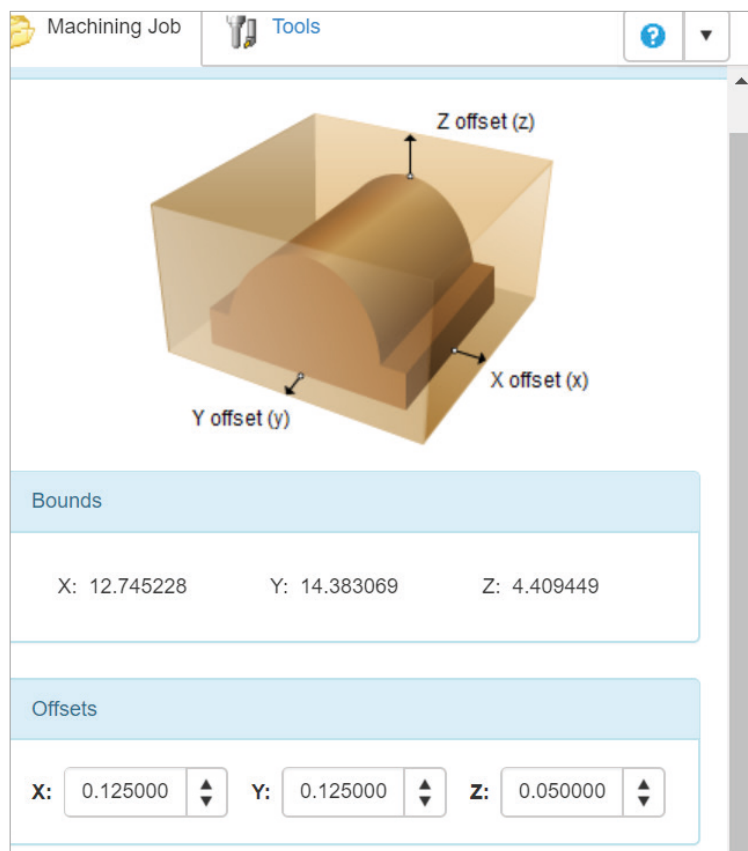
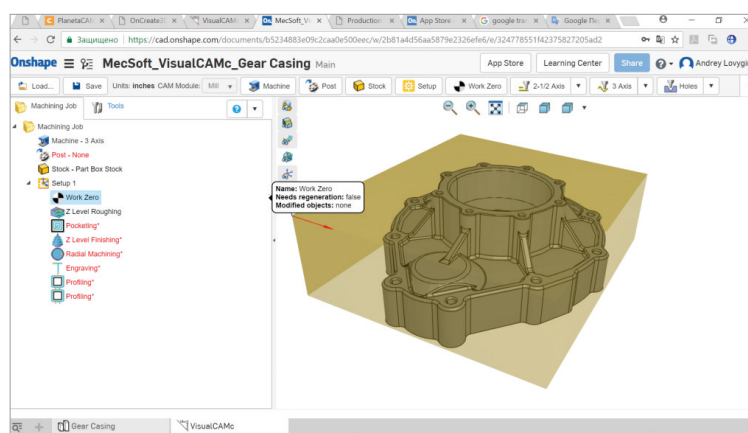
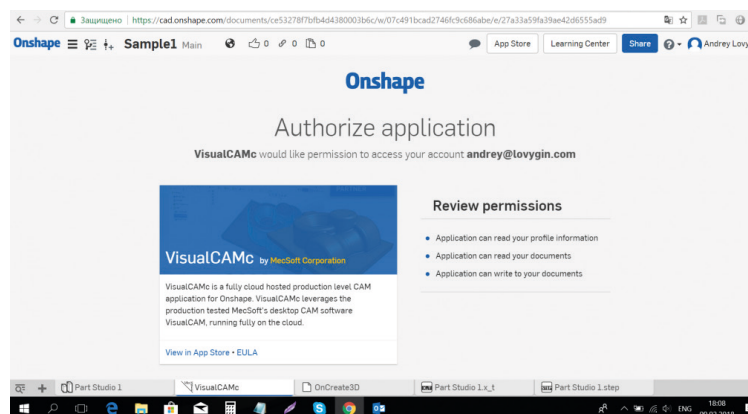
же ничем не отличается от традиционного: определяем рабочую систему координат; выбираем стратегию и геометрию; назначаем режущий инструмент и режимы обработки. После расчета траектории можно запустить верификацию и постпроцессирование. Быстрому освоению VisualCAMc способствует не только хорошая онлайн-справка, но и мно-

жество примеров, которые можно найти в ленте общедоступных документов. Знакомство с функционалом продукта было решено начать с не самой простой 3D модели корпуса коробки передач. Загрузка проекта может занять довольно продолжительное время, в данном случае понадобилось около 30-40 секунд. Спускаясь по меню раздела Machining Job последова-



тельно определяем рабочую систему координат, выбираем из списка постпроцессор, создаем заготовку, назначаем “нуль” детали.

Выбор стратегии начинается с нажатия на одну из трех кнопок: 2-1/2 Axis, 3 Axis, Holes, каждая из которых открывает доступ к приличному набору стратегий. Раздел 3-осевой обработки содержит всего пять операций: одну черновую Z Level Roughing и четыре чистовых – Z Level Finishing, Parallel Finishing, Radial Machining, Spiral Machining. Плоская обработка может похвастаться сразу 13 стратегиями, от простого торцевания до гравировки и резьбофрезерования. Holes отвечает за операции по обработке отверстий: сверление, нарезание резьбы, растачивание. Для выборки основного объема материала воспользуемся стратегией черновой обработки по Z уровням. Забегая вперед, отметим, что указать геометрию обработки и ограничения можно в любой момент до нажатия кнопки Generate Toolpath. В случае 3D обработки назначать геометрию не требуется, так как система выбирает весь материал между заготовкой и целевой моделью детали. Выбор стратегии открывает доступ к окну операции с несколькими разделами: Select Tool, Feeds and Speeds, Clearance Plane, Parameters — в общем все как во “взрослой” CAM-системе.

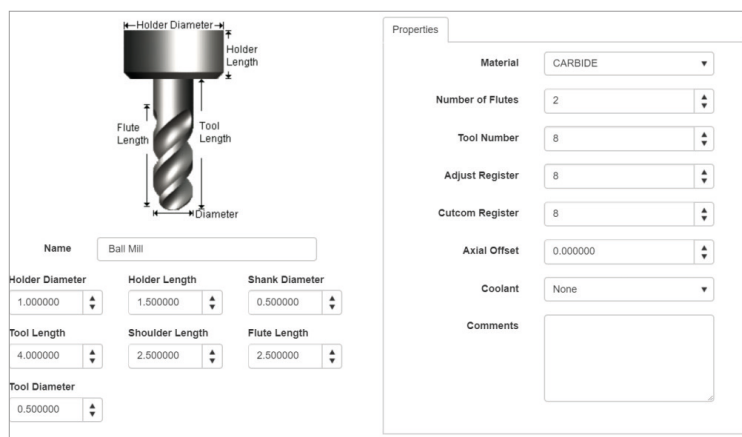


ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ БЕТА-ВЕРСИИ VISUALCAMC НЕОБХОДИМО ПОЛУЧИТЬ “ДОБРО” ОТ РАЗРАБОТЧИКА, А ЗАТЕМ АКТИВИРОВАТЬ ПРИЛОЖЕНИЕ И СОГЛАСИТЬСЯ С УСЛОВИЯМИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

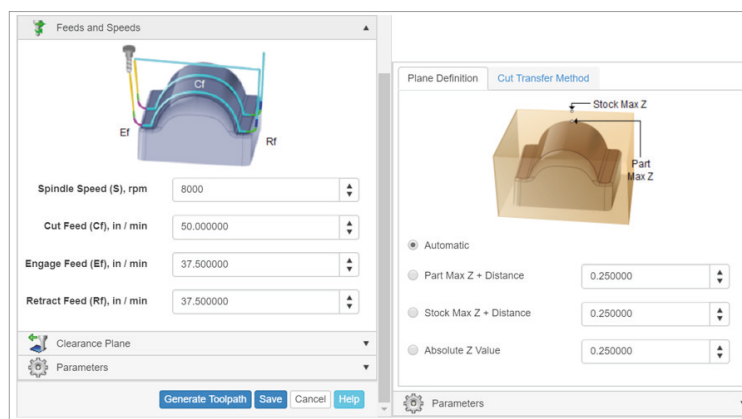
НА ПРИМЕРЕ 3D МОДЕЛИ “GEAR CASING” НАЧИНАЕМ ИЗУЧАТЬ ИНТЕРФЕЙС И ФУНКЦИОНАЛ VISUALCAMC. В ЛЕВОЙ ЧАСТИ ОКНА РАСПОЛОЖЕНО ДЕРЕВО ОПЕРАЦИЙ И ИНСТРУМЕНТА, СПРАВА – ГРАФИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

РАЗМЕРЫ ЗАГОТОВКИ МОЖНО ЗАДАТЬ ВРУЧНУЮ, ЛИБО ВОСПОЛЬЗОВАТЬСЯ АВТОМАТИЧЕСКИМ РАСЧЕТОМ ПО ГАБАРИТАМ ДЕТАЛИ. В НАСТОЯЩИЙ МОМЕНТ СИСТЕМА УМЕЕТ СОЗДАВАТЬ ЗАГОТОВКИ ТОЛЬКО В ФОРМЕ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА

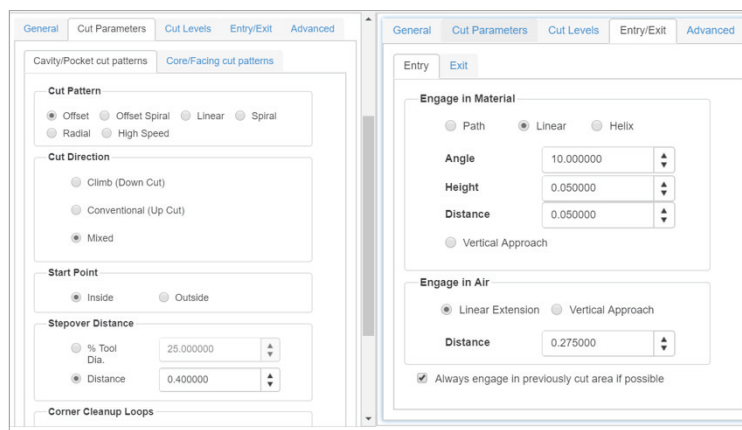
В РАЗДЕЛЕ SELECT TOOL ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ МОЖЕТ ВЫБРАТЬ ИНСТРУМЕНТ ИЗ СПИСКА, ЛИБО СОЗДАТЬ НОВЫЙ. СИСТЕМА ПОДДЕРЖИВАЕТ РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ПРЕДЛАГАЕТ БОЛЕЕ ЧЕМ ДОСТАТОЧНЫЙ НАБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК



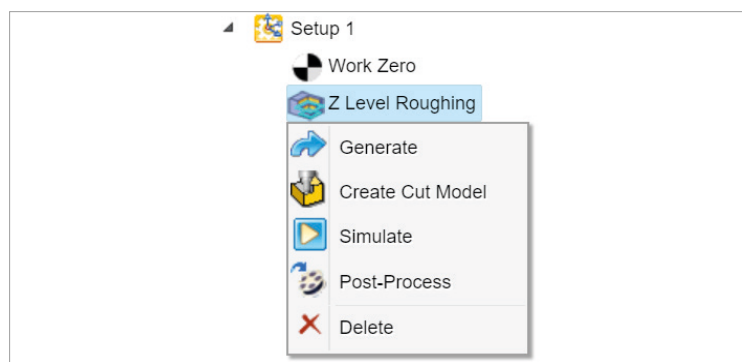
РАЗДЕЛЫ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ НАСТРОЙКИ СКОРОСТЕЙ И ПОДАЧ (СЛЕВА), ВЫСОТЫ ОТВОДА И ТИПА ПЕРЕХОДА (СПРАВА)



РАЗДЕЛ PARAMETERS ОТКРЫВАЕТ ДОСТУП К НЕКОЛЬКИМ ВКЛАДКАМ ДЛЯ ТОНКОЙ НАСТРОЙКИ ТРАЕКТОРИИ



ПРАВОЙ КНОПКОЙ МЫШИ ВЫЗЫВАЕТСЯ МЕНЮ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАЕКТОРИИ И ВЫВОДА КОДА УП



Выбираем концевую фрезу и переходим в раздел “Скорости и Подачи”, который устанавливает скорость шпинделя, рабочую подачу, подачи врезания и отвода. Далее определяем плоскость (высоту) отвода и тип перехода. Последний раздел содержит большое количество настроек, определяющих параметры обработки: шаблон траектории, подводы/отводы, припуск, порядок проходов и пр.

Заполнив поля значениями, нажимаем Generate Toolpath и система генерирует траекторию. Скорость расчета порадовала, на все ушло порядка 5 секунд. Для проверки предлагаются две опции, доступные по клику правой кнопки мыши поверх операции: Simulate — режим трассировки (бэкплот), Create Cut Model — создание 3D модели остаточного материала.

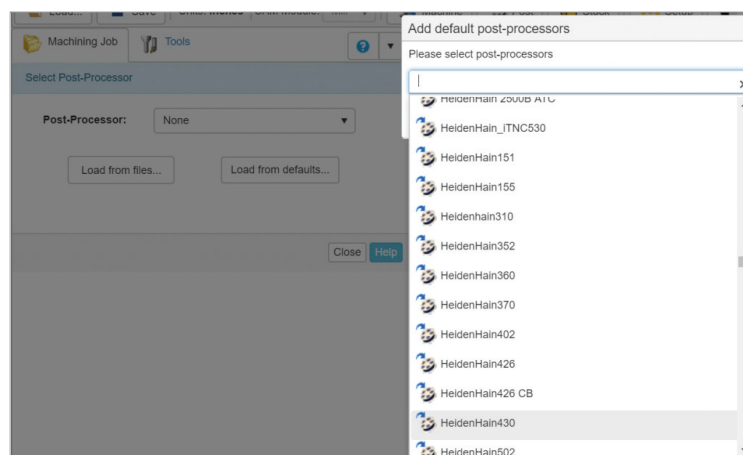
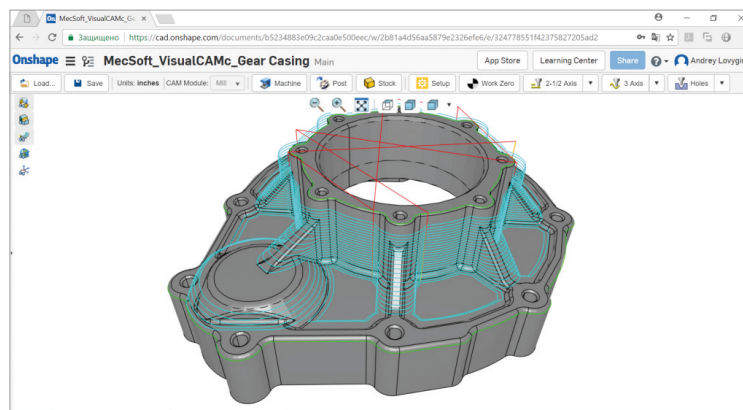
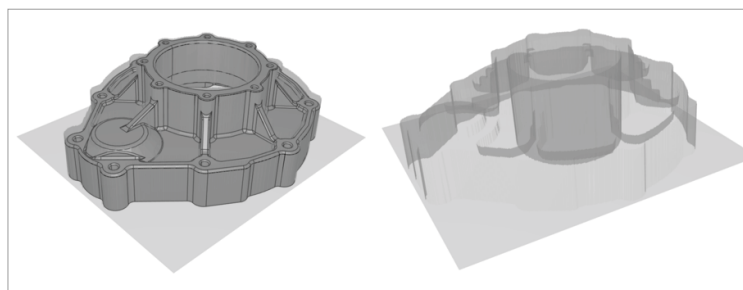
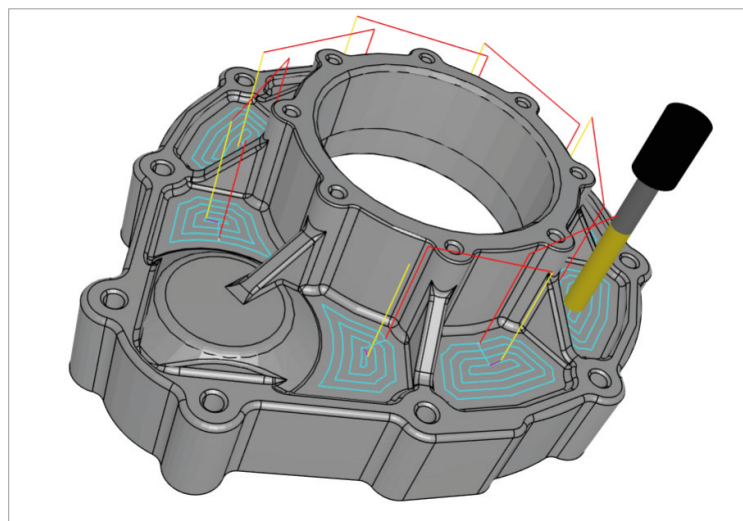
Верификация, в отличие от расчета траектории не может похвастаться быстродействием, а перемещения инструмента происходят скачками. Слева мы видим структуру CLDATA, содержащую координаты и команды. Пользователь не контролирует скорость самого процесса, хотя доступны опции для отображения и скрытия траектории. Даже выход из режима Simulate по кнопке Stop/Exit занимает непростительные 15 секунд, во время которых компьютер гудит вентилятором так, как будто процессор подвергается очень высокой нагрузке.

Функция Create Cut Model создает и отображает поверх детали полупрозрачную 3D модель остаточного материала. Результат выглядит грубо, хотя с другой стороны, хорошо, что такой режим вообще предусмотрен разработчиком и, возможно, в один прекрасный день, мы увидим не статичную картинку, а полноценную симуляцию с динамическим удалением материала.

Завершаем обработку выборкой карманов, чистовым обходом стенок наружного профиля уже с помощью 2D операций. В целом системе хватает возможностей, чтобы довести обработку представленной детали до удовлетворительного результата.

Необходимо отметить значительное неудобство, связанное с выделением цепочек — приходится прокликивать каждый отдельный отрезок, каждую грань. Да, можно зажать правую кнопку мыши и автоматически выбрать замкнутый контур целиком, но это работает, только если мы имеем дело с геометрией на одном уровне и без разрывов. Выделить индивидуальные поверхности для 3D обработки в бета-версии VisualCAMs вообще не представляется возможным.

Финальный этап — постпроцессирование. Система предлагает на выбор: добавить файл постпроцессора в формате .SPM, либо выбрать из списка готовых постпроцессоров — здесь



РЕЖИМ ВЕРИФИКАЦИИ СИЛЬНО РАЗОЧАРОВАЛ СКОРОСТЬЮ И ПЛАВНОСТЬЮ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА. ПРИЕМЛЕМОГО РЕЗУЛЬТАТА МОЖНО ДОБИТЬСЯ, ТОЛЬКО ЕСЛИ ОТКЛЮЧИТЬ ВИДИМОСТЬ ДЕТАЛИ И ЗАГОТОВКИ

ПОЛУПРОЗРАЧНАЯ 3D МОДЕЛЬ ОСТАТОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПОЗВОЛЯЕТ ЛИШЬ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО ОЦЕНИТЬ КАЧЕСТВО ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА 3D МОДЕЛИ. ГОЛУБЫМ ЦВЕТОМ ОБОЗНАЧЕНЫ РАБОЧИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, КРАСНЫМ – УСКОРЕННЫЕ

VISUALCAMs ПРЕДЛАГАЕТ БОЛЕЕ СОТНИ ГОТОВЫХ “ОБЛАЧНЫХ” ПОСТПРОЦЕССОРОВ. СКОРЕЕ ВСЕГО ОНИ ПОРТИРОВАНЫ В СИСТЕМУ ИЗ ДЕСКТОПНОГО СОБРАТА И ДАЖЕ ПОДДЕРЖИВАЮТ СТАНДАРТНЫЕ ЦИКЛЫ

В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМАНДЫ POST-PROCESS НА ПК СКАЧИВАЕТСЯ ФАЙЛ УП, КОТОРЫЙ МОЖНО ОТКРЫТЬ В ЛЮБОМ ТЕКСТОВОМ РЕДАКТОРЕ И ПЕРЕДАТЬ НА СТАНОК С ЧПУ

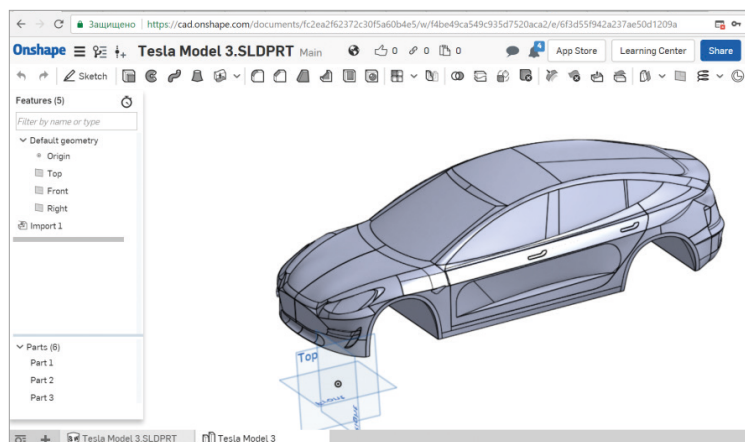
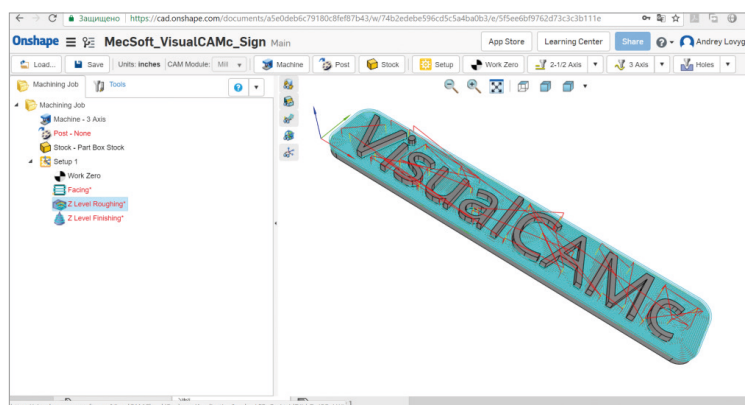
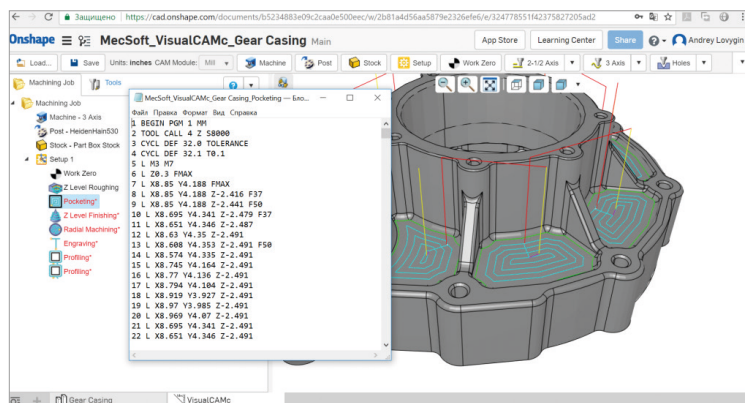
2D ОПЕРАЦИИ ДАЮТСЯ VISUALCAMC ЗАМЕТНО ПРОЩЕ

их более сотни, в том числе различные модели Fanuc, Heidenhain и Sinumerik. Выделяем одну или группу операций, кликаем правой кнопкой мыши, выбираем Post-Process и на компьютер скачивается файл УП, который можно открыть в любом текстовом редакторе и передать на станок с ЧПУ.

Последующие тесты были проведены на более простых деталях, предполагающих использование только 2D операций и, стоит признать, что система отработала гораздо шустрее и понятнее. А вот с загрузкой более сложной модели, кузова автомобиля Tesla Model 3 в формате сборки SolidWorks возникли проблемы — в самом Onshape модель открылась без проблем, но затем не смогла транслироваться в окно VisualCAMc.

Какие выводы напрашиваются по результатам сегодняшнего теста? Во-первых, можно констатировать факт появления реально работающей и полностью облачной CAM-системы, способной автоматизировать обработку не очень сложных CAD моделей. Индийский проект OnCreate3D был откровенно слаб и, судя по веб-сайту (новости не обновлялись с мая 2017 года) застыл в развитии. Во-вторых, как и предполагалось, разработчики столкнулись с рядом технических проблем, связанных, в том числе, с симуляцией обработки в веб-среде. В-третьих, не-

ИЛОН МАСК СМОГ ЗАПУСТИТЬ TESLA ROADSTER СКВОЗЬ КОСМОС, А МЫ НЕ СМОГЛИ ДАЖЕ ЗАГРУЗИТЬ В ОБЛАКО 2D СБОРКУ КУЗОВА TESLA MODEL 3



смотря на обширный список базовых стратегий и параметров траекторий, работать в системе не очень комфортно из-за имеющихся ограничений в процессе выделения геометрии и невысокой скорости, частых “тормозов” при выполнении рутинных операций. Скорее всего, в ближайший год-два VisualCAMc

не принесет прибыли разработчикам, а будет лишь инструментом в руках немногочисленных Early Adopters, которые готовы «играть», но не готовы платить. Остается надеяться, что компания MecSoft не перестанет тратить свои силы и средства на развитие этого, в целом интересного и перспективного проекта.



VisualCAM^c

Робот - друг человека.

Интервью с Максимом Зверковым, Президентом ГК Формика и основателем стартапа ABAGY Robotic Systems

АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

ОТ РЕДАКЦИИ: “ПЛАНЕТА САМ” НЕСКОЛЬКО РАЗ ОБОЗРЕВАЛА САМ-СИСТЕМЫ, ИМЕЮЩИЕ В СВОЕМ СОСТАВЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ. ВСЕ ОНИ РАБОТАЮТ ПО ПРИНЦИПУ КОНВЕРТАЦИИ СТАНДАРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ ЧПУ-ОБРАБОТКИ — ТЕХНОЛОГ ВЫБИРАЕТ ГЕОМЕТРИЮ, НАЗНАЧАЕТ СТРАТЕГИИ, КОТОРЫЕ ЗАТЕМ АДАПТИРУЮТСЯ К КИНЕМАТИКЕ РОБОТОВ. В АВАГУ, ПО СЛОВАМ РАЗРАБОТЧИКОВ, ПРОЦЕСС ГЕНЕРАЦИИ УП ПРОИСХОДИТ ПОЛНОСТЬЮ АВТОМАТИЧЕСКИ. СКЕПСИС ПО ОТНОШЕНИЮ К ДЕКЛАРИРУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ПРЕДЛАГАЕМОЙ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПОДОГРЕЛ МОЙ ИНТЕРЕС К СТАРТАПУ ABAGY ROBOTIC SYSTEMS И, В ИТОГЕ, СВЕЛ МЕНЯ С ОСНОВАТЕЛЕМ ПРОЕКТА - МАКСИМОМ ЗВЕРКОВЫМ, КОТОРЫЙ ЛЮБЕЗНО ОТВЕТИЛ НА ВОПРОСЫ И ПРОВЕЛ ЭКСКУРСИЮ ПО ИСПЫТАТЕЛЬНОМУ ПОЛИГОНУ, В КОТОРОМ, ВОЗМОЖНО, СОЗДАЕТСЯ ВЕСОМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА БУДУЩЕГО.

Компания “Формика” известна в России прежде всего, как организатор ИННОПРОМ — международной промышленной выставки, которая с 2010 года проводится ежегодно в Екатеринбурге. Впервые я поучаствовал в ИННОПРОМ в 2015 году и остался под большим впечатлением. Считаю, что по уровню проведения и качеству контента деловая программа мероприятия не уступает лучшим европейским и североамериканским образцам. В прошлом году организаторы зарегистрировали свыше 50 000 посетителей, более 60% из которых — это профессиональная аудитория. В выставке участвуют все мировые лидеры промышленной отрасли, а для многих рос-

сийских экспонентов ИННОПРОМ, которому в 2012 году Правительство РФ присвоило федеральный статус, стал частью GR-стратегии (Government Relations - взаимодействие с органами государственной власти). Очевидно, что за успехом проекта стоит упорный труд множества талантливых людей, коллектива “Формики”, который возглавляет Максим Зверков, человек не сильно публичный, но достигший впечатляющих результатов в выставочной деятельности. Вот вам пример - павильон России, который курировала “Формика”, на ЭКСПО-2017 впервые за всю историю участия страны получил своеобразный “Оскар” - золотую награду Междуна-

родного бюро выставок. Отрадно, что Максим, начавший свою трудовую деятельность рядовым сотрудником одной из московских выставок и прошедший через становление собственного ивент-агентства, реализовавший несколько тысяч проектов и достигнув вершины (ИННОПРОМ называют не иначе как главной промышленной, торговой и экспортной площадкой страны), не остановился, а продолжил свой творческий путь в новом качестве, уже как создатель инновационного сервиса по производству изделий при помощи промышленных роботов под названием ABAGY Robotic Systems. ABAGY поставляет робототехнические комплексы по



МАКСИМ ЗВЕРКОВ У
РЕСЕПШЕНА ABAGY
ROBOTIC SYSTEMS

модели сервисного контракта: компания самостоятельно закупает все оборудование, а промышленникам предлагает готовое решение «роботы + софт». Заказчик оплачивает только услуги по производству изделий, не финансируя ни закупку оборудования, ни пуско-наладку, ни сервисную поддержку.

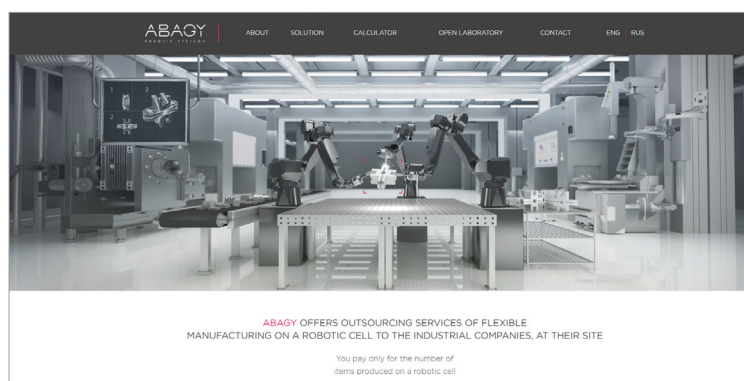
Пользователь системы загружает в облако 3D-модель изделия, которое необходимо произвести. Система анализирует информацию, автоматически проводит расчеты, определяет порядок техно-

логического процесса, генерирует программу, которая по сети направляется в контроллеры, управляющие промышленными роботами. Адаптироваться к реальному окружению, неточностям заготовок и их расположению помогает машинное зрение: различные датчики и сканеры позволяют системе оценить качество и положение заготовок, конфигурацию среды и на основании этих данных самостоятельно скорректировать производственный процесс перед запуском.

“Планета САМ” несколько

раз обзореваала САМ-системы, имеющие в своем составе модули для программирования промышленных роботов. Все они работают по принципу конвертации стандартных операций ЧПУ-обработки — технолог выбирает геометрию, назначает стратегии, которые затем адаптируются к кинематике роботов. В ABAGY, по словам разработчиков, процесс генерации УП происходит полностью автоматически.

Скепсис по отношению к декларируемой технологии и бизнес-модели (никто не делал подобного ни в Европе, ни в США) подогрел мой интерес к стартапу ABAGY Robotic Systems и, в итоге, свел меня с Максимом, который любезно ответил на вопросы и провел экскурсию по испытательному полигону, в котором, возможно, создается весомый элемент промышленного производства будущего.



ВЕБ-САЙТ СЕРВИСА
ДОСТУПЕН ПО АДРЕСУ:
WWW.ABAGY.COM

Что означает ABAGY и кто придумал название?

Ничего, это новое слово. Придумали мы сами, конкретно я и мой помощник Елена Соколова. Искали слово, которого нет в природе. Мы искали новое понятие, ведь то что мы делаем — это принципиально новый подход с точки зрения технологий и экономического внедрения.

Ваш основной бизнес связан с выставочной деятельностью, и я понимаю, насколько вы загружены. Откуда у вас берутся силы ещё и на этот проект?

Сейчас мой основной бизнес - это роботы. Моё личное вовлечение здесь на 90% и только чуть-чуть выставочная деятельность. Мои коллеги меня оттуда вытеснили и делают всё сами, я там не очень нужен.

То есть ИННОПРОМ уже делают по накатанной?

Там есть команда. Уже не первый год мы делаем очень

много в направлении строительства стендов, в направлении ивентов, моё участие там минимальное. Ныне все мои мысли заняты развитием роботехники.

Мы находимся в вашем собственном помещении? На самом здании красуется “АВВ”...

Аренда. Здесь когда-то много лет назад сидела “АВВ Автоматика», по-моему. Здание долгое время пустовало, принадлежит Всероссийскому электротехническому институту, входящему в госкорпорацию «Росатом». Сейчас они начали его сдавать, и мы первые, кто сюда заехал.

Это была лично ваша идея или в мире были аналоги? Было на что ориентироваться?

Мы не нашли пока аналогов. Мы принципиально делаем другое. Робототехническая ячейка не является основополагающей идеей, ячейка - это одна из форм, скажем так, установки. Могу рассказать,

как ко мне пришла идея, дело было в мае 2016 года. Всё началось с того, что в России непропорционально мало устанавливается роботов по сравнению с ВВП машиностроительным. Если взять наш ВВП, посмотреть пропорции установки роботов у нас и в других странах, они не пропорциональны малы. За весь прошлый год установили 350 штук. Ещё я немного приложил руку к созданию Национальной Ассоциации участников рынка робототехники и, соответственно, когда начал помогать им в развитии, начал размышлять: «А почему же так? В чем проблема?». И понял одну простую вещь: у нас много производства, мы много производим, но всё разное, у нас мало крупносерийной продукции.

Робот, изобретенный 40 (или более) лет назад, аналог человеческой руки (без кисти, если мы рассматриваем промышленный манипулятор) на данный момент в мире на единицу операций выгоднее, чем

ПРОСТОРНЫЙ ОФИС
АВАГУ И ТЕСТОВАЯ
ПЛОЩАДКА, ВМЕ-
ЩАЮЩАЯ ЛЮДЕЙ И
РОБОТОВ



человек. То есть если взять большое количество операций, то он выгоднее в любом раскладе, по цене выигрывает у кого угодно. Доказательством этого факта служит то, что весь автомобильный мир перешел туда. Почему? Идеальные заготовки, идеальные операции, операций много, роботы заменяют. Выгодно, абсолютно очевидно.

Дальше начинаем откручивать назад и видим, что же происходит с нашим миром, если за 40 лет всего 2 миллиона штук будет установлено в мире к концу этого года, если не ошибаюсь, по исследованиям Международной федерации робототехники. Это меньше 1% рабочих в мире и мне показалось, что это диспропорция, то есть, он выгоден с одной стороны, но с другой стороны - установлено мало. Я начал думать, в чем же проблема, и понял одну вещь, что робот во всем классный, кроме одного - он глупый, не умеет думать. Если человек может адаптироваться к внешним условиям и очень быстро воспринимать задачу, то роботу, в классической парадигме роботизации, это объяснить невозможно.

И пришла идея: есть 3D чертёж (модель) - набор цифр, по сути дела, и траектории робота - тоже набор цифр. Идея начиналась с того, что надо перевести этот набор цифр в этот набор цифр. Всё поддается алгоритмам. И была первая техническая идея, много гипотез, есть ли подобное в мире? Пока мы

не нашли ни одного аналога, кто бы это делал.

Вы имеете в виду работу программного обеспечения?

Да. Есть по операциям фрезерования САМ-системы, который делают автоматическое построение траекторий и по станкам с ЧПУ, и по роботам, если вам надо выбрать объем материала и каким-то инструментом пройти. Это очень ограниченное количество операций, очень узкое применение этому. Потом начали рассматривать гипотезу - делает ли это кто-то в мире? И если не делает, то почему? Может быть это недостижимо технологически? Начали постепенно в эту сторону двигаться и шаг за шагом снимать эти гипотезы. Где-то через полгода пришло понимание экономической схемы, которую мы сейчас используем, именно предоставление услуг. Мы поняли, что тот софт, который мы разрабатываем, мы делаем, по сути, мозги для роботов, мы делаем так,

чтобы они были адаптивные. Мы придумали очень гибкую возможность адаптироваться роботу к внешним условиям. Соответственно, в десятки раз понизили порог внедрения робототехники, куда выгодно её внедрять, от какого порога внедрять. Если сейчас выгодно, условно скажу, от миллиона долларов на операции за всё время, то мы сделали от 100 тысяч - уже точно можно внедрять.

Наш порог внедрения - 5 миллионов в год рублей с операций, производимых на одном робототехническом комплексе - очень мало, даже небольшие предприятия могут себе это позволить. И первые наши договоренности с двумя компаниями - это средние производства, которые делают разные, в классической парадигме робототехники, недоступные к роботизации операции.

Какие операции?

Два текущих проекта - это финальная обварка. По сути, это большие колонны (арма-



МАКСИМ ЗВЕРКОВ
ДЕМОНСТРИРУЕТ
АНДРЕЮ ЛОВЫГИ-
НУ ПРИМЕР СВАРКИ
ЭЛЕМЕНТОВ ИЗДЕ-
ЛИЯ

тура длиной 15 метров, диаметром от 600 до 1200 мм) под металлобетон. Люди на них наваривают длинные арматурины, а нам надо распознать и заварить швы. Каждое изделие является уникальным, так как люди наваривают эти детали. Для них это операция сложная и затратная, для нас нет, поэтому мы получается выгоднее и дешевле, чем ручной труд. Единственное с кем мы конкурируем — это человеческий труд.

Максим, вы начали говорить про уникальность софта. Мне интересно взглянуть на это всё. Насколько я знаю, в мире существует не менее десятка САМ-систем, который умеют делать похожие вещи. То есть мы выбираем 3D модель, технолог выбирает траекторию обработки, обычную САМ-овскую, там есть стандартные 5-осевые стратегии или операции перехвата, зажима, сварки, в том числе и совершенно спокойно можно

это конвертировать, постпроцессировать и сделать программу для робота. И пока не совсем понятно, в чем именно уникальность?

Я не буду спорить. Лучше обсудить это с ребятами, они знают программу в деталях, они лучше ответят, в чем именно конкретное отличие. «Умеют программировать» - для этого вам нужен отдельный человек, в оффлайне - мы убираем человека, т.е. мы будем предоставлять систему, в которой не добавляется на производство ни один человек. Мы убираем процесс программирования робота и наличие человека в этом процессе.

Я воспринимаю это как рекламный трюк, может я и не прав, но если мы хотим, например, сделать операцию фрезерования, то без человека точно не обойтись. А современные САМ-системы не могут это сделать автоматически. Вы реально можете

это сделать уже без человека?

Мы сейчас не про фрезерование будем говорить, в первую очередь, я покажу вам сварку уникального объекта, который мы с вами сделаем, как привыкли люди в парадигме и в той парадигме, как сейчас они это делают, что роботы смогут адаптироваться к внешним условиям. Мы делаем так, чтобы можно было убрать человека. Это не рекламный трюк, это то, что мы делаем.

Они адаптируются не только программными средствами? Есть же машинное зрение или еще что-то?

Да, конечно. Есть машинное зрение, которое позволяет на лету принимать данные, пересчитывать траекторию.

Так это получается онлайн?

Исключительно онлайн. Что является продуктом? Мы ставим то, что называется ячейкой (широкое понятие) на территорию заказчика. Это

СВАРКА ДВУХ ПЛАСТИН. ОДИН РОБОТ ПОДДЕРЖИВАЕТ ПЛАСТИНУ ВЕРТИКАЛЬНО, ДРУГОЙ ДЕЛАЕТ ТОЧНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ШОВ



наша техника, наши роботы, управляются нами по сети Интернет. Технолог на предприятии через свой интерфейс загружает 3D модель, система её анализирует, адаптируется к входным данным и отправляет уже траектории движения на роботов.

Но вы всё-таки согласуете с заказчиком то, что рассчитываете? У вас нет человека, который сидит и программирует?

Нет, конечно. Главное, что мы делаем - это софт, который, по сути, убирает человека из этого процесса. Машина сама просчитывает варианты и сама всё запускает. Если мы будем делать чертежи, наша экономика будет невыгодной.

Сколько человек у вас сейчас трудится в команде?

16 человек, 13 из них - программисты.

Вы всё сделали сами? Софт с нуля написали?

Да, сами. Когда мы начали делать решение, я сразу сказал, что есть идея и я не хочу ничего повторять, из того, что в мире уже решено. Это глупо и неэффективно. Мы не в том положении, чтобы повторять уже решенное, поэтому будем делать что-то уникальное или собирать цепочку из чужих решений, если они есть. Мы для каждого робота написали свой RTP (Robot Transport Protocol) - тонкого клиента, который установлен на каждом роботе и забирает все вычисления с роботов на компьютер. Текущие роботы



обладают довольно малой вычислительной мощностью.

Вопрос про бизнес-модель. Вы представили решение на ИННОПРОМ-2017. Прошло более полугода, и насколько я понимаю, до реальных контрактов ещё дело не дошло. Может, вы выбрали неверную для России бизнес-модель?

Правильный вопрос. На ИННОПРОМ мы выходили не с продуктом, а, по сути, с тестированием технологии. Это было в первую очередь нужно для того, чтобы уточнять цели и задачи заказчика, потому что у меня есть своё производство, но оно не того вида, которое необходимо для понимания и хотелось бы услышать другие мнения.

Процесс продаж стартовал только в октябре. На данный момент мы имеем десять подтвержденных сделок, цена заказчика устраивает, и я надеюсь, что в уже феврале-марте-апреле подпишем первые контракты и начнем поставки.

А цена имеется в виду за штуку?

За штуку, по сравнению с их ручным трудом. Мы не трогаем классическую роботизацию, автоматизацию. Мы идем туда, где есть ручной труд с разными заготовками и пересчитываем с нашим софтом и системой, какую мы можем дать цену за изделие.

Продумана ли у вас партнёрская модель, интересно ли масштабироваться через партнёров, в том числе в Европе и США?

Во-первых, наше решение абсолютно глобально. Не важно где стоит ячейка, управляется она через интернет. Мы не хотим идти в интеграторский бизнес. Всем интеграторам мы предлагаем устанавливать ячейки. Мы не хотим быть инженерами, добавленную стоимость видим в софте и финансовом построении модели. Мы говорим интеграторам, что мы, с одной стороны, немного затрагиваем их территорию, с другой стороны, мы сделаем им рынок в десятки раз больше, чем тот, который у них есть сейчас. И

мы с интеграторами обговариваем: приходит заказчик, мы просчитывает ячейку обратным счетом, мы высчитываем крайние габаритные размеры, говорим - вот такая ячейка, договариваемся с производителями оборудования, нам нужно, чтобы это кто-то отвёз, собрал, подключил и обслуживал. В наших планах не стоит сделать свою инженерную компанию, которая будет заниматься внедрением.

За что заказчик платит помимо стоимости детали? Какие расходы еще возникают? Никаких. Ничего другого, если бы он это делал руками.

А электричество?

Электричество ложится небольшим процентом на деталь. Платит за интернет. Заказчик в нашей модели делает три вещи: он дает 3D чертежи (модели), заготовки и меняет расходники. В случае сварки, например, это газ и проволока. Нас на месте нет никого. Мы не изменяем его технологический процесс, мы заменяем несколько человек на эту операцию, повышаем качество и производительность.

То есть ответ на мой вопрос про модель... модель выбрана правильно?

Да, конечно.

Не считаете, что в США этот продукт был бы более востребован?

Считаю. Мы хотим начать движение в ту сторону, но я не люблю бежать впереди

паровоза, предпочитаю говорить, когда всё уже сделано, случилось. Мы долго разрабатывали наше решение, не выходили никуда, на ИННОПРОМ были вынуждены выйти, потому что нужны были внешние контакты, а дальше мы не выходили опять же, пока не доработали до понимания, что мы можем установить промышленное решение. Сейчас у нас осталась отработка промышленной поставки, мы хотели сделать 1-2-5 поставок здесь, чтобы понять весь процесс, оценить свои ограничения и сложности и идти во внешний мир. Мы уже начали это движение за рубеж, первый шаг был сделан в Египет.

Поэтому стоит двигаться в сторону запада. Мой личный опыт показывает, что «облака» в сфере САПР в России не прижились.

Возможно, да. У нас есть очень много разговоров. Главный разговор - продайте нам решение. Продайте нам софт, продайте нам роботов, всё хорошо, а вот решение продайте.

Так может быть так и сделать? Может вести “двойной” бизнес?

У нас очень долгий roadmap развития, мы понимаем, куда мы идем и нам неинтересна продажа ни софта, ни оборудования. Это принципиальный для нас вопрос. Мы и так видим, что мы внедримся и пойдём. Мы видим и спрос, и желание, мы проверили ги-

потезу по цене сейчас уже на реальных заказчиках, на реальных деталях. У нас через две недели финальные тесты с деталями заказчика и я, надеюсь, мы выйдем на контракт и в апреле поставим, поэтому мы не собираемся менять модель.

Какие у вас планы с проектом на ИННОПРОМ-2018? Будет стенд?

В планах у нас сейчас показывать «цифровую фабрику»: от пачки листов, дальше ЧПУ, раскрой и вот полностью весь автоматический процесс изготовления детали до покраски. Мы в первую очередь рассматриваем процесс сварки, финишной обварки и покраски. Хотели еще добавить “лазерник” и вот прямо от пачки листового железа до превращения в деталь полностью в автоматическом режиме без программирования.

Видели ли ваше решение FANUC, Siemens, производители роботов и что они по этому поводу вам сказали?

Siemens - не знаю. Это была одна из идей — сразу же выйти на робототехников. Все пятеро (FANUC, KUKA Robotics Rus, Yaskawa Nordic AB, Комау Россия и ABB) со мной на ИННОПРОМ подписали соглашение.

Им просто выгодно продавать, я так понимаю, лизинг...

Разумеется, выгодно. Мы только сейчас дошли до лизинга. На ИННОПРОМе я их «мучил», что как раз 3-летняя рассрочка и у меня оста-

ются основания эту ситуацию продавливать, потому что то, куда они со мной могу продать, они сами продать никак не могут. Никаким другим способом продать в мелкие предприятия, в средние предприятия различные детали они не могут.

В целом положительная реакция?

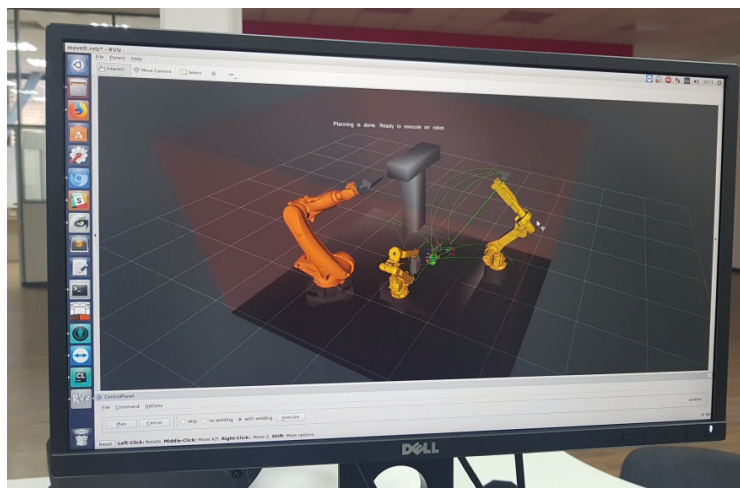
Было несколько попыток сказать «только мы» (имеется в виду эксклюзивные условия сотрудничества), но мы вежливо сказали, что заинтересованы во всех пятерых и не готовы с кем-то одним работать.

Вы говорите, что хотите выйти на зарубежный рынок. А софт переведен на английский язык? Он готов к экспорту?

Софт не переведен. Его вообще не нужно переводить. Интерфейс у нас в процессе разработки. Это на самом деле будет очень простая вещь. Вы загружаете файл, крутите-вертите, говорите ОК. Там будет несколько параметров для технолога, если он вдруг захочет вмешаться.

То есть это не проблема?

Нет. Все силы R&D были направлены на совмещение физического мира с виртуальным. Если знаете, про роботов есть интересная история, они очень хорошо могут повторять движения из точки А в точку Б, но никто не решал задачку, как точно перевести в первый раз, вот первый раз перевести робота в какую-то точку - это



очень сложная задача. Когда он эту точку запомнит, то потом он очень много раз повторит хорошо. А у нас этого второго движения нет. Мы каждый раз приводим робота заново в эту первую точку. Эта задача решается установкой первой точки с пульта, но так как у нас нет пульта и нет этого программирования, нам пришлось решить задачу калибровки всего оборудования, все роботы должны понимать окружение, где они находятся, чтобы они могли не сталкиваться и просчитывать все траектории. Все камеры должны быть откалиброваны, должна быть единая система координат. И вопрос калибровки всего оборудования в таком ключе, пока никто не решал, кроме нас. Мы очень долго искали это решение на рынке, но не нашли, пришлось самим делать.

Одна из проблем программирования роботов заключается в том, что у них 6 и более осей и есть зоны, в которую лучше не заходить, сингулярность...

Есть зона, в которую они не приходят, точка деления на 0, где они с ума сходят - это мы всё для себя решили. Точка сингулярности, да, не знают роботехники что с ней делать и роботы тоже. Но если серьезно говорить, то тех нолога мы не заменяем. Тот режим операций, который нужен, технолог как говорил, так и говорит. Наше достижение в том, что мы позволяем адаптироваться к траекториям на лету.

Есть ли у всего этого цифровой двойник? Можно ли заранее это всё смоделировать?

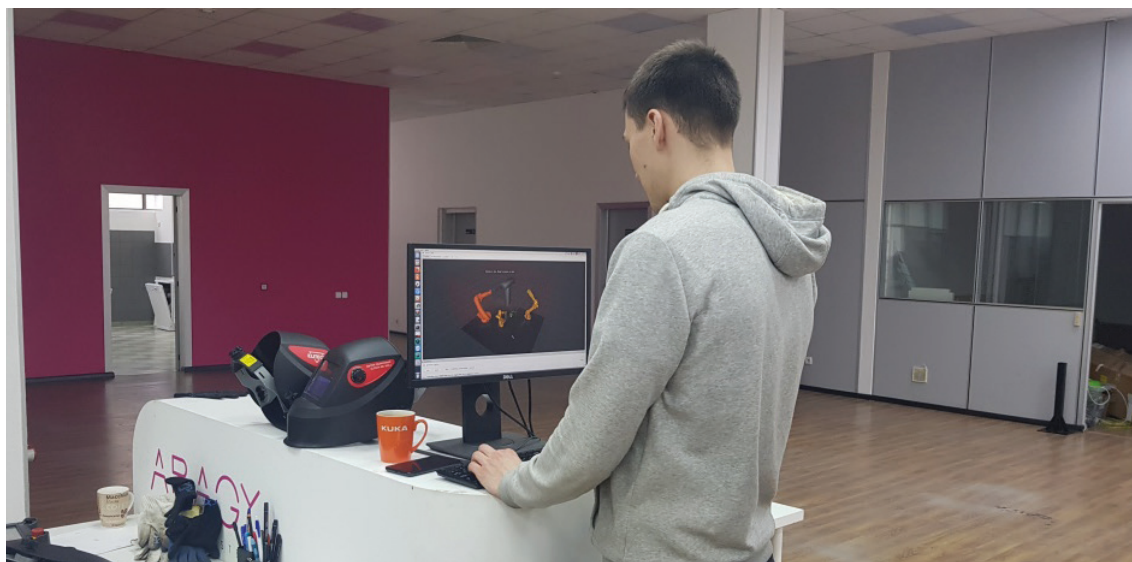
Конечно, без этого работать нельзя, и мы с этого начали. Сначала всё было построено в цифре и роботы учились работать в цифре, а потом у нас была большая пауза для того, чтобы реальный мир привести к цифре.

Каким вы видите ABAGY через 5 лет?

Я воздержусь от ответа - не люблю загадывать, но пока все наши гипотезы говорят о росте компании.

ИНТЕРФЕЙС ОТЛАДЧОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ, СКОРЕЕ ВСЕГО, ЭТОГО НЕ УВИДИТ - ЕГО ОБЩЕНИЕ С СИСТЕМОЙ СВЕДЕТСЯ К ЗАГРУЗКЕ 3D МОДЕЛЕЙ В ОБЛАКО

ИЗ КАБИНЕТА ПЕРЕМЕЩАЕМСЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПОМЕЩЕНИЕ, В КОТОРОМ РАСПОЛАГАЕТСЯ ЯЧЕЙКА. ЗДЕСЬ ЖЕ НАХОДИТСЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГРУППА, ЗАНЯТАЯ ИСПЫТАНИЯМИ. ПОЯВИЛАСЬ ВОЗМОЖНОСТЬ УВИДЕТЬ ВСЕ СОБСТВЕННЫМИ ГЛАЗАМИ. ДМИТРИЙ ГОЛИЦЫН, ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР ПРОЕКТА ПРОВОДИТ ТЕСТОВУЮ СИМУЛЯЦИЮ ПРОЦЕССА СВАРКИ ПЛАСТИН И ВКЛЮЧАЕТСЯ В РАЗГОВОР.



На каждом роботе стоит тонкий клиент, который позволяет нам все вычисления на сервер и все вычисления происходят там. Клиент - это ваша разработка?

Да это наша разработка, для каждого робота своя. Это то, что мы называем RTP (Robot Transport Protocol), ставим на робота, забираем с него все вычисления. Это я так, по-простому. Вот прообраз ячейки. Это же позволяет нам подключить бесконечное количество вводного оборудования, делать адаптируемым само изделия.

Вот лежит две заготовки, камера. Сейчас, по сути дела, они как-то лежат. У нас есть зона, по которой видит камера, я вот двигаю, показываю, что заготовки будут лежать, как угодно, то есть система не знает, как они лежат. Я их как-то подвигал, чтобы

вы поняли, что мы не заранее прописали места - мы сейчас убираем первую парадигму классической роботизации, что детали должна лежать в идеальных местах. Сделали фотографию. Дальше, вот наша виртуальная ячейка, она отстроена, все ограничения, все вводные для всех роботов, вот тут другой робот, который у нас не задействован, они понимают своё окружение и могут от своего окружения обсчитывать все возможные траектории.

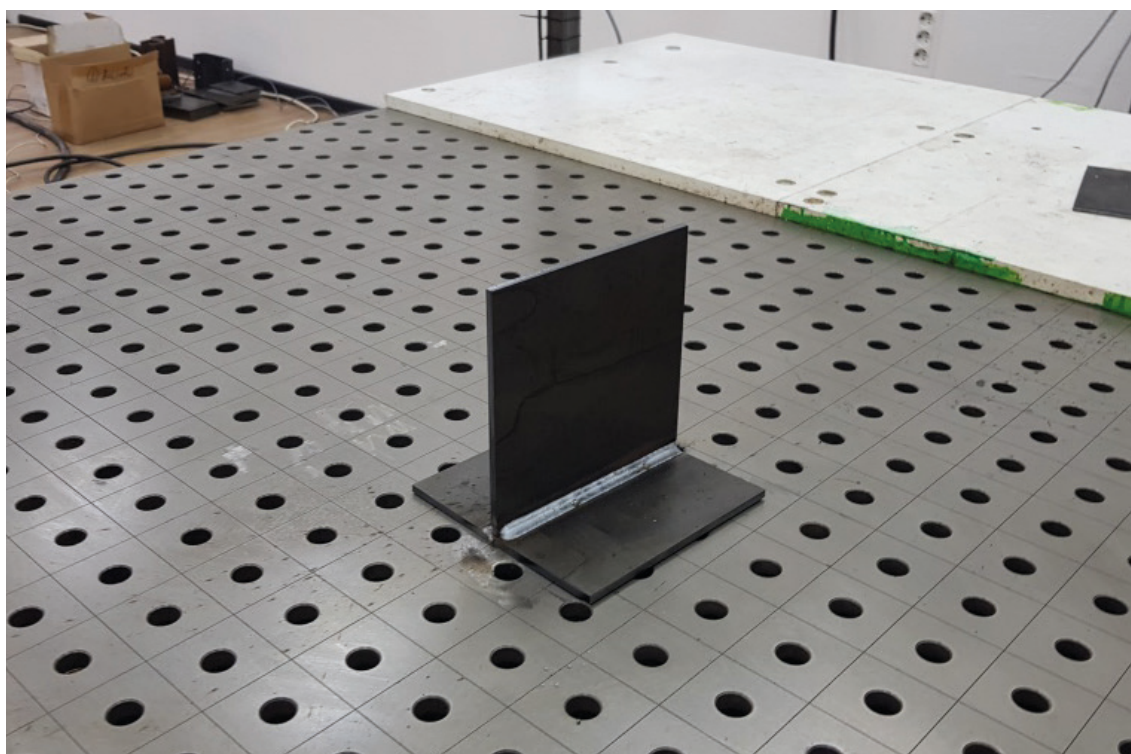
ПО визуализации ваше?

Визуализация частично наша. Софт весь наш, который обсчитывает траектории и решает задачи планирования. Понятно, что мы используем какие-то сторонние технологии для визуализации. Мы загружаем некоторую задачу, задача формулируется в виде

чертежа, в данном случае это просто две металлические пластинки, одна стоит на другой и нужно приварить их. Вот задача. На самом деле, если бы мы это повернули вот так, задав ему новое изделие, для него это было бы абсолютно такое же задание, как загрузил сейчас Дима. Мы нажимаем на одну кнопку, вот эти пластины появились в сцене, так как их распознала камера и сейчас мы видим процесс автоматического построения, решение задач планирования, какой робот должен взять деталь, куда он должен её переместить, чтобы сварщику было удобно заварить, вот оно всё посчиталось.

Но не требуется ли какая-то оптимизация?

Я точно не могу сказать, что мы сейчас находим оптимальное решение. Простор для



РЕЗУЛЬТАТ СВАРКИ
ПЛАСТИН РОБОТАМИ

оптимизации, безусловно, еще есть. И траектория, возможно, не самая оптимальная, но это всё равно в разы быстрее, чем делать это руками. Задачу оптимизации мы будем решать, она есть у нас в планах, только сейчас она нам не нужна. Скорость, с которой все это будет сделано, компенсирует все возможные недостатки. Большая у робота проблема, что он стоит, если мы говорим про разные детали. Первая парадигма - детали лежат свободно, вторая парадигма - чертеж изменен нами на лету, вот мы им выдаем вводную... и мы построили задачу. После того все траектории сгенерированы, нам достаточно нажать одну кнопку, и роботы попробуют сделать изделие.

Из такого вот сервера отправляется заказчику команда?

Безусловно, у заказчика прямо около ячейки стоит компьютер, на котором всё это дело выполняется, чтобы не зависеть от интернета непосредственно в ходе выполнения. Вот он нашел одну деталь, нашел другую, поставил их ровно, как сказали по заданию. На пульте только красная кнопка, чтобы остановить и скорость передвижения робота. Никакого программирования, в классическом понимании, здесь нет. Все делается автоматически. Вот мы сейчас руками двигаем в приблизительное положение деталь, мы ее ставим так, как робот не знает. Или ставим кривую деталь, с неидеальным швом. У нас стоит датчик слежения за швом, датчиков может быть много. Датчик сейчас сосканирует точки, система перестроит траектории и пройдет по нужному шву.

Все эти датчики - это же вы их проектируете и устанавливаете?

Да, тоже мы.

Сколько времени уходит на установку подобной ячейки?

Несколько часов. Но вообще это будет быстро - через несколько месяцев уберем процесс калибровки, доведем его до автоматизма. Уже датчики, камера калибруются автоматически. То есть мы придем к тому, что не нужно будет выезжать на место, мы будем калибровать систему отдельно.

Максим, благодарю вас за содержательное интервью и желаю больших успехов АВAGY!

Редакция выражает благодарность Антону Атрашкину (директору деловой программы ИННОПРОМ) за помощь в организации интервью. ■

ВРАКО создает 2000 управляющих программ за один год вместе с ESPRIT

DP TECHNOLOGY CORP., подготовила АЛЛА СКОБЕЛЕВА

ESPRIT ДОКАЗЫВАЕТ СВОЮ ЦЕННОСТЬ ДЛЯ МАКЕДОНСКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ВРАКО И ПОМОГАЕТ СОЗДАТЬ 2000 УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В ТЕЧЕНИЕ ОДНОГО ГОДА С УЧАСТИЕМ ТОЛЬКО ДВУХ ПРОГРАММИСТОВ.

Основанная в 1947 году в Велесе, Македония, компания ВРАКО выпускает детали для медицинских приборов, дорожных уборочных машин, наземного оборудования аэропорта, аксессуаров для автопогрузчиков, сварных металлоконструкций, небольших гидростанций, телекоммуникационных укрытий и антенных башен. Компания также производит различные проволоочные изделия, включая гвозди, сетку и сварочный кабель. Выпускаемая продукция варьируется от простых шпинделей и фланцев до гидротурбин для домов, однако, большая часть изделий требует 3-осевого фрезерования. Компания в первую очередь использует мягкую сталь, но также и некоторые виды нержавеющей стали и алюминий.

Из-за того, что рынок Македонии небольшой (в стране проживает чуть более 2 миллионов человек), подавляющее большинство (96%) продукции ВРАКО - экспорт. Список клиентов ВРАКО включает в себя

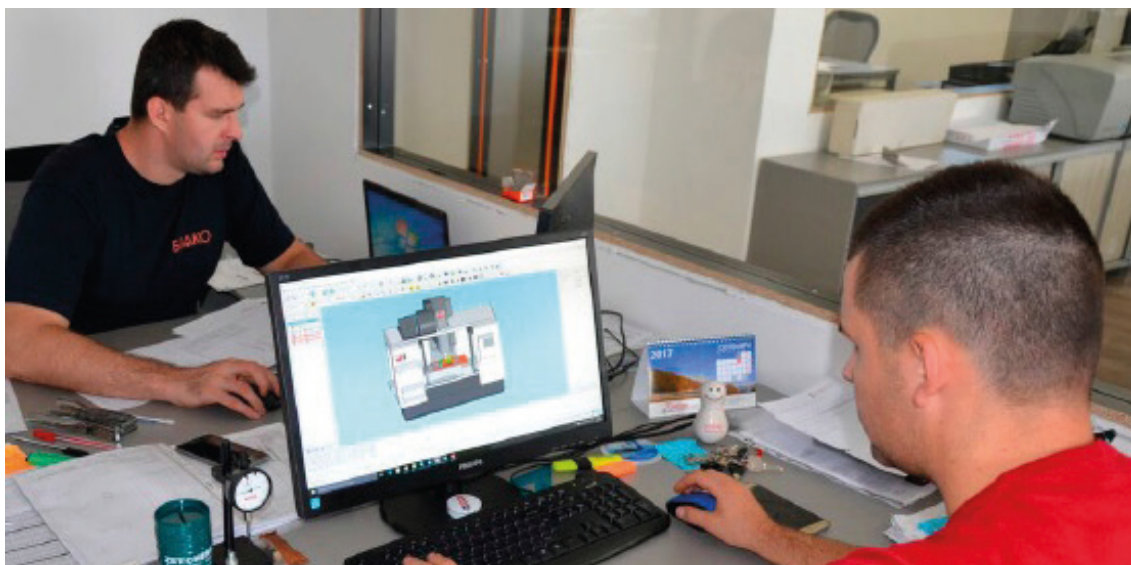
здравоохранительные компании Handicare Group (Швеция) и Invascare (Великобритания), голландского производителя оборудования для аэропортов S-P-S, производителей уличных уборочных машин Green Machine (Австрия) и Biostrada (Италия), австрийского производителя турбин Global Hydro Energy и электроэнергетическую компанию Македонии, EVN. Годовой доход компании с 550 сотрудниками составил около 28 миллионов евро в 2016 году.

ВРАКО обладает парком из трёх фрезерных станков с

ЧПУ - два 3-осевых Takumi и Haas с 3+1 осями и трёх токарных станков - RAIS T250 и два Goodways. У компании также есть сверлильный станок с рабочей плоскостью 6 x 4 x 1,5 метра (19,7 x 13,1 x 4,9 фута) и поворотной осью В, которая может совершать перемещения в направлении Z-оси. Помимо всего перечисленного, в инвентарь ВРАКО входят: ассортимент инструментов для лазерной резки, сгибания труб, листового проката, плазменной резки, координатно-измерительные машины и роботизированная сварочная станция.

ВРАКО ОБРАБАТЫВАЕТ ЛОПАТКУ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ТУРБИНЫ НА 3-ОСЕВОМ ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ TAKUMI





ДВА ИНЖЕНЕРА
КОМПАНИИ BRAKO:
МЕНЕДЖЕР ПРОЕКТА
АЛЕКСАНДР НАУМОВ
И ИНЖЕНЕР-МЕХА-
НИК СЛАВЧО МИ-
ТРОВСКИ

BRAKO начали использовать ESPRIT по рекомендации представителей компании Mazak, которые направили их к местному дилеру CAM - Rapid Progress. «У нас осталось хорошее первое впечатление от ESPRIT», - говорит Александр Наумов, менеджер проекта BRAKO и инженер-механик. «После пробного использования, знакомства с интерфейсом, создания G-кода и обработки наших первых деталей, мы решили, что ESPRIT был лучшим выбором для нас. Мы смогли легко освоить ESPRIT, а также нам была предоставлена отличная техническая поддержка и обучение».

До ESPRIT BRAKO использовали другую CAM-систему и иногда вручную программировали фрезерование простых деталей на станке. «Теперь мы не представляем, как будем осуществлять обработку без ESPRIT», - говорит Наумов. «Самое важное преимущество для нас - это уменьшение времени программирования и увеличение производительности.

С того момента, как мы начали использовать ESPRIT в полной мере, за один год мы стали более чем на 30% продуктивнее в программировании». BRAKO удалось создать более 2000 программ в первый год использования этой CAM-системы, поразительное число, учитывая, что в компании работают только два программиста. «Это доказывает, что ESPRIT очень удобный для пользователя, особенно для обработки аналогичных деталей, которые часто повторяются», - продолжает Наумов.

BRAKO недавно работали над лопатками направляющего аппарата для турбины Френсиса (радиально-осевая реактивная турбина), обработка которых производится в двух операциях - фрезерование, а затем токарная обработка - всё это программировалось с помощью ESPRIT. Деталь достаточно сложная, поэтому на подготовку для производства потребовалось больше, чем четыре дня. Но программирование с ESPRIT заняло менее одного дня.

«Использование широкого спектра стандартных операций обработки в ESPRIT помогает нам легко работать со сложными и необычными деталями», - говорит Наумов. «Мы можем переключать производство с одной детали на другую, а также перемещать изготовление некоторых деталей с одного станка на другой - для этого потребуется всего несколько кликов, чтобы сгенерировать G-код для другого станка».

«Способность определять и сохранять инструменты в базе данных, группировать операции и редактировать процессы обработки делают нас очень гибкими как в программировании, так и в производстве - в этом и состоят преимущества ESPRIT». Что касается планов на будущее, BRAKO намерены приобрести 5-осевой фрезерный станок для обработки рабочих колес ковшовых турбин, которые будут использоваться на небольших гидроэлектростанциях. «Это вызов, но мы справимся вместе с ESPRIT», - говорит Наумов.



The Right Choice



Самая мощная САМ-система

- Работайте с любыми станками с ЧПУ
- Обрабатывайте детали любой сложности
- Используйте сертифицированные постпроцессоры

(812) 408-77-17
www.locniti.ru
www.espritcam.ru

Autodesk Fusion Production: управление фабрикой в эпоху слияния проектирования и производства

СТИВЕН ХУПЕР (STEPHEN HOOPER), старший директор Autodesk по стратегии бизнеса и маркетингу

FUSION PRODUCTION — НОВОЕ РЕШЕНИЕ В СЕМЕЙСТВЕ FUSION. ОНО ПОЗВОЛЯЕТ КОНТРАКТНЫМ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМ ОЦИФРОВАТЬ СВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБЪЕДИНЯЯ ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ, КОНТРОЛЬ ЗА НИМИ И МОНИТОРИНГ ОБОРУДОВАНИЯ В ЕДИНЫЙ ИНСТРУМЕНТ.

Промышленное производство сегодня проходит через небывалое изменение, взаимодействие процессов проектирования и производства создает новые возможности для снижения издержек и сокращения жизненного цикла продукта. Традиционные цепочки поставок заменяются более гибкими сетями, но только для тех компаний, которые могут адаптироваться к этому изменению. А многие до сих пор с трудом поспевают за происходящим в цехах. Я рад сообщить, что мы работаем над новым решением, в основе которого лежат облачные технологии и интернет вещей, — оно должно будет решить задачи, связанные с тем, что мне нравится называть «уберизацией» производства. Мы называем это решение Fusion Production.

Это не ПО для управления «старомодным» производством: новый подход, построенный в нашем облаке, дает возможность любому члену команды из любого места работать с данными в режиме реального времени. Это поможет сократить жизненный цикл продукта, позволяя быстрее реагировать на возникающие требования и возможности и решать давние проблемы проектирования и разработки продукта совершенно новыми методами.

Сделаю небольшое отступление. По мере того как мы движемся в сторону следующей индустриальной революции, шума вокруг производства и индустрии 4.0 быстро перемещается от хайпа к реальности. Первопроходцы сейчас внедряют цифровые страте-

гии, использующие облачные вычисления, аналитику больших данных и промышленный интернет вещей (IIoT). Таким образом они начинают свой путь в умное производство. При этом стоимость внедрения до сих пор является значительной даже для крупных компаний, не говоря уже про средний и малый бизнес. А получение знаний о том, с чего начать и какие действия необходимо предпринять, может стать огромной задачей.

Я встречался с представителями производств в разных странах и слышал о трудностях, с которыми они сейчас сталкиваются. Общим вопросом является отсутствие понимания того, что происходит на производстве, начиная от менеджеров и заканчивая цехами, от обзора статуса про-

изводства до возможности отслеживать историю данных, которые могут помочь в принятии решений для улучшения производительности. Мы хотели придумать что-то, чтобы помочь сделать их предприятия более гибкими и эффективными.

Введение во Fusion Production

Fusion Production — новое решение в семействе Fusion. Оно позволяет контрактным производителям оцифровывать свое производство, объединяя планирование работ, контроль за ними и мониторинг оборудования в единый инструмент. Для решения этой задачи Fusion Production предоставляет такие возможности, которые не могли бы дать инструменты управления производством более раннего поколения. Это решение обеспечивает полную

прозрачность всей цепочки поставок, в том числе в случаях, когда изделия пересекают границы организаций. Стоимость развертывания и настройки, как правило, является частью расходов при приобретении локально устанавливаемого ПО. В нашем случае речь идет и о мобильном доступе в сочетании с облачными сервисами. Благодаря аналитике, построенной на данных с производства и IoT, менеджеры на предприятии могут использовать данные, собранные в процессе производства, и в режиме реального времени отображать их для каждого участника цепочки поставок. Проектировщики смогут видеть последующие технологические процессы и усовершенствовать дизайн в соответствии с возможностями производства. Fusion Production позволяет объединить людей, данные и

оборудование для повышения продуктивности и гибкости в удовлетворении спроса. Представляя Fusion Production, мы фокусируемся на трех основных вещах — данных, процессах и доступе.

Работа с данными

Нередко команды проектирования, производства и эксплуатации находятся в разных городах или странах. Это усложняет возможность своевременной коммуникации между основными участниками проекта. Fusion Production предоставляет информацию из цеха в режиме реального времени для мониторинга выполняемых работ. Благодаря этому территориально распределенные команды могут немедленно получать информацию о производстве в любое время из любого места. Вам нужно максимизировать

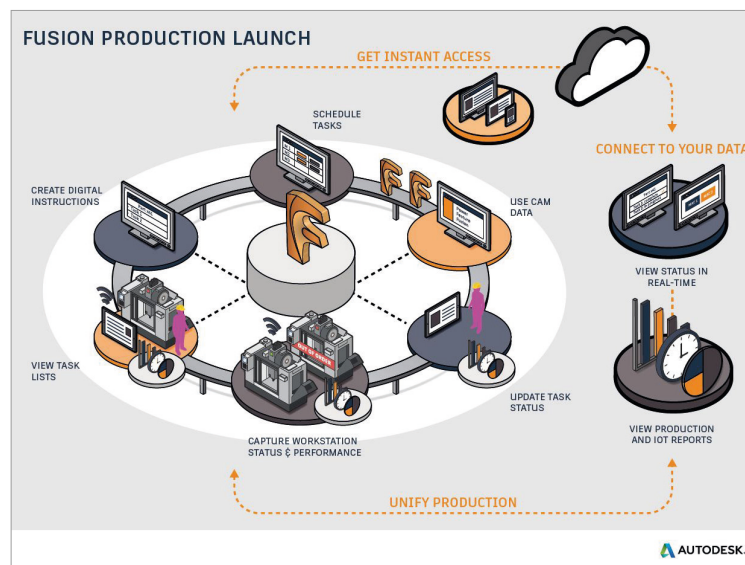


загрузку или определить сроки производства при запросе цены? Можно легко получить доступ к производственным отчетам, текущим очередям заданий и общим данным по загрузке производства. Возможность подключения к данным в режиме реального времени также позволяет членам команды находить и исправлять ошибки, если они происходят, получать больше информации о производительности, помогающей улучшить показатели качества и сократить время простоя.

Объединение производственных процессов

Мы установили, что зачастую возникают сложности с получением доступа к необходимым данным, таким как простой станков, изменение продолжительности цикла обработки, задержки и проблемы с качеством. Fusion Production использует общую облачную среду с единым инструментом для сбора, объединения и демонстрации данных с различных частей производства и станков с ЧПУ, используя промышленный интернет вещей. Это общее пространство данных помогает команде определять неэффективные процессы и предлагает решения по улучшению производительности.

Теперь пользователи смогут отправлять данные о производстве непосредственно из Fusion 360, PowerMill или FeatureCAM в Fusion Production в виде цифровых



рабочих инструкций.

Брайн Лагранж (Bryan Lagrange) из Mezco Fabrication рассказал: «Мы — небольшое производство, поэтому нашей команде приходится заниматься многими вещами одновременно. Иногда нам нужно встретиться с клиентами на их предприятии. Будучи облачным приложением, Fusion Production позволяет нам просматривать и редактировать загрузку цеха вне зависимости от того, где мы находимся. Мы постоянно пытаемся найти самые эффективные и доступные по цене способы развития бизнеса. Нам нравится быстрое, простое, надежное и доступное ПО. Fusion Production вместе с Fusion 360 позволяют нам с легкостью интегрировать данные CAD и CAM с процессами, процедурами и расписанием ежедневных операций на производстве».

Мгновенный доступ

Будущее умного производ-

ства невозможно без облачных технологий. Имея мгновенный доступ к ресурсам, пользователи могут внедрять новые способы работы и быстро реагировать на изменения в производстве.

Мгновенный доступ также означает, что дни, когда нужно было заранее планировать и устанавливать обновления на каждом компьютере и устройстве на производстве, остались в прошлом. С Fusion Production доступ к данным осуществляется с использованием последней версии ПО, что помогает пользователям избежать потенциальных потерь в производительности.

В течение некоторого времени Fusion Production находился в работе в режиме закрытого тестирования. Я ужасно рад тому, что наконец имею возможность рассказать об этом миру. Он пока не доступен для приобретения, но мы планируем поделиться более подробной информацией в начале 2018 года.

Siemens NX CAM: agile для станка

АЛЕКСЕЙ ГРАНКИН

НАЛИЧИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ДАЖЕ ОДНОГО СОВРЕМЕННОГО СТАНКА С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ — ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ЭТО ОДНОВРЕМЕННО И КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО, И ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ВЫЗОВ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРОДВИНУТЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ ТРЕБУЕТ ПОДХОДА, КОТОРЫЙ СУЩЕСТВЕННО ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ КЛАССИЧЕСКОГО. ПОМИМО ОЧЕВИДНОЙ НЕОБХОДИМОСТИ ОБЕСПЕЧИТЬ ТРЕБУЕМОЕ КАЧЕСТВО ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ВАЖНО ЗАДЕЙСТВОВАТЬ 100% ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНКА, ДОБИТЬСЯ ОПТИМАЛЬНОЙ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТА, А ТАКЖЕ ОБЛАДАТЬ ВОЗМОЖНОСТЯМИ БЫСТРО ПЕРЕОСНАЩАТЬ СТАНОЧНЫЙ ПАРК НА ПРОИЗВОДСТВО СЛЕДУЮЩЕЙ ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ. В СОВРЕМЕННОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ ТАКАЯ «ЛЕГКОСТЬ НА ПОДЪЕМ» И ГОТОВНОСТЬ К ЛЮБЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ НАЗЫВАЕТСЯ AGILE.

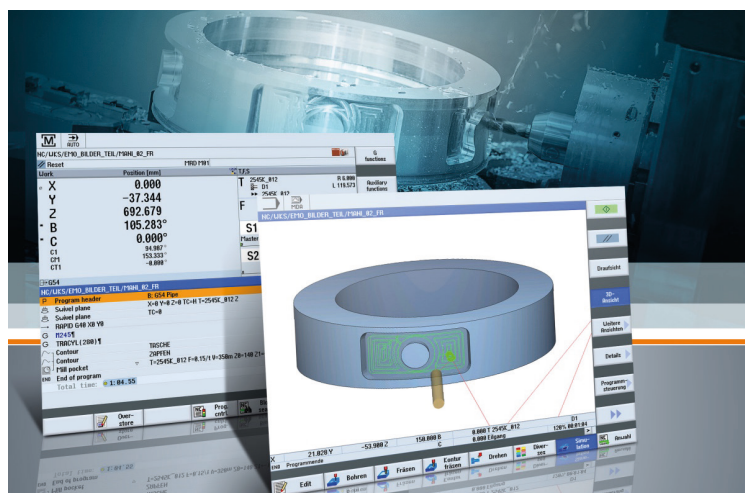
Agile как бизнес-культура вполне применима для производственных предприятий — не будем забывать, что эту практику впервые внедрили на заводах корпорации Toyota. Но в рамках производств, где задействовано продвинутое обрабатывающее оборудование, agile начинается совсем не в цехах. Гибкость и готовность к изменениям закладываются на софтверном уровне — в рамках Siemens NX CAM. Это очень функциональный программный комплекс, который поддерживает полный цикл создания изделий — от написания программы для станка до процесса оптимизации обработки, которая заставляет работать режущий инструмент в самых производительных режимах и сокращает время на обработку на 15-20%.

Далеким предшественник нынешнего NX CAM был раз-

работан на заре эпохи производства и внедрения станков с числовым программным управлением. В середине 1960-х платформу разработала небольшая компания United Computing — и ее практически сразу же купила авиастроительная компания McDonnell Douglas. Это обстоятельство во многом предопределило вектор развития продукта: авиастроители требовали от платформы гибкого подхода к техпроцессам, быстрого переоснащения

станков и возможности настраивать оборудование для работы с самыми сложными материалами. Вместе с покупкой стартапа McDonnell Douglas получила конкурентное преимущество. Благодаря автоматизации комплекса работ по созданию чертежей и документации, описание технологии создания изделия и получение прототипа на станке у McDonnell Douglas занимали считанные часы, в то время как другие авиаконцерны убивали на аналогичную работу месяцы.

ГИБКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА, НА КОТОРОМ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ СТАНКИ С ЧПУ, ЗАКЛАДЫВАЕТСЯ НА ПРОГРАММНОМ УРОВНЕ — С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА NX CAM





РЕЖИМ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЗА – ЕЩЕ ОДИН РЕСУРС ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТАНОЧНОГО ПАРКА

На данный момент NX CAM вырос в комплексное решение для производств, где задействованы станки с ЧПУ.

В него входят:

- развитые средства программирования, которые поддерживают возможности как достаточно простых станков, так и возможности станков для многокоординатной обработки;
- автоматизация программирования с применением передовой технологии на основе распознавания элементов (FBM); позволяет сократить время создания программ для обработки на станках с ЧПУ до 90%;
- постобработка и имитационное моделирование на основе G-кода, что позволит обойтись в процессе моделирования без других приложений;
- удобный и наглядный графический интерфейс с воз-

можностями выбора инструмента и отслеживания траектории его движения;

- автоматизированное создание документации: чертежи наладки по данным из 3D-модели изделия;
- интеграция NX с системой управления данными и процессами Teamcenter для управления всеми типами данных, начиная от 3D-моделей и заканчивая картами наладки, перечнем инструментов, а также файлами управляющих программ для станков с ЧПУ.

Очевидно, что реализовать все преимущества NX CAM на производстве нереально без обучения и технической поддержки инженеров компании-разработчика. В российском офисе Siemens работает профессиональная команда, которая занимается внедрением и учит персонал заказчика правильно использовать всю

функциональность пакета NX CAM.

По наблюдениям инженеров по внедрению со стороны Siemens, существует прямая зависимость эффективности производства от правильности использования продукта. Сначала программистам, операторам станков и технологам производства рассказывают о возможностях конкретных модулей платформы. Следующий этап — полноценный консалтинг, в рамках которого инженеры Siemens с применением фирменных методологий в рамках NX CAM повышают производительность станочного парка. В ряде случаев этот параметр может вырасти на 20%. То есть, если на производстве уже работают четыре станка, оптимизация позволяет заказчику обойтись без покупки пятой единицы оборудования и сэкономить от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов евро.

NX CAM ПОМОГАЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СЛОЖНЫЕ МНОГОКООРДИНАТНЫЕ СТАНКИ В ПОЛНУЮ СИЛУ



Кому нужен NX CAM:

Предприятие, где есть хотя бы один станок с числовым программным управлением, так или иначе задумывается о его эффективном использовании, поскольку это дорогое оборудование, которое должно себя окупать.

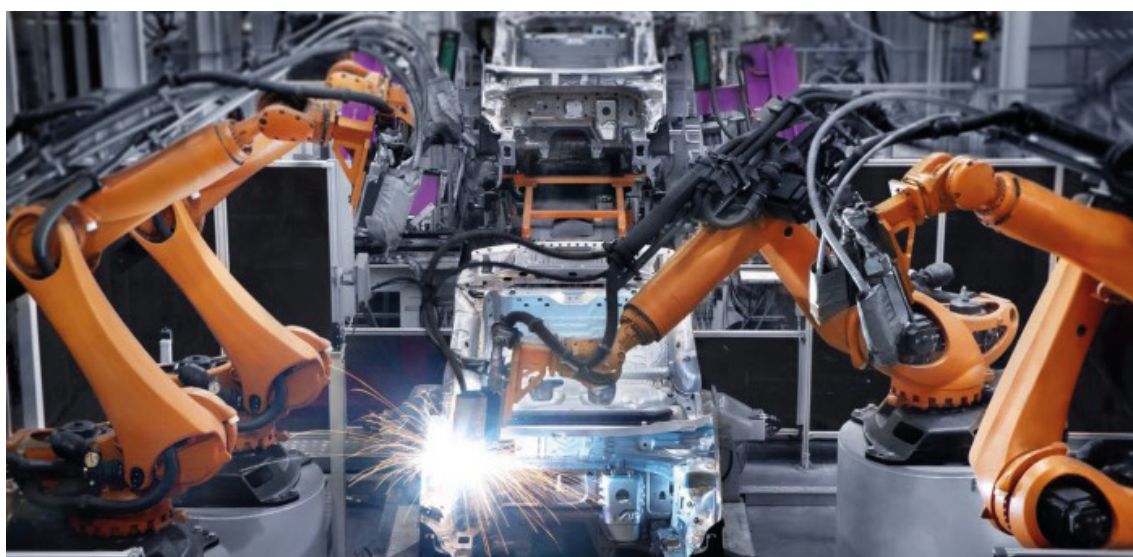
Как же определить, что вам нужен NX CAM?

NX CAM вам нужен, если:

- станок работает на 10-20% от своих возможностей;
- у многошпиндельного станка задействован только один шпиндель;
- у вас есть токарно-револьверные станки. Вполне вероятно, что в рамках производства они не используются в полную силу;
- нужен оптимальный рез.

Он помогает экономить ресурс инструментов и сокращать количество времени, требующееся на обработку одного изделия;

- на предприятии есть проблемы с выполнением заказа. Они могут выражаться в нестабильном качестве или в нарушении сроков исполнения заказа.



Уникальное решение для создания конструкторской и технологической документации в NX

МАКСИМ ЛИПИН

ДАННАЯ СТАТЬЯ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ОБЗОР НОВОГО ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ КОМПАНИИ NS LABS «ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ», ПОЗВОЛЯЮЩЕГО ФОРМИРОВАТЬ КОНСТРУКТОРСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТЧЕТЫ В СИСТЕМЕ NX БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ УСПЕШНОГО ПРИМЕНЕНИЯ NX НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПРЕДЕЛИЛ ЛИДИРУЮЩИЕ ПОЗИЦИИ ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ SIEMENS СРЕДИ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА. ШИРОКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ NX, ОБУСЛОВЛЕННОЕ ВЫСОКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ И ГИБКОСТЬЮ СИСТЕМЫ, ВЫЗВАЛО ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРЕС ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ К ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ NX В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТОВ. РАСТУЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ РОССИЙСКИХ ИНЖЕНЕРОВ В БЫСТРОМ, ТОЧНОМ И ЭФФЕКТИВНОМ ФОРМИРОВАНИИ КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТЧЕТОВ НЕПОСРЕДСТВЕННО В СРЕДЕ NX ВОДХОНИЛА РАЗРАБОТЧИКОВ КОМПАНИИ NS LABS НА СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ».



Принципы и особенности приложения «Техническая документация»

Ни для кого не секрет, что наряду с задачами по разработке 3D-моделей, технологических процессов и созданию управляющих программ перед

специалистами инженерных служб ставятся задачи по формированию различной сопроводительной документации. Зачастую требования к отчетной документации российских государственных и отраслевых стандартов, а также стандартов предприятий выходят за рамки штатного функционала NX. Как правило, это решается оформлением документации в специализированных системах САПР либо в офисных программах приложениях. Применение большого количества систем САПР, не интегрированных друг с другом, создает комплексное негативное влия-

ние на рабочий процесс подразделения. Технологические данные в разрозненных системах неоднократно дублируются и корректируются вручную, что увеличивает вероятность возникновения ошибок и, как следствие, приводит к увеличению времени подготовки производства. Несоответствие данных в системах может стать одной из причин возникновения производственного брака. Поэтому сотрудники инженерных подразделений вынуждены осваивать дополнительные системы, для чего требуются существенные затраты.

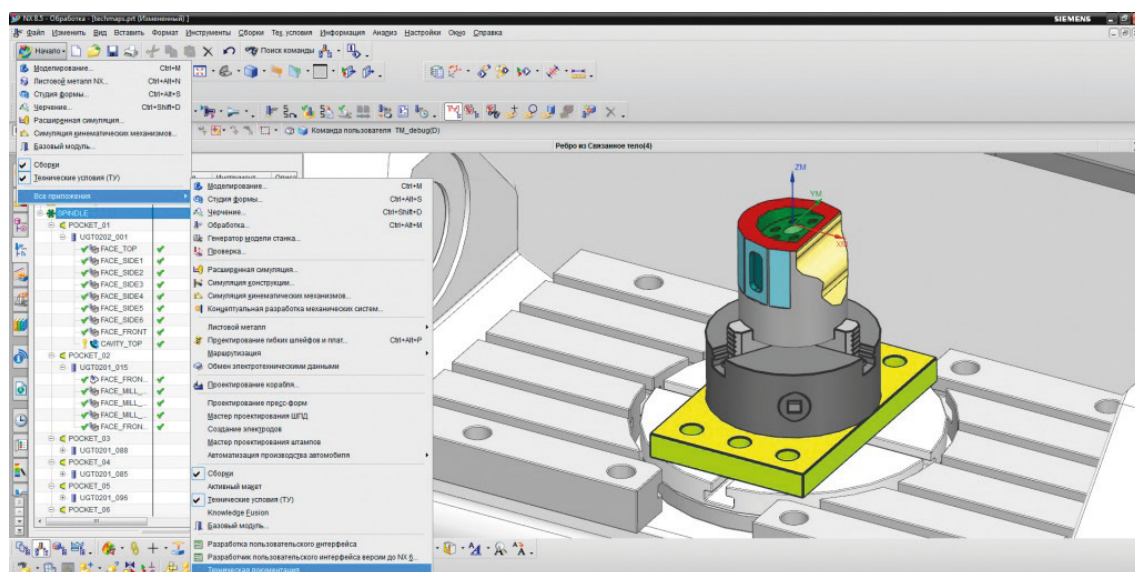
Программный модуль «Техни-

ческая документация» представляет собой специализированное приложение системы NX, содержащее инструменты для разработки различной технической документации, соответствующей ГОСТ, ОСТ и СТП, а также любому другому формату по желанию заказчика, в единой среде NX. В основу работы модуля заложен принцип формирования документации на основе шаблонов отчетных форм, создаваемых в модуле NX Drafting, Word или Excel, в которых с помощью переменных задается вся необходимая для отображения информация, а также положение различных полей отчета и стиль текста. Правила и алгоритмы построения отчетных форм описаны в документации к модулю на каждый предоставленный отчет. Зная эти правила, пользователи или администраторы, не обладающие навыками программирования, смогут самостоятельно изменять шаблоны, а также создавать собственные. Документация, формируемая в программном модуле, разработа-

тывается с высокой степенью автоматизации, настолько, что участие специалиста в процессе требует минимального количества действий. Другими словами, пользователю необходимо определить лишь те данные, которые не содержатся в NX. Значительная часть конструкторской и технологической информации имеет ассоциативную связь с данными проекта NX. Изменения, проводимые в проекте NX, наследуются в модуле «Техническая документация». Это не требует постоянного отслеживания актуальности данных, что экономит время специалиста и полностью исключает вероятность возникновения ошибок в документации при корректировке проекта. Кроме того, в программном модуле предусмотрена возможность организации общей базы данных для всех сотрудников, построенной с использованием общепризнанной системы SQL Server, а также инструмент для ее администрирования из интерфейса приложения, позволяющий оперативно

вносить в базу новые ресурсы, появляющиеся на предприятии, с целью их дальнейшего повторного использования. Интерфейс программного модуля «Техническая документация» разработан с учетом всех привычных пользователю приемов работы в стандартных приложениях системы NX. Поддерживаются такие незаменимые функции, как «drag and drop», контекстное меню, использование «горячих клавиш» и многие другие. Также в диалоговых окнах приложения используются знакомые пользователю NX значки, выпадающие списки и контекстные комментарии, благодаря чему у специалиста не возникнет трудностей в освоении приложения. В целом, по экспертным оценкам приложение «Техническая документация» позволяет сократить время на разработку отчетов почти в 5 раз, по сравнению с разработкой в сторонних САПР системах, и в 10 и более раз по сравнению с разработкой документации в офисных приложениях.

ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В МЕНЮ NX

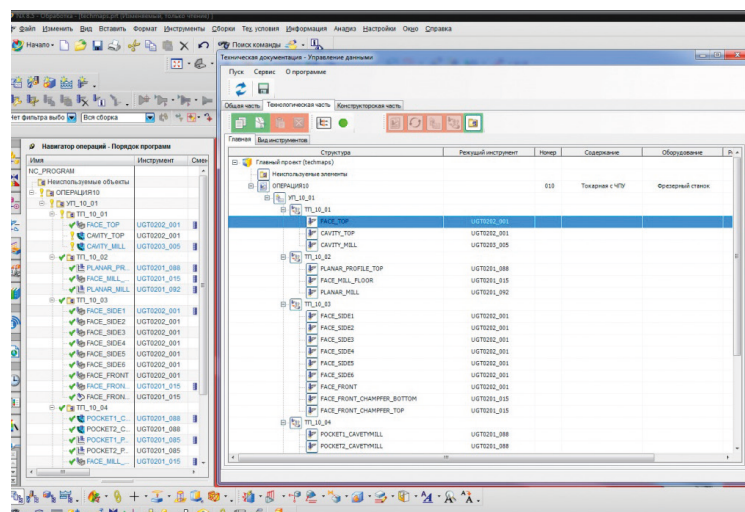


Конструкторские данные и спецификация в NX

Программный модуль «Техническая документация» содержит целый ряд функциональных особенностей, направленных на автоматизацию некоторых рутинных процессов. К примеру, в различных отраслях машиностроения могут применяться определенные стандарты, регулирующие правила обозначения деталей и сборочных узлов, например, разделение шифра на подтипы применения в конечном изделии. Модуль позволяет автоматически задавать атрибуты детали в соответствии с указанными пользователем правилами именования. Это может быть полезно для организаций, применяющих такие стандарты для обозначения деталей и сборочных узлов.

Немаловажной для инженера-конструктора является функциональность, позволяющая выполнять проверку на уникальность по базе данных, тем самым исключая создание различных деталей с одним обозначением. Кроме того, в приложении компании NS Labs предусмотрена возможность заполнения основной надписи чертежа для любого формата и ориентации листов на основе выбранной детали, все необходимые данные для штампа извлекаются из математической модели и/или из настроек модуля.

Создание спецификации в NX также не потребует много времени. Для формирования документа на сборочную единицу достаточно только выбрать необходимый узел и настроить в



СОСТАВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

специальном окне подгруппы компонентов (сборочные единицы, детали и др.). Состав спецификации сохраняется в NX и далее может редактироваться по необходимости. Кроме того, в модуле предусмотрена функциональность удобного создания и редактирования технических требований чертежа путем быстрого выбора в специальном окне часто используемых формулировок или их записи вручную. Конструкторская часть модуля постоянно расширяется, и сейчас ведется работа над реализацией формирования извещений об изменении с автоматическим добавлением информации в чертеж.

Структура техпроцесса и технологические карты

Программный модуль «Техническая документация» включает в себя широкую функциональность по управлению технологическими данными в среде NX. Прежде всего, речь идет о поддержке создания полной структуры технологического процесса изготовления с указанием специальных объектов, таких как Опера-

ция, Технологический переход, Вспомогательный переход, а также данных для каждого из них. Структуру можно создавать как вручную отдельными объектами, так и автоматически с помощью шаблона, установленного администратором. При этом пользователю не придется запоминать специальные правила или вручную назначать атрибуты объектов — все это сделает модуль. Предполагается работа двумя способами — как с новым, так и с ранее подготовленным и загруженным проектом обработки в NX. В первом случае сначала создается структура технологического процесса и операций, затем для каждой из операций ЧПУ разрабатывается траектория обработки и управляющая программа в NX в обычном режиме создания траекторий. Если же пользователь загрузил уже разработанный проект обработки в NX, ему останется только создать структуру техпроцесса и распределить траектории в необходимые операции. При этом данные проекта обработки становятся ассоциированными со связанной операцией: ин-

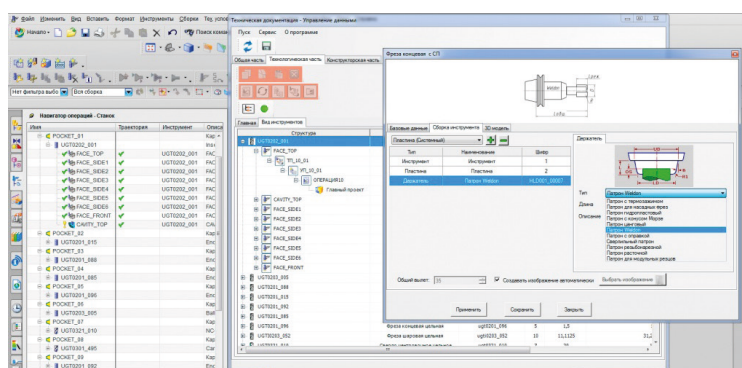
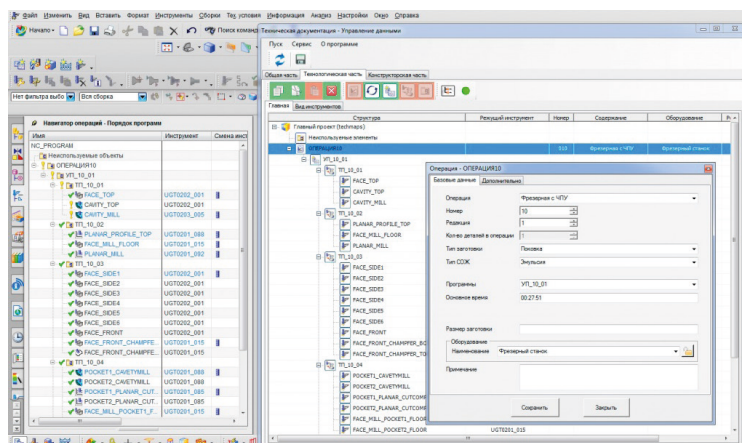
УПРАВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ОПЕРАЦИИ

струмент, режимы, время обработки считываются из проекта NX напрямую. Разработанный техпроцесс сохраняется и при повторном запуске NX воспроизводится из сохраненного проекта.

Коллекции данных, такие как классификатор операций, оборудования, измерительного инструмента и многие другие, пользователь может оперативно выбрать из записанных в базу данных, а в случае с оборудованием есть возможность считать из проекта, если в нем используется виртуальный симулятор. Кроме того, приложение поддерживает создание полноценной сборки режущего инструмента, включая держатели, насадные головки, удлинители, пластины и другие. Функциональность модуля также позволяет создавать собственные инструментальные сборки, например, при использовании сложного, специального или нестандартного инструмента. Работая в модуле, пользователь может выбрать доступные типы составных компонентов из списка (пластины, держатели и др.) и добавить их в необходимый инструмент, при этом каждому добавленному компоненту можно присвоить шифр по каталогу и наименование. Стоит отметить, что в штатной поставке приложения «Техническая документация» в библиотеку уже занесены основные типы наиболее распространенных компонентов, а также доступна функциональность создания новых на уровне администратора. Сейчас ведется работа над созданием

УПРАВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАМИ ТЕХПРОЦЕССА

ПРИМЕР ОТЧЕТА. ВЕДОМОСТЬ ИНСТРУМЕНТОВ



№ п/п	Наименование инструмента и шифр	Наименование операции		Номер операции		Наименование оборудования		Лист	
		Фрезерная с ЧПУ	ДНО	Фрезерная с ЧПУ	ДНО	Фрезерная с ЧПУ	ДНО	Лист	Листов
1	Insert Cutter 40 mm	Фрезерная с ЧПУ	40	36,9	4	2228 мм/мин	0,01 мм/мин	0,249	34,03
	HE0007_00007	Пластина							
	HE0007_00007	Патрон MiniBot							
2	Ball End 12 mm	Фрезерная с ЧПУ	12	26	4	2228 мм/мин	0,01 мм/мин	0,142	44,03
	HE0007_00002	Патрон MiniBot							
	HE0007_00002	Инструмент							
3	End mill 10 mm	Фрезерная с ЧПУ	10	30	4	2228 мм/мин	0,01 мм/мин	0,031	66,7
	HE0007_00006	Патрон MiniBot							
	HE0007_00006	Инструмент							
4	End mill 10 mm	Фрезерная с ЧПУ	10	23	4	2228 мм/мин	0,01 мм/мин	0,040	68,7
	HE0007_00009	Патрон MiniBot							
	HE0007_00009	Инструмент							
Разработчик Имя		Дата		Статус		Не утверждено		№ ред	
КНИ		Карта наладки инструмента						1	

пользовательской библиотеки инструмента в базе данных с возможностью загрузки в NX. Вся информация, заданная пользователем в приложении, а также считанная из проекта NX, становится источником данных для формирования различных типов отчетов. На текущий момент реализованы такие отчеты, как Ведомость Инструмента, Ведомость Оснастки, Карта наладки на деталь, а также Ведомость Программ-

ных Нолей. Однако ключевая ценность модуля — это возможность редактирования и создание шаблонов отчетов конечными пользователями без обращения к разработчикам. Каждая новая версия приложения «Техническая документация» расширяет функциональность приложения, делая его незаменимым инструментом для повышения эффективности конструкторско-технологической подготовки производства.

Особенности и преимущества системы ADEM в области создания управляющих программ для станков с ЧПУ

ДАНИИЛ ЗИНЧЕНКО

НА НАШ ВЗГЛЯД, НАИБОЛЕЕ ЦЕНЕН И ИНТЕРЕСЕН ИМЕННО ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТОЙ ИЛИ ИНОЙ САМ-СИСТЕМЫ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА. С ОПИСАНИЯ ТАКОГО ОПЫТА МЫ И НАЧНЕМ СТАТЬЮ О ДОСТОИНСТВАХ СИСТЕМЫ ADEM В ЧАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЧПУ-ОБРАБОТКИ.

Опыт на АО «РСК «МиГ» Производственный комплекс №2 г. Москва

В период выбора системы для автоматизации составления УП для ЧПУ перед специалистами АО «РСК «МиГ» Производственный комплекс №2 стояли задачи обработки таких деталей как гермоостенка откидной части фонаря и фланцевой панели. Сложность состояла в том, что имеющаяся на предприятии САМ-система вычисляла неоптимизированную траекторию обработки. Из-за несогласованности подач и глубины резания на каждом отдельном участке траектории станок вынужден был аварийно прекращать обработку — в местах смены траектории нагрузки на приводы станка чрезмерно возрастали из-за возрастающих сил резания.

При обработке этой детали из высокопрочной нержавеющей стали ЭП-817 на станке Willemmin-Macodel M-920 по управляющим программам, рассчитанным в имеющейся САМ-системе, защита станка отключала привод при использовании фрез диаметром больше 20 мм (30% перекрытие и на 2 мм в глубину). После перерасчета управляющих программ в ADEM, тот же станок обрабатывал деталь фрезами диаметрами 50 мм (30% перекрытие и на 2,5 мм в глубину) и 32 мм (100% перекрытие и на 4 мм в глубину), при этом, согласно показаниям штатным датчиков нагрузки, нагрузка на приводы по координатам X, Y и Z составляла 15-20%, а на шпиндель 25-30% при допустимом значении 80%.

Грамотно написанный и отлаженный постпроцессор существенно упрощает работу технолога-программиста. Например, для пятикоординатного станка Handtmann UBZ300 и Willemmin-Macodel 508, которые установлены на «РСК «МиГ» ПК №2 при переходе из одной зоны обработки в другую с разными угловыми положениями постпроцессор автоматически формирует управляющую программу с безопасными перемещениями из одного углового положения в другое, по заданному алгоритму. Во время позиционной обработки по схеме «3+2» или непрерывной пятикоординатной обработки (в том числе и при фиксированных углах наклона инструмента) постпроцессор автоматически «определяет», когда нужно зажать или

отпустить тормоза приводов угловых осей.

На «РСК «МиГ» в свое время была на практике отработана функция контроля постоянной толщины стружки. Об этой функции и о ее важности будет написано ниже. А сейчас хотел бы отметить практическое значение функции выдерживания постоянной толщины стружки. Управление подачей осуществляется именно по принципу выдерживания постоянной толщины стружки, а это является определяющим требованием при высокоскоростной обработке. Применяемый алгоритм позволяет выдерживать постоянную нагрузку на инструмент и приводы станка на протяжении всего времени обработки! Так, в конкурентной системе, которую нам предлагали использовать, при высокоскоростной обработке зона торможения в углах задается как процент от диаметра инструмента; изменение подачи тоже задается в процентах. А так как геометрия углов разная, при обработке нагрузка на приводы станка (станок MWM920) резко изменялась — более чем на 20%. При этом обработка детали останавливалась в аварийном режиме, поскольку станок такие скачки нагрузки «воспринимает» как удар.

После получения управляющей программы из системы ADEM, где величина подачи изменяется для обеспечения условия сохранения постоянства толщины снимаемой стружки в каждый момент, колебания нагрузки на приводы составляли не более 5%. В результате станок мог

работать автономно, без корректировок подачи оператором вручную. Да и вообще, мое мнение таково: любая САМ-система, где определение каких-либо параметров резания задается в процентах, является устаревшей и несоответствующей современным требованиям. Тем не менее такой подход, к сожалению, характерен для большинства САМ-систем.

Производственный комплекс №2 «РСК «МиГ» занимается изготовлением элементов планера и фюзеляжа самолета. Следовательно, имеет дело с обработкой сложнопрофильных деталей с криволинейными поверхностями, которые в основном изготавливаются из труднообрабатываемых материалов: нержавеющей стали и титанов. Так вот касательно точностных характеристик элементов обрабатываемых деталей, можно отметить следующее — система ADEM позволяет задавать обработку любых геометрических моделей и получать детали по 7-му качеству точности только лишь с помощью операций фрезерования. То есть без прибегания к операциям абразивной обработки, таким как шлифование, полирование, доводка и пр. Примером служит получение сферической поверхности клапанной заслонки гидросистемы самолета с полем допуска в 21 микрон! Другой пример — изготовление шпангоутов с обводообразующими поверхностями - свободное попадание в поле допуска $\pm 0,02$ мм.

Свидетельством того, что разработчики ПО ADEM ориентируют свой продукт на задачи

и потребности технологов-программистов каждого отдельного предприятия-пользователя служит факт добавления некоторых опций в функционал по техническому заданию специалистов «РСК «МиГ». Помимо этого специалисты ГК ADEM реализовали такие требования предприятия как:

- Схема винтовой выборки колодцев, которая позволила нам обрабатывать тонкостенные детали — толщина стенок и полок равна 2мм (при консольном закреплении заготовки на расстоянии до 500 мм от места крепления!!!) ;
- Изменение глубины фрезерования через заданное время либо на каждом проходе для увеличения периода стойкости инструмента при обработке труднообрабатываемых материалов (а именно — нержавеющей стали и титанов);
- Зонная обработка для станков, не имеющих задней бабки;
- Нарезание резьбы инструментами с профилем, отличающимся от профиля резьбы (обработка шнеков на токарных станках).

Благодаря внедрению САМ-системы ADEM удалось сократить время обработки на 45-55%, уменьшить расход инструмента не менее чем в 2 раза, уменьшить расход электроэнергии примерно в 2 раза. Применение алгоритмов ПО ADEM в реальном производстве позволило нам значительно увеличить производительность оборудования и

достичь скорости съема материала по алюминиевым сплавам до 140 кг/час, а по высокопрочным нержавеющей сталью — 18 кг/час!

Опыт на АО «ЗЭМ «Энергия» имени С. П. Королева» г. Королев, Московская область

На предприятии РКК «Энергия имени С. П. Королева» возникла необходимость обработки камеры стыковочного узла космической станции. Обработка этой камеры изначально планировалась на станке с поворотным столом (вращение по оси С) и поворотным шпинделем (вращение по оси В). Оказалось, что рабочее пространство станка было недостаточных размеров, чтобы вместить такую крупногабаритную деталь, а обработать ее нужно было инструментом с большим вылетом, позволяющим добраться до всех поднутрений. И эта задача была также решена с помощью постпроцессора, который обеспечил синхронное перемещение инструмента одновременно по двум осям: поступательное движение в направлении углубления отверстия и разворот инструмента, так чтобы не было столкновения с кромкой отверстия на детали. То есть была осуществлена наиболее оптимальная синхронизация линейных и круговых перемещений инструмента.

В результате, предприятие сделало выбор в пользу именно нашей системы.

Опыт на АО «Конструкторское бюро химической автоматики» г. Воронеж

Одной из проблем, с которой мы столкнулись в «Конструкторском бюро Химической автоматики» (КБХА, г. Воронеж) - отсутствие опции контроля положения инструмента при работе с осями вращения и вывод в УП координат, функционально зависящих от параметров вылета инструмента. Предприятие приобрело 5-ти координатный токарно-фрезерный станок с приводным инструментом и качающимся шпинделем. Станок имел существенный технический изъян — при переключении в режим фрезерования он терял ранее выбранную систему координат детали. То есть невозможно было осуществить фрезерную обработку — сбивались все заданные корректоры на инструмент, терялась траектория, следовательно, станок начинал бесконтрольные перемещения, возникал риск столкновения с неподвижными узлами в рабочей зоне. Для решения проблемы был создан специальный постпроцессор, который выдавал на стойке с ЧПУ запрос, обязывающий оператора заново осуществить обмер детали щупом, задать новую систему координат и внести соответствующие данные в пустые поля запроса.

Опыт на «НАПО имени В. П. Чкалова» г. Новосибирск

В целях повышения эффективности использования высокотехнологичного дорогостоящего оборудования, увеличения производительности и улучшения качества изделий компаниями ОАО «ГСС», ОАО «НАПО им. В.П. Чкалова» и Handtmann

Automation был инициирован проект по оптимизации стратегии и маршрута обработки на примере детали «Рама переплета боковая левая». Со стороны ОАО «ГСС» и ОАО «НАПО им. В.П. Чкалова» была представлена деталь для тестового внедрения, технические характеристики детали, информация о текущих проблемных участках детали, информация о текущей стратегии обработки, данные о текущем времени обработки, оборудование и подсобные материалы (оснастка, инструмент) для проведения испытаний. В качестве основных задач проекта были обозначены: снижение чистого рабочего времени, устранение необходимости механической доработки детали после снятия со станка, снижение времени вспомогательных работ и повышение качества обработки детали. Достигнутые результаты проекта помогают из расчета на 1 изделие:

- Сократить рабочее время операторов приблизительно в 2-3 раза;
- Сократить амортизацию и износ оборудования в 2-3 раза;
- Практически полностью избежать слесарной доработки, существенно уменьшив, при этом, издержки на материал и трудочасы;
- Сократить расходы СОЖ и электроэнергии приблизительно в 2 раза;
- Сократить расходы на инструмент как за счёт повышенной износостойкости выбранного инструмента, так и за счёт уменьшения времени использования инструмента.

Таким образом, для выполнения текущего производственного плана по данной детали предприятию «НАПО им В.П. Чкалова» потребуется в 2 раза меньше времени и материалов, что в масштабах производства планеров SSJ-100 составляет колоссальную экономию.

Опыт на ПАО «ЗиО-Подольск»

Одна из часто встречающихся проблем - недостаточный объем внутренней памяти для хранения УП. В виду отсутствия USB-разъема хранение на сменных электронных носителях также невозможно. Решением может послужить переход на автоматическое создание параметрических программ, что и было осуществлено нашей командой на предприятии «ЗиО-Подольск». В итоге, исходными параметрами для обработки стали шаг отверстий по оси X, шаг отверстий по оси Y и угол наклона сетки отверстий, а задачей САМ-системы, в свою очередь, стала генерация УП, обеспечивающей обработку отверстий в определенном порядке с помощью подпрограмм. Ниже в таблице приведен образец УП с использованием подпрограмм для обработки детали с массивом отверстий.

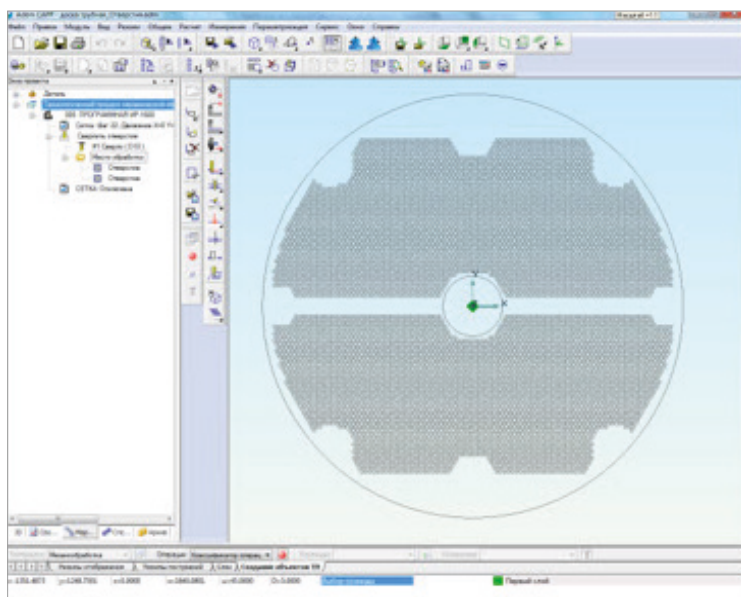
Далее мы рассмотрим технические особенности ПО ADEM, реализованные в системе благодаря опыту внедрений.

Регулировка толщины срезаемой стружки при фрезеровании

Помимо задания и расчета основных режимов резания, таких

Фрагмент УП с использованием подпрограмм

```
%MPF40
(€7-1600)
(T1 Sverlo D10)
(Setka: 7462 otv)
(1 rjad, 46 otv)
:1G90G0G55X-616Y-913.365Z0
N2W150
N3M3S500
N4W0
N5L41P22
N6L42
N7L41P22
N8L1
N9L35
(2 rjad, 48 otv)
:10G90G0G55X-627Y-894.313Z0
N11W0
N12L41P23
N13L43
N14L41P23
N15L1
N16L35
(3 rjad, 50 otv)
:17G90G0G55X-638Y-875.26Z0
N18W0
N19L41P24
N20L44
N21L41P24
N22L1
N23L35
```



как глубина, подача и скорость, немаловажную роль играет вычисление и контроль оптимальной толщины стружки при фрезеровании. Вычисление толщины стружки помогает избежать проблем, которые возникают, когда толщина стружки ниже определенного значения или выше заданного максимального уровня. При увеличении радиального кон-

такта фрезы с заготовкой требуется снизить подачу, чтобы сохранить толщину стружки. Это позволяет гарантировать, что максимальная толщина стружки не станет чрезмерной и не приведет тем самым к сокращению стойкости инструмента и поломке фрезы. С другой стороны, работа со стружкой толще определенного минимального уровня особен-

ДЕТАЛЬ С МАССИВОМ
ОТВЕРСТИЙ, КОТОРАЯ
ОБРАБАТЫВАЕТСЯ С
ПОМОЩЬЮ ПОДПРО-
ГРАММ

но важна при обработке материалов, склонных к поверхностному упрочнению, таких как суперсплавы и титан. При образовании слишком тонкой стружки во время работы режущей кромки возникает зона упрочнения, которая затем обрабатывается следующим зубом. Обработка упрочненного слоя в три раза ускоряет износ инструмента и сокращает стойкость.

Часто на производстве поверхностно упрочняемые материалы обрабатываются так же, как и закаленная сталь: с небольшой глубиной резания и подачей. На таких режимах резания образуется тонкая стружка, что негативно сказывается на стойкости инструмента и приводит к снижению производительности. Кроме того, на толщину стружки и обработку поверхностно упрочненных материалов влияет тип фрезерования

— встречный или попутный.

Существует еще один недостаток слишком тонкой стружки. Если ее толщина меньше радиуса при вершине режущей кромки фрезы, то инструмент просто не может врезаться в обрабатываемый материал, а просто проскальзывает по нему. В результате мы имеем чрезмерный износ фрезы по задней поверхности, а также возникает сильная вибрация, что резко ухудшает качество обрабатываемой поверхности и отрицательно влияет на приводы станка с ЧПУ.

Помимо самого факта удаления материала еще одной важной функцией стружки является отвод тепла из зоны резания. Если мы обрабатываем материал с плохой теплопроводностью с толщиной стружки, превышающей допустимую величину, то стружка не успевает поглощать и отводить тепло из зоны реза-

ния. В связи с этим возникают чрезмерные температурные влияния на инструмент. Это может привести прежде всего к наростообразованию на передней кромке фрезы и, следовательно, к сколам на режущей кромке.

Величину толщины стружки легко рассчитать, зная рекомендуемую подачу на зуб для того или иного инструмента. Итак, рассмотрим процесс обычного фрезерования контура концевой фрезой. Если у нас глубина резания равна радиусу фрезы, то в этом случае подача на зуб также равна толщине стружки (рис. 3). Однако если у нас глубина резания сколько-нибудь меньше радиуса фрезы, то подача на зуб уже не будет равна толщине стружки. Будет существовать тригонометрическая зависимость между этими величинами (рис. 2). А именно:

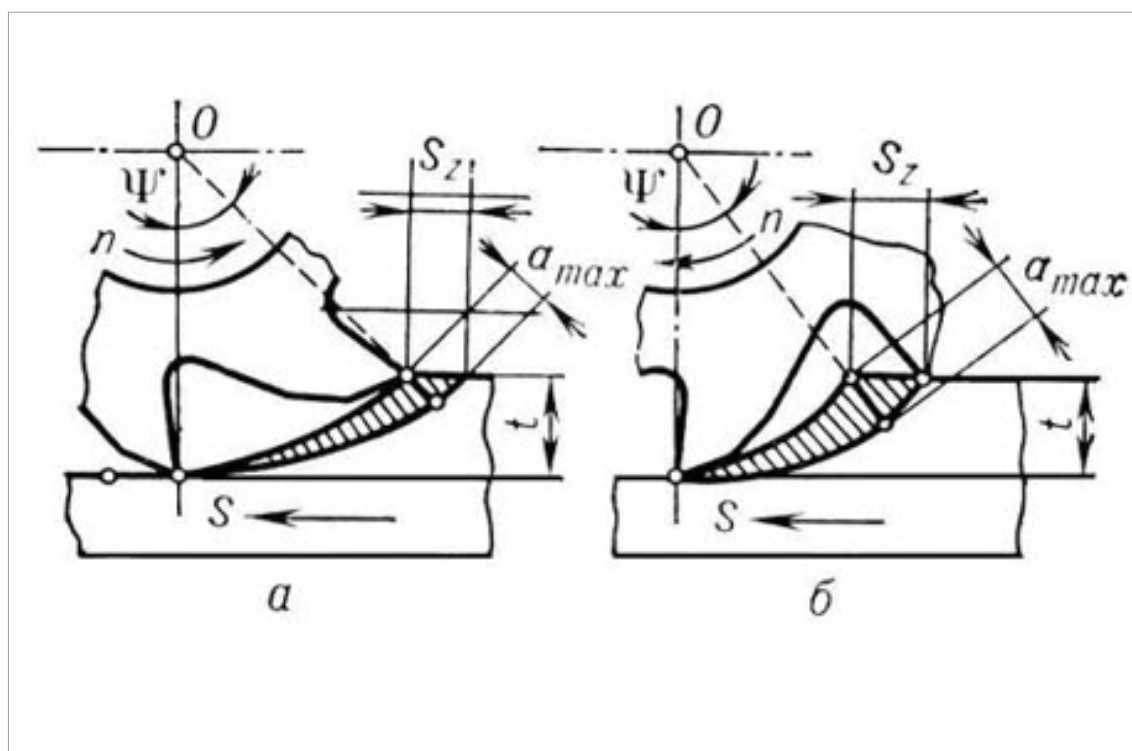


РИС.2. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ПОДАЧЕЙ НА ЗУБ И ТОЛЩИНОЙ СТРУЖКИ [А – ВСТРЕЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ, Б – ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ]

РИС. 3. ВАРИАНТ РА-
ВЕНСТВА ТОЛЩИНЫ
СТРУЖКИ И ПОДАЧИ
НА ЗУБ

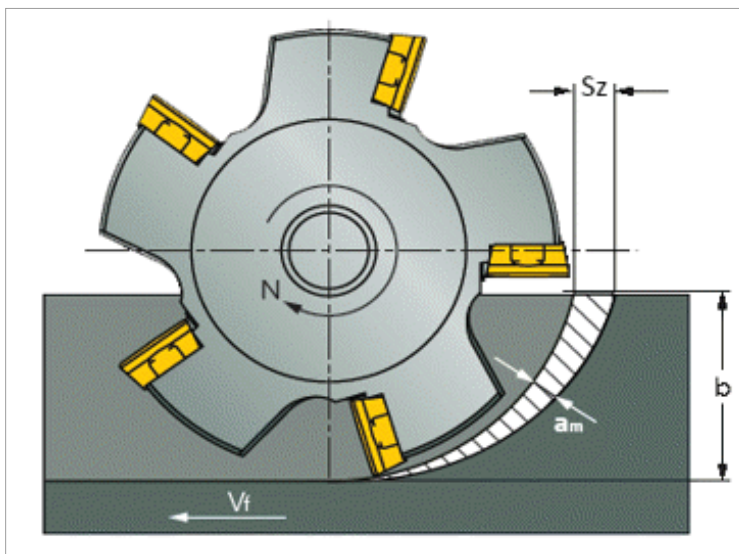
Соответственно, если мы берем подачу для фрезы из диапазона рекомендуемых значений в каталоге производителя, то еще не факт, что получим стружку оптимальной толщины для данного вида обработки и обрабатываемого материала.

Поэтому в целях увеличения периода стойкости инструмента, для получения качественной обрабатываемой поверхности и в целях благотворного влияния на приводы станка с ЧПУ вычисление оптимальной толщины стружки является крайне важным фактором.

Теперь обратим внимание, как толщина снимаемого слоя влияет на производительность обработки.

Из расчетов понятно, что при соблюдении постоянной подачи на зуб мы имеем чрезмерно тонкую стружку и сравнительно невысокое значение скорости резания. Как только мы назначим постоянной величиной именно толщину стружки, а подаче дадим возможность колебаться, то мы увидим, насколько может вырасти значение подачи и, как следствие, значение скорости резания.

В этой связи можем отметить, что в системе ADEM существует возможность задания постоянной толщины стружки или диапазона толщин. Равно как и постоянного значения подачи или диапазона подач. Таких возможностей больше нет ни у одной из конкурирующих систем! В большинстве конкурирующих систем производительность достигается путем назначения трохойдального типа обработки конструктивного элемента.



Постоянная подача на зуб:

Исходные данные:

$D = 20$ мм – диаметр фрез

$S_z = 0,04$ мм/зуб – подача на зуб,

$Z = 20$ – количество зубьев фрезы

$t = 1$ мм – ширина резания

$V = 80$ м/мин – скорость резания

Расчетные данные:

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 80}{3,14 \times 20} = 1273 \text{ об/мин} - \text{частота вращения шпинделя}$$

$$a_{\max} = S_z \sqrt{\frac{t}{D}} = 0,04 \sqrt{\frac{1}{20}} = 0,009 \text{ мм} - \text{толщина стружки}$$

$$S_{\min} = S_z \times Z \times N = 0,04 \times 20 \times 1273 = 1018 \text{ мм/мин} - \text{минутная подача}$$

Постоянная толщина стружки:

Исходные данные:

$D = 20$ мм

$a_{\max} = 0,04$ мм

$Z = 20$

$t = 1$ мм

$V = 80$ м/мин

Расчетные данные:

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 80}{3,14 \times 20} = 1273 \text{ об/мин}$$

$$S_z = \frac{a_{\max}}{\sqrt{\frac{t}{D}}} = \frac{0,04}{\sqrt{\frac{1}{20}}} = 0,18 \text{ мм}$$

$$S_{\min} = S_z \times Z \times N = 0,18 \times 20 \times 1273 = 4582 \text{ мм/мин}$$

Важным параметром для такого типа обработки является параметр «t» - величина врезания фрезы в тело заготовки. На прямолинейных участках траектории эта величина равна глубине резания. Этот параметр фиксируется и исходя из его значения рассчитываются все остальные режимы обработки. Однако это не означает, что в этом случае подача будет находиться в рекомендуемом поставщиком инструмента диапазоне. При трохоидальной высокоскоростной обработке влияние величины врезания в тело заготовки на подачу сложно предсказать и вычислить из-за нелинейной зависимости. Приведем численные расчеты.

В системе ADEM благодаря контролю постоянной толщины стружки удастся задать гораздо большие значения подач и скоростей обработки и увеличить ее производительность. Кроме того, благодаря возможности спрогнозировать величину главной составляющей силы резания P_z удастся плавнее регулировать усилия на приводах станка и благотворно влиять на условия работы режущего инструмента в зоне резания.

Получение винтовых поверхностей типа «шнек» на токарных станках

Следующей важной особенностью системы ADEM CAM является возможность получение винтовых поверхностей типа «шнек» на обычных токарных станках. Такая задача возникла в свое время на предприятии АО «Тамбовский завод «Ревтруд»

$a_{\max} = S_z \sqrt{\frac{t}{D}}$ - зависимость параметра «t» от толщины стружки a_{\max}

$2 \times a_{\max} = 2 \times S_z \sqrt{\frac{t}{D}}$ - умножив обе части уравнения на одно и то же число мы видим, что тождество сохраняется. То есть, если меняется a_{\max} , то во столько же раз меняется и S_z .

$2 \times a_{\max} \neq S_z \sqrt{\frac{2 \times t}{D}}$ - однако из данного неравенства видно, что изменение в 2 раза величины перекрытия инструмента с заготовкой не ведет к увеличению в 2 раза толщины стружки, и, соответственно, подачи. Следовательно, значение подачи может меняться совершенно непрогнозируемым образом и в том числе выходит за допустимые пределы.

Из-за непредсказуемости поведения подачи возникает знакопеременная нагрузка на инструмент. В формуле главной составляющей силы резания присутствует значение подачи:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^{xp} \times S_z^{yp} \times B_{\varphi}^{up} \times Z}{D^{qp} \times n^{vp}} \times K_{M_p};$$

Соответственно, колеблется основное время обработки, которое рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{осн}} = L_{\text{р.з.}} \times S_{\text{min}}^{-1}, \text{ где } S_{\text{min}} - \text{это минутная подача, которая равна } S_{\text{min}} = n \times S_z \times Z$$

(концерн «Созвездие»). Согласно традиционной методике обработки шнеков необходимо применять токарно-фрезерные обрабатывающие центры с приводными инструментами по осям X, Y. Это сложное и весьма недешевое оборудование с ЧПУ, особенно, когда требуется обеспечить большую точность на поверхностях впадин шнека. Кроме того, конструкция закрепления резца в резцедержателе является априори более жесткой, чем конструкция закрепления и кинематическая схема приводного инструмента, что дает обработке резцом возможность получить большую точность и за меньшее количество проходов, нежели при выборке межлопастного пространства приводной фрезой. В связи со всем этим была поставлена задача освоить получение винтовых поверхностей на обычном токарном оборудовании с ЧПУ. Оценив свои силы специалисты ГК ADEM взялись за поставленную задачу.

Следует заметить, что процесс программирования точения резьбы произвольного профиля на токарных станках с ЧПУ является довольно сложным и трудоёмким. Однако имея

в распоряжении современную CAD/CAM/CAPP систему, такую как ADEM-VX 9.05 программирование обработки становится наглядным и доступным для освоения технологу-программисту.

Поскольку лопатки шнека образуют винтовую поверхность, направленную вдоль оси детали, то во многих случаях эту поверхность можно сравнить с крупной резьбой. С одним лишь отличием — если для резьбы геометрия ее профиля является стандартизированной, то для шнеков геометрия профиля лопатки может быть совершенно произвольной. Основываясь на сходстве геометрии (рис.4), можно утверждать, что получить шнек можно тем же способом, каким формируется резьба при обработке на токарном станке.

Таким образом, для обработки шнека будем использовать стандартный переход токарной группы «Нарезать резьбу». Следует отметить, что для обработки любых резьб, в том числе нестандартных, в систему ADEM встроен специальный механизм названный разработчиками «виртуальной машиной». Используя ее возможности, пользователь может самостоятельно

РИС.4. ПАРАМЕТРЫ ОБРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА «НАРЕЗАТЬ РЕЗЬБУ»

описать стратегию получения профиля резьбы. Например, обработка может начинаться из центра, формируя профиль последовательным смещением инструмента в направлении оси вращения. Величина смещения на каждом проходе, число калибровочных проходов и многие другие параметры определяются при первоначальной настройке. Основные стратегии установлены по умолчанию.

Итак, для того чтобы обработать шнек, необходимо определить геометрию профиля и параметры его обработки.

Параметры, описывающие геометрию шнека, определяются в том же диалоге, который позволяет устанавливать параметры резьбы — на закладке «Место обработки». Из всех параметров, доступных для определения, при программировании обработки резьбы нам необходимы следующие параметры: тип шнека, профиль, вид, длина, шаг и количество заходов.

Тип геометрии можно установить как цилиндрический либо конический. Если шнек определен как конический, то дополнительно задается угол шнека.

Поскольку мы говорим об обработке шнеков, а их профиль, как сказано выше, произвольный, то определим его тип как «Профиль пользователя». При этом геометрия межлопаточного пространства или лопатки создается средствами конструкторского модуля. Таким образом возможности по программированию обработки шнеков на токарных станках не ограничивается каким-то одним типом профиля лопатки шнека.

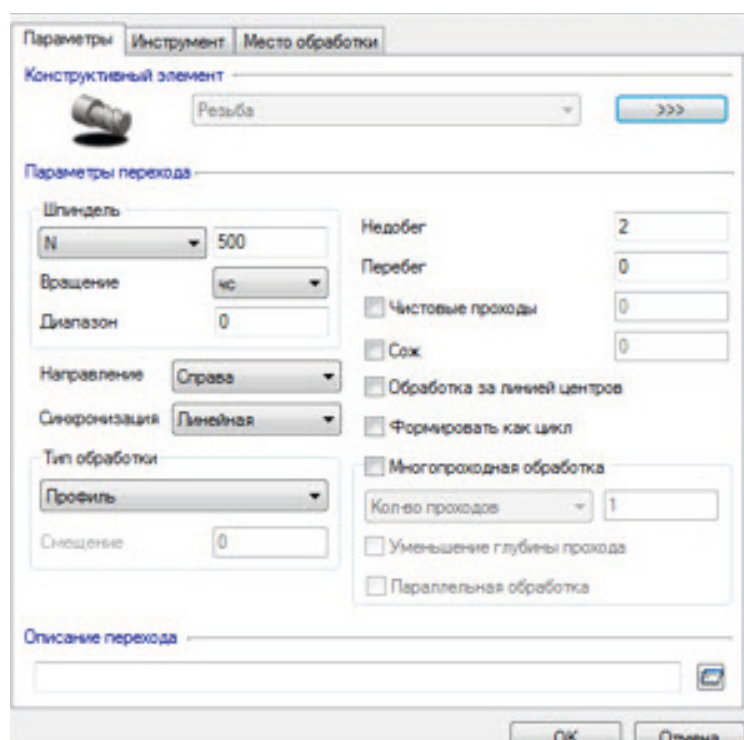


РИС.5. ПАРАМЕТРЫ ГЕОМЕТРИИ ШНЕКА

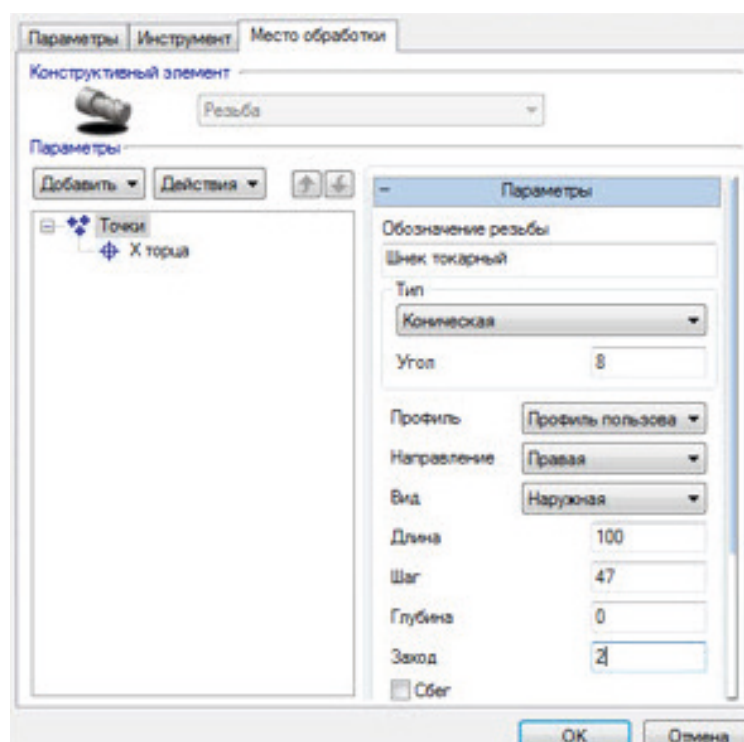
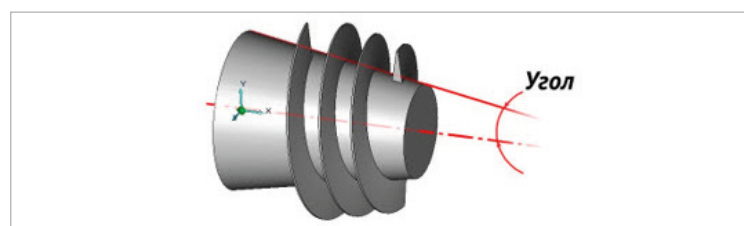


РИС.6. УГОЛ КОНИЧЕСКОГО ШНЕКА



Определение остальных параметров — вид шнека (наружный/внутренний), длины, шага и количества заходов — соответствует заданию обработки токарной резьбы. Формируемая поверхность может быть наружной либо внутренней, иметь определённую длину, иметь постоянный шаг и целое число заходов (лопаток шнека).

Из параметров, необходимых для определения геометрии, вытекает и то, какие ограничения накладываются на обработку шнеков на токарных станках с ЧПУ. Из основных ограничений — постоянство шага лопаток вдоль оси шнека и постоянство геометрии лопаток по всей длине шнека. Однако профиль самой лопатки шнека может быть произвольным. Также произвольными могут быть профиль втулки шнека и профили, определяющие наружные габариты шнека.

Что касается определения технологических параметров обработки шнеков на токарных станках, то здесь определяются такие параметры, как число оборотов и направление вращения шпинделя, величины недобега и перебега, способ синхронизации начального углового положения, глубина прохода для многопроходной обработки и тип обработки. Направление вращения шпинделя определяет, будет ли шнек левый или правый.

Отдельно следует сказать о синхронизации углового положения. Современные станки позволяют выполнять фазовую синхронизацию, при которой достаточно задать начальный угол, который станок далее вы-

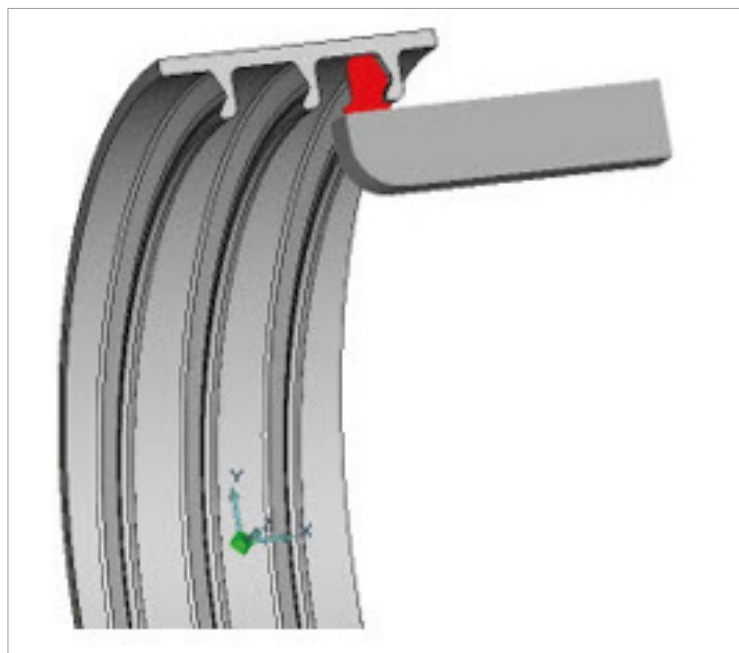


РИС.7. ОБРАБОТКА ШНЕКА ФАСОННЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

держивает сам. Более «древние» станки такой возможности не имеют, поэтому в ADEM можно использовать линейную синхронизацию. При этом резец отводится от торца детали на определенное расстояние. Величина расстояния зависит от величины подачи/оборотов шпинделя и гарантирует, что в момент подхода резца к торцу деталь окажется в нужном угловом положении.

Возможности системы позволяют проводить обработку шнеков фасонным инструментом, когда форма профиля совпадает с профилем инструмента. В этом случае для получения детали тре-

буется меньшее число проходов при высоком качестве получаемой поверхности. Однако такой способ не столь распространен. Чаще встречается ситуация когда профиль инструмента не совпадает с формой межлопаточного пространства.

Для случаев, когда профиль шнека не совпадает с профилем инструмента, а также для случаев, когда высота лопаток шнека достаточно велика, появляется необходимость выполнения многопроходной обработки, т.е. формирования межлопаточного пространства шнека за несколько проходов токарного резца.

Система ADEM позволяет

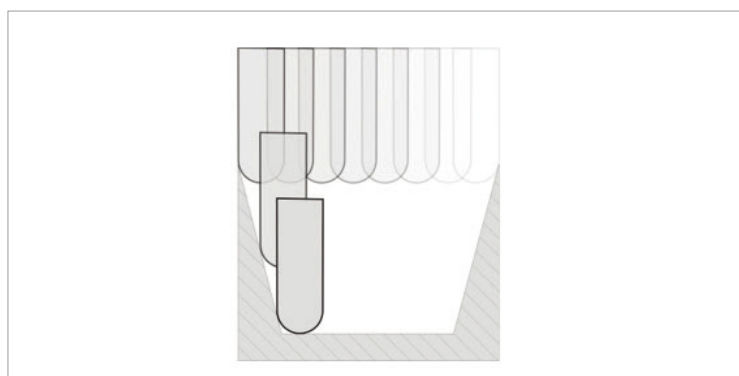
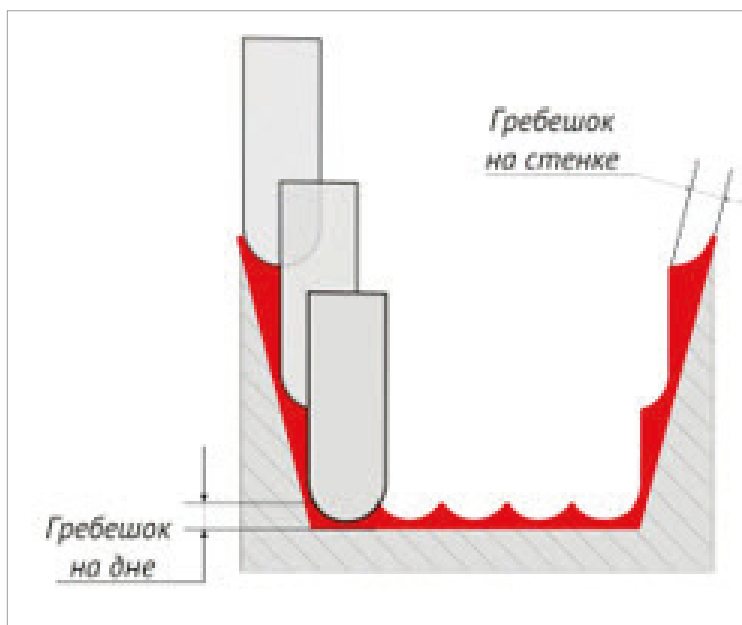


РИС.8. МНОГОПРОХОДНАЯ ОБРАБОТКА МЕЖЛОПАТОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ШНЕКА

РИС.9. ОСТАТОЧНЫЙ ГРЕБЕШОК ОБРАЗУЮЩИЙСЯ ПРИ МНОГОПРОХОДНОЙ ОБРАБОТКЕ



выполнять многопроходную обработку с указанием глубины резания за один проход как в радиальном, так и в осевом направлении. Таким образом обработка может быть многопроходной как по ширине, так и по глубине.

Многопроходная обработка фактически полностью решает проблему обработки шнеков инструментом, отличным от профиля шнека. Но вместе с тем несёт с собой другую проблему: на боковых поверхностях лопаток и на поверхности втулки шнека остаются следы (гребешки) от смежных проходов. Разумеется, для достижения требуемой чистоты поверхности можно «играть» параметрами, определяющими глубину резания. Так, чем меньшую глубину резания

мы зададим, тем чище получим конечную поверхность. Однако уменьшение ширины и глубины прохода при многопроходной обработке повлечёт увеличение количества проходов, что неизбежно приведёт к увеличению времени обработки.

Для сокращения машинного времени, а значит, и более рационального использования оборудования в системе ADEM предусмотрена возможность ограничения максимальной высоты гребешка, оставляемого при многопроходной обработке. Т.е. высота гребешка, остающегося между смежными проходами резца, не должна превышать указанной пользователем величины. Исходя из этого условия, система ADEM самостоятельно рассчитает глубину каждого

прохода при многопроходной обработке.

Кроме того, в зависимости от требований, предъявляемых к чистоте поверхности и геометрии применяемого инструмента, высота оставляемого гребешка может назначаться несколькими способами. Первый вариант — это определение величины оставляемого гребешка на поверхностях боковых стенок лопаток шнека. Второй вариант — это определение максимальной высоты оставляемого гребешка как на поверхностях боковых стенок лопаток так и на дне межлопаточного пространства — на втулке шнека.

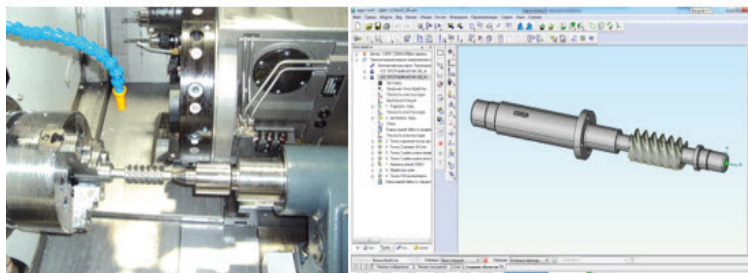
Таким образом, задав величину остаточного гребешка, можно получить требуемую чистоту обработки шнековой поверхности для случаев, когда профиль инструмента отличен от профиля межлопаточного пространства. В случаях же, когда профиль межлопаточного пространства соответствует профилю инструмента, глубина и ширина прохода при многопроходной обработке назначаются, исходя из условий резания, и не влияют на чистоту обрабатываемой поверхности.

Заметим, что все рабочие перемещения могут быть реализованы за счет стандартных однопроходных резбонарезных циклов либо набором обычных линейных перемещений.

На рис. 10 вы можете увидеть реальные детали, изготовленные на заводе «Ревтруд» методом токарных резбонарезных циклов.

Подводя итог, можно сделать следующий вывод: в отсутствие

РИС.10. ДЕТАЛИ ЗАВОДА «РЕВТРУД» (А – ОБРАБОТКА НА СТАНКЕ, Б – ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ В ПО ADEM)



свободного фрезерного 4х-5ти координатного оборудования современная CAD/CAM система типа ADEM поможет реализовать обработку шнеков на токарном оборудовании с ЧПУ. Тем самым может быть решена и проблема равномерности загрузки парка станков.

Но у ADEM есть также инструменты оптимизации технологического проектирования и для задания обработки шнеков традиционным способом с помощью приводного инструмента. В общем случае при обработке деталей типа «шнек» выделяются 3 типовые задачи, которые приходится решать технологу:

- черновая обработка межлопастного пространства
- чистовая обработка лопастей
- чистовая обработка втулки шнека

При черновой обработке межлопастного пространства основная сложность - проход инструмента между соседними лопастями в узких местах. В таких местах часто складывается такая ситуация — из-за оставляемого припуска инструмент не может протиснуться между соседними поверхностями. В этом случае система ADEM позволяет проводить инструмент с контролем на зарезания теоретической

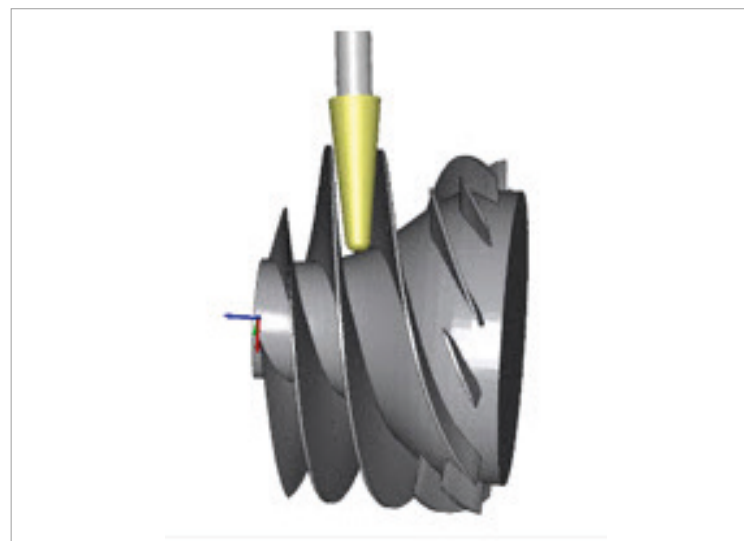


РИС. 11. ВЫБОРКА МЕЖЛОПАСТНОГО ПРОСТРАНСТВА

тической поверхности, но без учета величины оставляемого припуска (рис. 11). На всех остальных участках траектории припуск будет той величины, которая определена в переходе.

При чистовой обработке поверхности лопасти возникает другая проблема — из-за сильного искривления обработать боковой стенкой инструмента за один проход невозможно, и сильно отклонить инструмент от обрабатываемой поверхности, особенно в средней части шнека, где наибольшая высота лопасти, также невозможно. В этом случае на помощь приходит интеллектуальная коррекция положения инструмента. Это значит, что система оценивает каждое положение инструмента, и, в случае возникновения

коллизии, начинает менять либо ориентацию оси инструмента, либо положение настроечной точки, для того чтобы инструмент смог пройти дальше.

Вариантов обработки втулки шнека существует множество. Главное - проконтролировать наклон инструмента в районе сопряжения боковых поверхностей лопастей и поверхности втулки. Чаще всего для чистовой обработки используют сферический или сфероконический инструмент. А для управления осью инструмента используют верхние границы соседних лопастей. В этом случае система сама виртуально построит пространственную кривую, равноудаленную от обеих лопастей, и использует ее для управления осью инструмента (рис. 12).

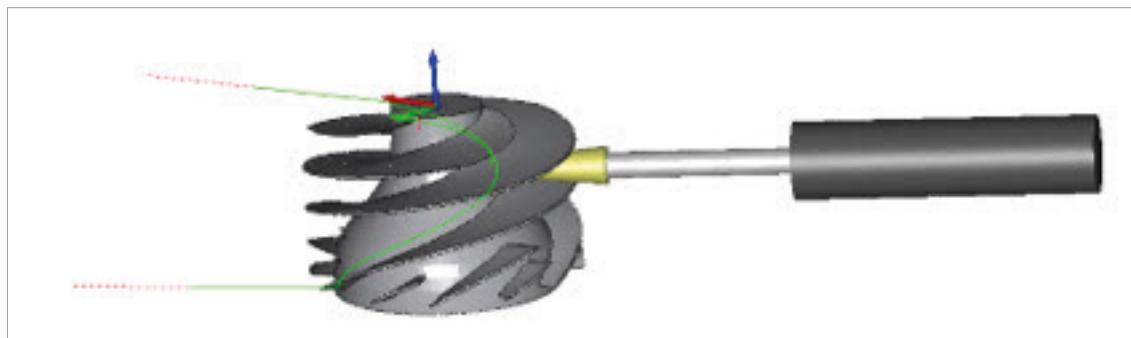
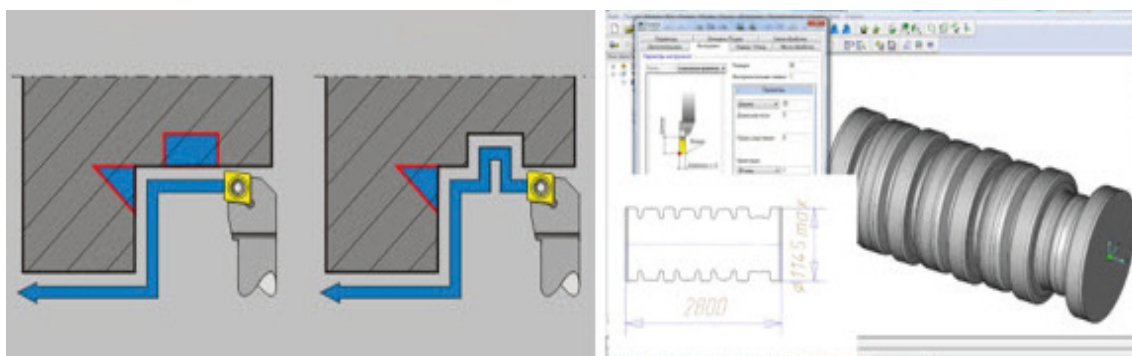


РИС. 12. КРИВАЯ МЕЖДУ ЛОПАСТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОСЬЮ ИНСТРУМЕНТА

РИС.13. ОБРАБОТКА
КАНАВОК НА ТОКАР-
НЫХ СТАНКАХ В ПО
АДЕМ



Обработка поднутрений на телах вращения

В системе ADEM существуют специальные возможности по обработке тел вращения с канавками и выточками на периферической поверхности. При задании токарной обработки существует возможность отключения опции обработки всякого рода поднутрений, которые предполагают уклонение движения резца от прямолинейного движения напроход. Это позволяет лишний раз не тратить рабочее время технолога и не обозначать контуры заготовки, если нам необходимо начерно снять как можно больше материала и подготовить базы под чистовую обработку. В дальнейшем, задав опцию обработки поднутрений и выбрав резец с углом при вершине, к примеру,

35 град. можно начисто обработать все имеющиеся на поверхности нашего тела вращения канавки.

Фрезерование пазов и окон на цилиндрических поверхностях

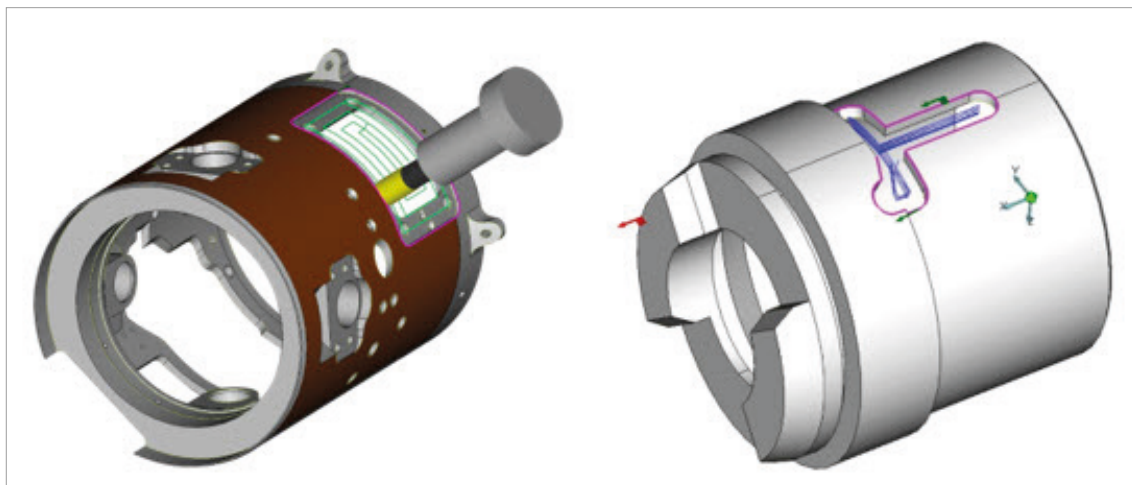
В случае, если на детали имеются пазы или окна на периферической поверхности с каким-либо фигурным профилем, то в ADEM существуют очень простые инструменты для задания обработки таких пазов или окон. Геометрически любой контур на поверхности цилиндра можно развернуть на плоскость. То есть фактическую токарно-фрезерную обработку паза или окна в 4-х координатах (XYZC) можно осуществить как 2,5D координатное фрезерование контура на плоскости. С помо-

щью своих внутренних алгоритмов система ADEM делает такую развертку контура окна на плоскость и, задав образующую линию, которая определяет фактическую цилиндрическую поверхность детали, можно выполнить обработку нашего паза или окна с помощью опции системы Фрезерование 2,5D. Это позволяет предприятиям осуществлять обработку в 4-х координатах, имея лицензию ADEM 2,5D (рис. 14).

5-ти координатная обработка в ADEM

Далее коснемся возможностей ADEM при 5-ти координатной обработке. При обработке поверхностей, часто возникает необходимость корректировки положения инструмента относительно обрабатываемой поверх-

РИС. 14. ОБРАБОТКА
ПАЗОВ И ОКОН НА
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
ПОВЕРХНОСТЯХ



ности. На рис.15 наглядно видно, в каких случаях это может понадобиться - фрезеровка выпуклых поверхностей фрезами с пластинками, когда в центре фрезы образуется участок, без режущих элементов. В таких случаях смещение инструмента в продольном или поперечном направлении, позволяет уйти от образования подобных зон с нулевой скоростью резания. В этих случаях используется управление осью инструмента по угловым осям. Это использование, так называемых углов отклонения и углов опережения, когда инструмент искусственно как бы заваливается вперед по ходу движения.

Для более сложных случаев может быть задействовано управление осью инструмента с использованием дополнительных кривых или поверхностей (рис. 16). В этом случае кончик инструмента идет по обрабатываемой поверхности, а его хвостовая часть движется вдоль указанной кривой. Яркий пример - это обработка моноколеса. При обработке деталей типа «моноколесо» значительное время затрачивается на черновую обработку. Это происходит в следствии того, что моноколеса чаще всего изготавливают из титановых сплавов, что влияет на подход к обработке. При традиционной технологии черновой обработки таких деталей материал выбирается продольными проходами с небольшим снимаемым припуском и небольшими подачами. Увеличить подачу при такой схеме обработки существенно не получится в связи с высоким коэффициентом из-

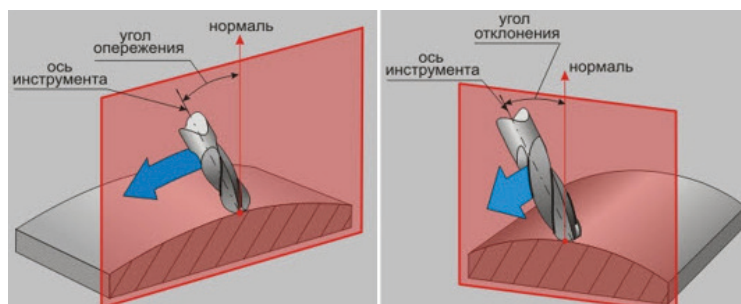


РИС. 15. УГЛЫ ОТКЛОНЕНИЯ И ОПЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

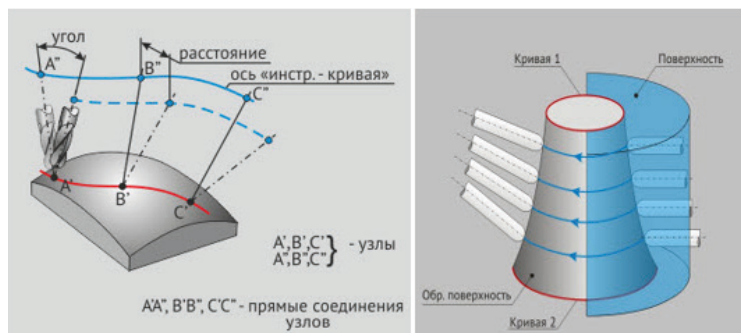


РИС. 16. ЗАДАНИЕ ОБРАБОТКИ С ПОМОЩЬЮ КРИВЫХ И ПОВЕРХНОСТЕЙ

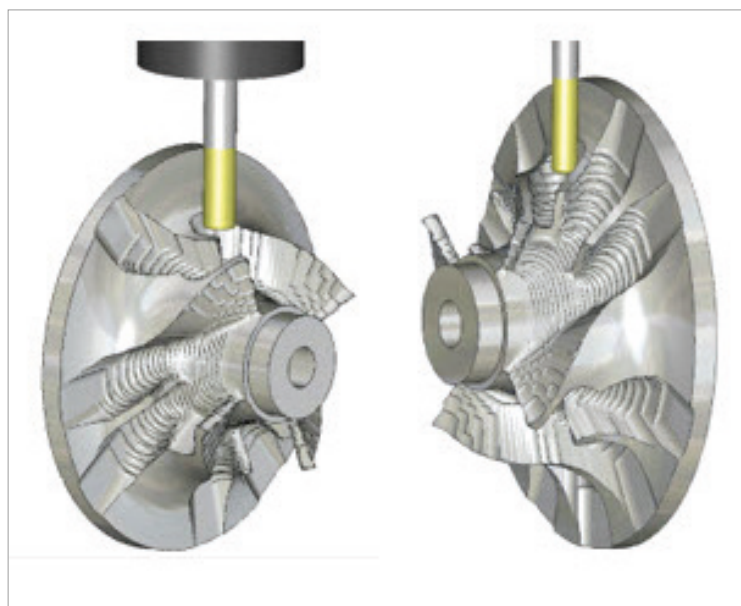


РИС. 17. ПЛУНЖЕРНОЕ ЧЕРНОВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ МОНОКОЛЕС

носа инструмента. Уменьшить затраты на этом этапе может помочь применение плунжерного фрезерования (рис. 17).

В системе ADEM допустимо использование плунжерного фрезерования не только в 3х-осевом режиме, но и совместно с осями вращения.

Это вид обработки позволяет в 2-3 раза увеличить подачу за счет использования осевого вре-

зания инструмента и существенно увеличить размер снимаемого припуска. При выполнении проходов система отслеживает положение инструмента относительно обрабатываемых поверхностей, что позволяет уже на первом этапе грубой черновой выборки подготовить криволинейные поверхности к дальнейшей обработке.

При чистовой обработке лопа-

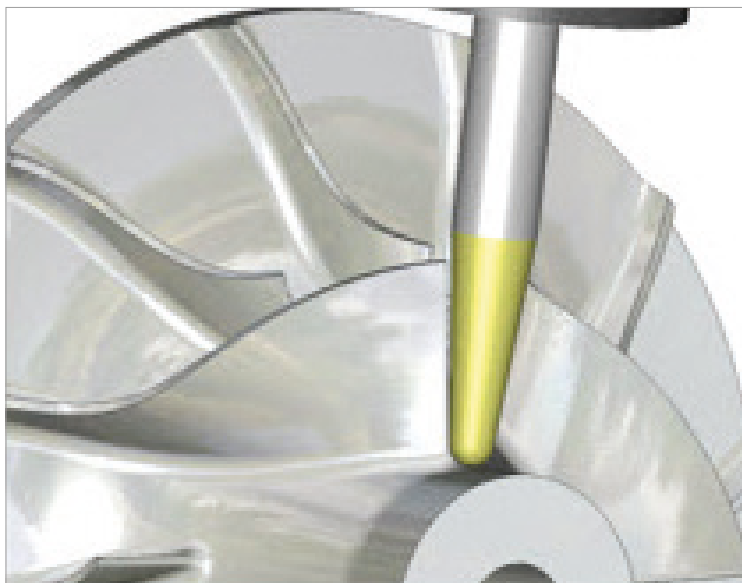
РИС. 18. ОБРАБОТКА
НОСИКА ЛОПАСТИ

стей моноколеса основная проблема, с которой сталкивается технолог, это управление осью инструмента непосредственно на поверхности лопасти и на радиусе скругления.

Как известно, поверхность лопасти представляет собой линейчатую поверхность и теоретически может быть обработана боковой частью обычной концевой фрезы за один проход. В реальности же кривизна втулки и искривление лопасти делает такой подход к обработке невозможным. В производстве, как правило, поверхность лопасти обрабатывают сферическим или сфероконическим инструментом продольными проходами с постоянным или переменным углом отклонения от поверхности. Но в этом случае при переходе через радиус скругления носика лопасти (рис. 18) ось инструмента делает резкий рывок для того, чтобы на следующей поверхности обеспечить заданный угол отклонения. Для устранения такого рода ситуаций в системе ADEM дополнительно к параметрическим средствам управления осью инструмента, существует возможность управлять наклоном инструмента с помощью кривых и поверхностей.

Традиционный подход к обработке турбинных лопаток заключается в следующем: непрерывная обработка по спирали пера лопатки и после этого доработка замковой части. Но этот подход имеет ряд недостатков:

- Требуется использования сферического инструмента, так как стандартный кон-



цевой инструмент будет «нахлопываться» торцом на припуск при переходе с поверхности корыта на поверхность горба, что приведет к поломке.

- На радиусах скругления будет грубая огранка, даже при жесткой аппроксимации. Причем, чем больше кривизна пера, тем более существеннее будут дефекты. Кроме того, из-за очень коротких перемещений в кадрах, значительно падает реальная подача, что приведет к ускорению износа

(«засаливанию») инструмента. В результате этого ухудшится качество обработки и возрастает доля слесарной доводки.

Для получения качественных поверхностей в ADEM присутствует возможность разделять зоны обработки и использовать для каждой зоны оптимальный инструмент. Обработку поверхностей корыта и радиусов скругления необходимо производить сферическим инструментом с максимально возможным боковым упреждением продоль-

РИС. 19. ОБРАБОТКА
ТУРБИННОЙ ЛОПАТКИ



ными проходами (рис. 19). Это позволяет:

- Исключить обработку с нулевой скоростью резания;
- Увеличить длину перемещений в кадре;
- Обработать радиус скругления с точностью станка.

Обработку горба лопатки необходимо производить концевой фрезой с радиусом на торце поперечными проходами с минимальным, но отличным от нуля, продольным угловым упреждением. Это позволяет получить практически зеркальную поверхность.

Существуют проблемы не только при создании оптимальных траекторий обработки и задании режимов резания, но и при разработке постпроцессора под определенный станок с ЧПУ. Например, предприятия нередко приобретают многокоординатные станки с урезанным функционалом по управлению центром инструмента в системе ЧПУ (RTCP). Это порой объясняется тем, что продавцы станков с ЧПУ просто не афишируют определенную техническую информацию - открытие в функционале системы ЧПУ команды управления центром инструмента G43.3 может привести к существенному повышению

Фрагмент УП с командой управления центром инструмента G43.3	Фрагмент УП без команды управления центром инструмента G43.3
Z250 S500 M3 A46.602 B64.231 G49 G43.4 Z250 H1 X-58.691 Y59.368 Z49.374 A46.602 B64.231 G1 X-60 Y60 Z48 F20 X-58.332 Z46.453 A44.849 B65.255 X-56.62 Z44.946 A43.068 B66.435 X-55.747 Z44.209 A42.168 B67.088 X-54.865 Z43.482 A41.263 B67.784 X-53.972 Z42.767 A40.355 B68.527 X-53.07 Z42.063 A39.443 B69.317 X-52.158 Z41.371 A38.529 B70.157 X-51.237 Z40.69 A37.614 B71.049 X-50.307 Z40.022 A36.699 B71.996 X-49.369 Z39.366 A35.786 B73.001 X-48.422 Z38.723 A34.875 B74.066 X-47.468 Z38.092 A33.969 B75.194 X-46.505 Z37.474 A33.068 B76.389 X-45.535 Z36.869 A32.175 B77.653 X-44.558 Z36.277 A31.291 B78.991 X-43.574 Z35.699 A30.418 B80.406 X-42.277 Z34.963 A29.295 B82.381 X-41.278 Z34.416 A28.457 B83.989 X-40.272 Z33.882 A27.638 B85.691 X-39.258 Z33.361 A26.84 B87.491 X-38.236 Z32.853 A26.066 B89.393 X-37.207 Z32.358 A25.319 B91.399	Z250 S500 M3 G53 G90 Z780 A46.602 B64.231 X27.948 Y89.922 Z-23.235 G1 Z-25.235 F20 X30.074 Y88.125 Z-22.139 A44.849 B65.255 X32.36 Y86.13 Z-18.984 A43.068 B66.435 X33.563 Y85.05 Z-17.385 A42.168 B67.088 X34.802 Y83.909 Z-15.775 A41.263 B67.784 X36.078 Y82.705 Z-14.154 A40.355 B68.527 X37.389 Y81.431 Z-12.523 A39.443 B69.317 X38.733 Y80.083 Z-10.883 A38.529 B70.157 X40.109 Y78.657 Z-9.238 A37.614 B71.049 X41.514 Y77.147 Z-7.586 A36.699 B71.996 X42.945 Y75.548 Z-5.931 A35.786 B73.001 X44.401 Y73.854 Z-4.274 A34.875 B74.066 X45.878 Y72.06 Z-2.618 A33.969 B75.194 X47.371 Y70.158 Z-0.963 A33.068 B76.389 X48.876 Y68.143 Z-0.688 A32.175 B77.653 X50.387 Y66.009 Z-0.332 A31.291 B78.991 X51.899 Y63.749 Z-0.969 A30.418 B80.406 X53.865 Y60.59 Z-0.095 A29.295 B82.381 X55.348 Y58.014 Z-0.703 A28.457 B83.989 X56.805 Y55.287 Z-0.297 A27.638 B85.691 X58.224 Y52.401 Z-0.873 A26.84 B87.491 X59.591 Y49.352 Z-12.432 A26.066 B89.393 X60.891 Y46.137 Z-13.969 A25.319 B91.399

стоимости станка. Специалисты Группы компаний ADEM способны разработать постпроцессоры, заменяющие недостающие функции набором открытых команд для управления положением инструмента. Ниже приведена сравнительная таблица УП с наличием команды управления центром инструмента G43.3 и без нее.

Одна из новых задач, с которой сегодня могут столкнуться поставщики САМ-систем, состоит в реализации работы с контрольно-измерительными циклами и необходимостью вывода результатов измерения в файл отчета. Эта задача тоже лежит в пло-

скости постпроцессирования. Один из наших клиентов приобрел 5-ти координатный вертикально-фрезерный станок с измерительными датчиками фирмы Renishaw. Номенклатура производства состояла из мелкогабаритных деталей, которых на рабочем столе станка могло разместиться несколько десятков. И, соответственно, возникла задача осуществлять межоперационный обмер каждой детали непосредственно на столе станка. Эта задача была успешно решена - создан отдельный постпроцессор с программированием измерительных циклов датчика и генерированием файла отчета.

Работа с циклами соответствующей системы ЧПУ позволяет, как известно, значительно сократить УП, упростить процесс задания и контроля параметров обработки. Также короткая программа легче считывается системой ЧПУ, которая перед наступлением следующего кадра УП успевает дать соответствующую команду на приводы станка.

РИС. 20. ПРОЦЕСС ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛИ СИСТЕМОЙ RENISHAW

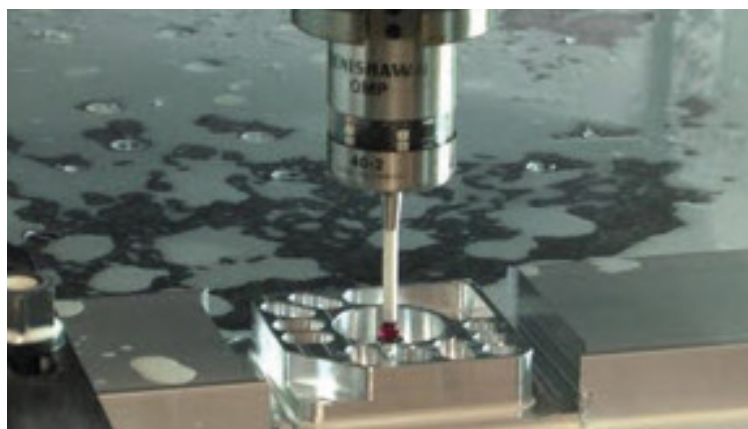


РИС. 21. ЗАГРУЗКА
3D-МОДЕЛИ

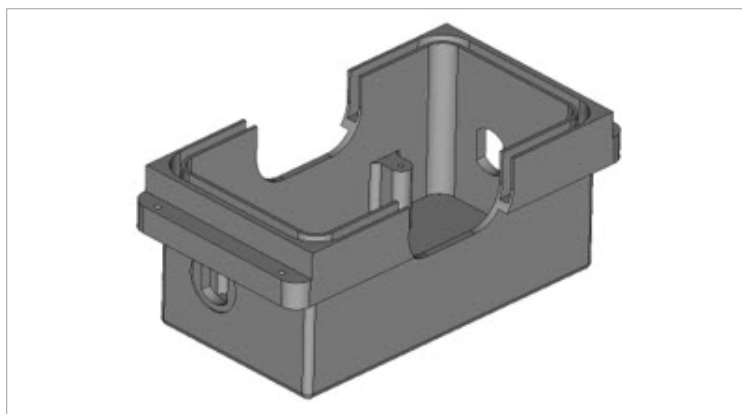


РИС. 22. РАСПРЕДЕ-
ЛЕНИЕ МОДЕЛИ ПО
КОНСТРУКТИВНЫМ
ЭЛЕМЕНТАМ

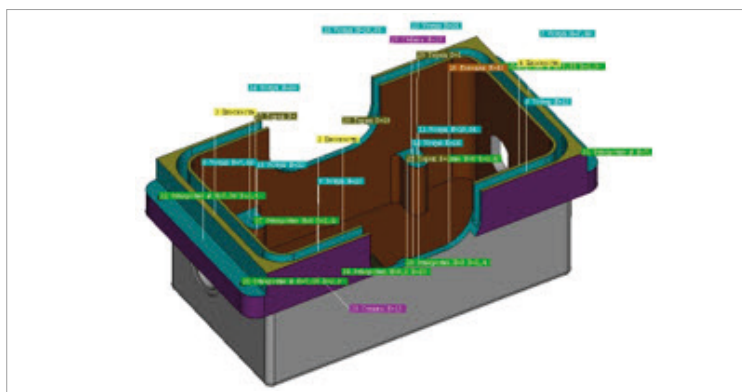
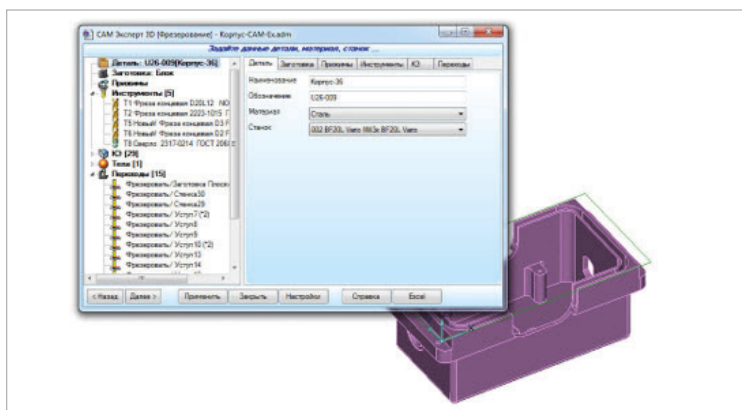


РИС. 23. ПОДБОРКА
МАРШРУТА ОБРА-
БОТКИ СОГЛАСНО ПО
КОНСТРУКТИВНЫМ
ЭЛЕМЕНТАМ



Интересная задача — заставить САМ-систему формировать УП с учетом специальных функций интерфейсов ShopTurn и ShopMill компании Siemens. Сложность в данном случае заключается в необходимости вывода в УП множества служебных команд. Хотя и эта задача вполне успешно решается путем разработки специального постпроцессора.

ADEM CAM Expert – модуль автоматического формирования маршрута ЧПУ-обработки

Система ADEM имеет уникальный функционал, позволяющий в автоматическом режиме получать маршрут ЧПУ-обработки детали - модуль ADEM CAM Expert. Функционал модуля ADEM CAM Expert позволяет распознать обрабатываемые элементы 3D-модели детали и предлагает технологу-программисту маршрут обработки этой детали на станке. Модуль CAM Expert для каждого обрабатываемого элемента детали в автоматическом режиме рассчитывает наиболее оптимальную траекторию обработки, осуществляет подбор режущего инструмента в зависимости от геометрии обрабатываемых поверхностей, а также рассчитывает режимы резания, для выбранного инструмента.

При использовании модуля CAM Expert, технологу-программисту предоставляется возможность получения маршрута обработки детали на станках с ЧПУ в автомати-

ческом режиме, что позволяет сократить общее время технологической подготовки обработки детали.

Основные этапы работы модуля ADEM CAM Expert:

- Загрузка 3D-модели обрабатываемой детали
- Анализ геометрии детали и представление электронной модели детали с визуализацией конкретных конструктивных элементов

- Диалоговое окно ADEM CAM Expert для просмотра и коррекции параметров спроектированного в автоматическом режиме маршрута обработки детали
- Расчёт траектории движения инструмента с учётом выбранного типа оборудования с ЧПУ
- Моделирование обработки внутренними средства-

ми модуля ADEM CAM, для оценки качества сформированной траектории обработки и внесения корректировок в составленный маршрут обработки

При необходимости корректировка составленного маршрута может производиться и во внешних приложениях, например, в формате таблицы MS Excel с использованием макросов. Все внесённые коррективы при этом отображаются и в дереве технологического процесса в модуле ADEM CAM. Следует отметить, что предложенный модулем CAM Expert маршрут обработки детали, безусловно, может быть отредактирован программистом. Изменения могут быть внесены в стратегию обработки конструктивного элемента, в режимы резания, может быть изменен или добавлен режущий инструмент, взамен автоматически выбранного из имеющихся баз данных по режущему инструменту.

Как показывает практика - внедрение модуля CAM Expert ускоряет процесс технологического проектирования обработки детали на оборудование с ЧПУ в среднем на 20...30%.

Таким образом, в данной статье мы рассмотрели как основные технические особенности проектирования ЧПУ-обработки в ПО ADEM, так и практическую реализацию этих особенностей, которая подтверждена многолетним опытом успешных внедрений.

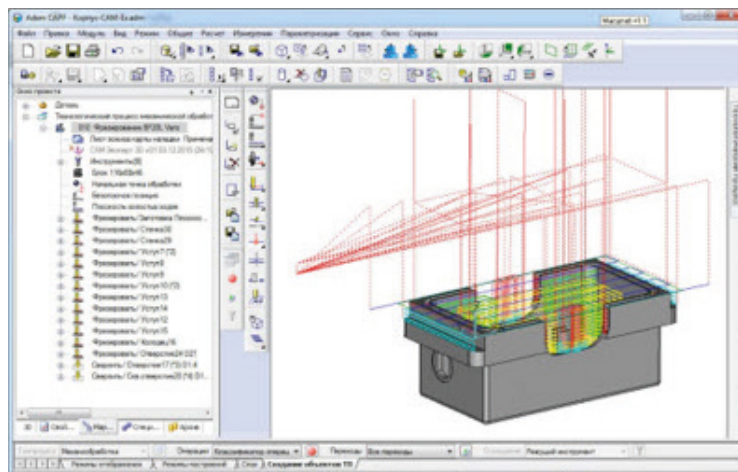


РИС. 24. ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ОБРАБОТКИ СОГЛАСНО МАРШРУТА

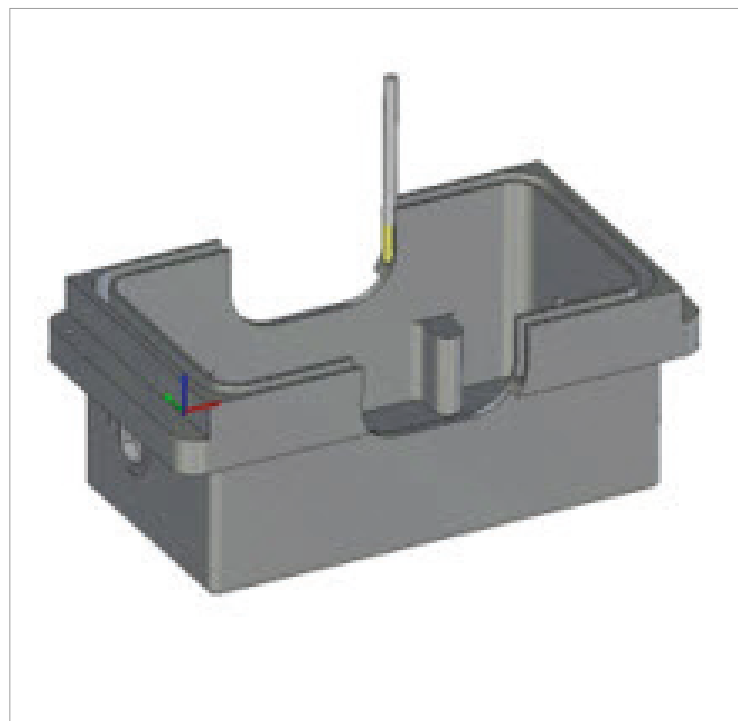


РИС. 25. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ

№	Операция	Инструмент	Скорость	Подача	Глубина резания	Время	Длина	Объем	Вес	Точность	Температура	Давление	Сила	Мощность	Энергия	Стоимость	Экология	Безопасность	Другое
1	Операция 1	Инструмент 1	Скорость 1	Подача 1	Глубина резания 1	Время 1	Длина 1	Объем 1	Вес 1	Точность 1	Температура 1	Давление 1	Сила 1	Мощность 1	Энергия 1	Стоимость 1	Экология 1	Безопасность 1	Другое 1
2	Операция 2	Инструмент 2	Скорость 2	Подача 2	Глубина резания 2	Время 2	Длина 2	Объем 2	Вес 2	Точность 2	Температура 2	Давление 2	Сила 2	Мощность 2	Энергия 2	Стоимость 2	Экология 2	Безопасность 2	Другое 2
3	Операция 3	Инструмент 3	Скорость 3	Подача 3	Глубина резания 3	Время 3	Длина 3	Объем 3	Вес 3	Точность 3	Температура 3	Давление 3	Сила 3	Мощность 3	Энергия 3	Стоимость 3	Экология 3	Безопасность 3	Другое 3
4	Операция 4	Инструмент 4	Скорость 4	Подача 4	Глубина резания 4	Время 4	Длина 4	Объем 4	Вес 4	Точность 4	Температура 4	Давление 4	Сила 4	Мощность 4	Энергия 4	Стоимость 4	Экология 4	Безопасность 4	Другое 4
5	Операция 5	Инструмент 5	Скорость 5	Подача 5	Глубина резания 5	Время 5	Длина 5	Объем 5	Вес 5	Точность 5	Температура 5	Давление 5	Сила 5	Мощность 5	Энергия 5	Стоимость 5	Экология 5	Безопасность 5	Другое 5
6	Операция 6	Инструмент 6	Скорость 6	Подача 6	Глубина резания 6	Время 6	Длина 6	Объем 6	Вес 6	Точность 6	Температура 6	Давление 6	Сила 6	Мощность 6	Энергия 6	Стоимость 6	Экология 6	Безопасность 6	Другое 6
7	Операция 7	Инструмент 7	Скорость 7	Подача 7	Глубина резания 7	Время 7	Длина 7	Объем 7	Вес 7	Точность 7	Температура 7	Давление 7	Сила 7	Мощность 7	Энергия 7	Стоимость 7	Экология 7	Безопасность 7	Другое 7
8	Операция 8	Инструмент 8	Скорость 8	Подача 8	Глубина резания 8	Время 8	Длина 8	Объем 8	Вес 8	Точность 8	Температура 8	Давление 8	Сила 8	Мощность 8	Энергия 8	Стоимость 8	Экология 8	Безопасность 8	Другое 8
9	Операция 9	Инструмент 9	Скорость 9	Подача 9	Глубина резания 9	Время 9	Длина 9	Объем 9	Вес 9	Точность 9	Температура 9	Давление 9	Сила 9	Мощность 9	Энергия 9	Стоимость 9	Экология 9	Безопасность 9	Другое 9
10	Операция 10	Инструмент 10	Скорость 10	Подача 10	Глубина резания 10	Время 10	Длина 10	Объем 10	Вес 10	Точность 10	Температура 10	Давление 10	Сила 10	Мощность 10	Энергия 10	Стоимость 10	Экология 10	Безопасность 10	Другое 10
11	Операция 11	Инструмент 11	Скорость 11	Подача 11	Глубина резания 11	Время 11	Длина 11	Объем 11	Вес 11	Точность 11	Температура 11	Давление 11	Сила 11	Мощность 11	Энергия 11	Стоимость 11	Экология 11	Безопасность 11	Другое 11
12	Операция 12	Инструмент 12	Скорость 12	Подача 12	Глубина резания 12	Время 12	Длина 12	Объем 12	Вес 12	Точность 12	Температура 12	Давление 12	Сила 12	Мощность 12	Энергия 12	Стоимость 12	Экология 12	Безопасность 12	Другое 12
13	Операция 13	Инструмент 13	Скорость 13	Подача 13	Глубина резания 13	Время 13	Длина 13	Объем 13	Вес 13	Точность 13	Температура 13	Давление 13	Сила 13	Мощность 13	Энергия 13	Стоимость 13	Экология 13	Безопасность 13	Другое 13
14	Операция 14	Инструмент 14	Скорость 14	Подача 14	Глубина резания 14	Время 14	Длина 14	Объем 14	Вес 14	Точность 14	Температура 14	Давление 14	Сила 14	Мощность 14	Энергия 14	Стоимость 14	Экология 14	Безопасность 14	Другое 14
15	Операция 15	Инструмент 15	Скорость 15	Подача 15	Глубина резания 15	Время 15	Длина 15	Объем 15	Вес 15	Точность 15	Температура 15	Давление 15	Сила 15	Мощность 15	Энергия 15	Стоимость 15	Экология 15	Безопасность 15	Другое 15
16	Операция 16	Инструмент 16	Скорость 16	Подача 16	Глубина резания 16	Время 16	Длина 16	Объем 16	Вес 16	Точность 16	Температура 16	Давление 16	Сила 16	Мощность 16	Энергия 16	Стоимость 16	Экология 16	Безопасность 16	Другое 16
17	Операция 17	Инструмент 17	Скорость 17	Подача 17	Глубина резания 17	Время 17	Длина 17	Объем 17	Вес 17	Точность 17	Температура 17	Давление 17	Сила 17	Мощность 17	Энергия 17	Стоимость 17	Экология 17	Безопасность 17	Другое 17
18	Операция 18	Инструмент 18	Скорость 18	Подача 18	Глубина резания 18	Время 18	Длина 18	Объем 18	Вес 18	Точность 18	Температура 18	Давление 18	Сила 18	Мощность 18	Энергия 18	Стоимость 18	Экология 18	Безопасность 18	Другое 18
19	Операция 19	Инструмент 19	Скорость 19	Подача 19	Глубина резания 19	Время 19	Длина 19	Объем 19	Вес 19	Точность 19	Температура 19	Давление 19	Сила 19	Мощность 19	Энергия 19	Стоимость 19	Экология 19	Безопасность 19	Другое 19
20	Операция 20	Инструмент 20	Скорость 20	Подача 20	Глубина резания 20	Время 20	Длина 20	Объем 20	Вес 20	Точность 20	Температура 20	Давление 20	Сила 20	Мощность 20	Энергия 20	Стоимость 20	Экология 20	Безопасность 20	Другое 20
21	Операция 21	Инструмент 21	Скорость 21	Подача 21	Глубина резания 21	Время 21	Длина 21	Объем 21	Вес 21	Точность 21	Температура 21	Давление 21	Сила 21	Мощность 21	Энергия 21	Стоимость 21	Экология 21	Безопасность 21	Другое 21
22	Операция 22	Инструмент 22	Скорость 22	Подача 22	Глубина резания 22	Время 22	Длина 22	Объем 22	Вес 22	Точность 22	Температура 22	Давление 22	Сила 22	Мощность 22	Энергия 22	Стоимость 22	Экология 22	Безопасность 22	Другое 22
23	Операция 23	Инструмент 23	Скорость 23	Подача 23	Глубина резания 23	Время 23	Длина 23	Объем 23	Вес 23	Точность 23	Температура 23	Давление 23	Сила 23	Мощность 23	Энергия 23	Стоимость 23	Экология 23	Безопасность 23	Другое 23
24	Операция 24	Инструмент 24	Скорость 24	Подача 24	Глубина резания 24	Время 24	Длина 24	Объем 24	Вес 24	Точность 24	Температура 24	Давление 24	Сила 24	Мощность 24	Энергия 24	Стоимость 24	Экология 24	Безопасность 24	Другое 24
25	Операция 25	Инструмент 25	Скорость 25	Подача 25	Глубина резания 25	Время 25	Длина 25	Объем 25	Вес 25	Точность 25	Температура 25	Давление 25	Сила 25	Мощность 25	Энергия 25	Стоимость 25	Экология 25	Безопасность 25	Другое 25
26	Операция 26	Инструмент 26	Скорость 26	Подача 26	Глубина резания 26	Время 26	Длина 26	Объем 26	Вес 26	Точность 26	Температура 26	Давление 26	Сила 26	Мощность 26	Энергия 26	Стоимость 26	Экология 26	Безопасность 26	Другое 26

РИС. 26. МАРШРУТ ОБРАБОТКИ В ВИДЕ ТАБЛИЦ MS EXCEL

Проектирование и изготовление деталей из листового материала. Оптимальный раскрой в системе ADEM

АЛЕКСЕЙ КАЗАКОВ, КОНСТАНТИН КАРАБЧЕЕВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ВСЕГДА БЫЛА ОЧЕНЬ АКТУАЛЬНОЙ ТЕМОЙ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ПОДОБНЫЕ ИЗДЕЛИЯ СОСТАВЛЯЮТ ДОБРУЮ ПОЛОВИНУ ВСЕХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ. ПРЕЖДЕ ЧЕМ ПРИСТУПИТЬ К ОПИСАНИЮ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ADEM С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЛИСТОШТАМПОВКИ И ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ, НАПОМНИМ ВКРАТЦЕ ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА В СИСТЕМЕ.

Наиболее эффективный метод проектирования - автоматическое построение оболочки на основе твердотельной мастер-модели (Рис 1). С точки зрения задания данных это наиболее простой способ. Для построения оболочки достаточно указать исходное тело и грани, которые нужно оставить открытыми (необязательный шаг). Далее

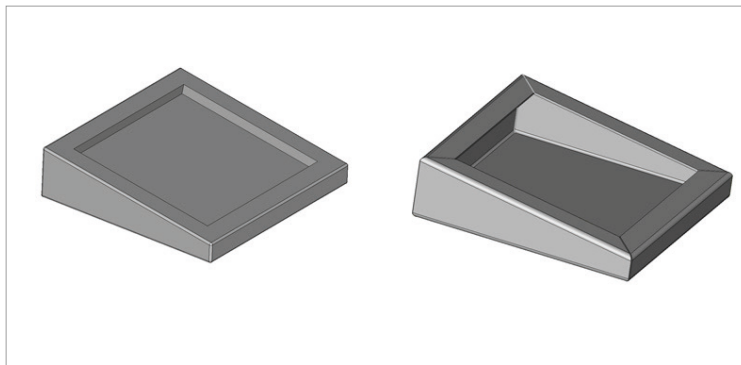
надо ввести высоту и глубину оболочки относительно поверхности исходного тела. Тем самым можно регулировать толщину и положение оболочки относительно поверхности.

Следующий метод - проектирование конструкций, изготавливаемых гибкой из листа (Рис. 2). Для автоматизации процесса проектирования ме-

тодом гибки в системе ADEM был разработан специальный математический аппарат, который реализован в виде пяти главных операций:

- **загиб** с заданным радиусом, под заданным углом, на заданную длину с отступами и фасками
- **загиб с нахлестом** с заданным радиусом, под заданным углом, на заданную длину с отступами и фасками
- **продление листа** на заданную длину или до грани, с отступами и фасками
- **разрезание листа**
- **развертка модели** относительно нейтральной или любой другой линии, правильнее сказать — поверхности.

РИС 1. ПОСТРОЕНИЕ
ОБОЛОЧКИ НА ОСНОВЕ
ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ
3D МОДЕЛИ



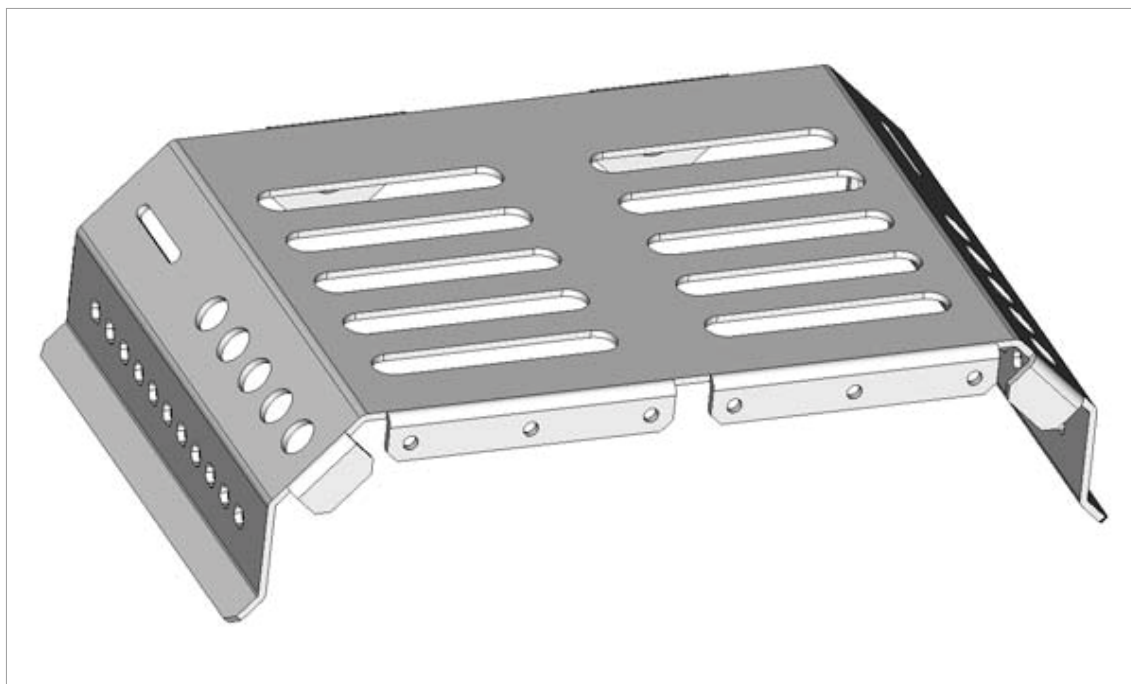


РИС 2. ПРИМЕР ДЕТАЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ ГИБКОЙ ИЗ ЛИСТА

Еще один метод - проектирование конструкций, изготавливаемых штамповкой и вытяжкой из листа. Здесь даже у самых простых операций, таких как отбортовка, линиягиба материала не является прямой линией. Для проектирования подобных деталей в системе ADEM достаточно указать базовую плоскость листа и цепочку ребер, вдоль которых будет произведена отбортовка, штамповочные уклон и радиус, высоту отбортовки. Это далеко не полное описание возможностей системы ADEM в плане моделирования тонкостенных деталей, но и этих трех способов обычно достаточно для создания моде-

ли изделия и дальнейшей подготовки производства.

Среди множества технологий получения деталей из листа, несомненно, лидирующее положение занимает штамповка. Возможность создания управляющих программ для прессов с ЧПУ существует с самых первых версий системы ADEM. Для создания программ на подобный тип оборудования, после проектирования и получения развертки самой детали, крайне актуальна функция оптимальной раскладки (раскроя) одной или нескольких разверток на листе. Одна и та же деталь может быть добавлена несколько раз. Это удобно

в случае, если приоритетным является раскладка нескольких деталей А, затем деталей В, а потом еще нескольких деталей А. Любая деталь может состоять из одного внешнего элемента и может включать множество внутренних элементов (отверстий). Существует ряд необходимых параметров для раскладки. Это приоритет раскладки деталей, возможные отступы от края, расстояние между деталями, а также возможные вращения деталей на листе и их зеркальное отражение.

Стратегия **Раскроя (Раскладки)** может гибко настраиваться при помощи параметров ко-

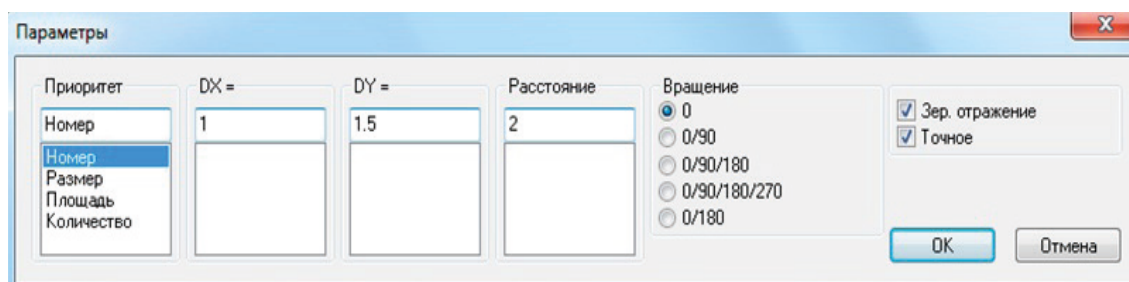
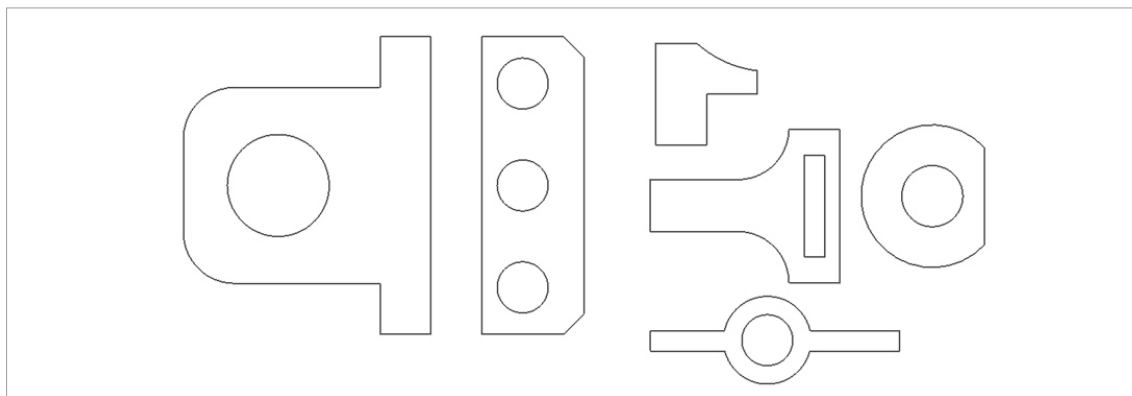


РИС 3. ПАРАМЕТРЫ РАСКЛАДКИ

РИС. 4 ДЕТАЛИ ДЛЯ
РАСКЛАДКИ



манды. Параметр **Приоритет** — назначение приоритета деталям, в соответствии с которым производится раскладка.

- Приоритет «Номер» — приоритет в порядке очереди элементов (предыдущая деталь в списке имеет более высокий приоритет по сравнению с последующей)
- Приоритет «Размер» — приоритет в порядке наибольшего максимального габарита элемента (чем больше габарит, тем выше приоритет)
- Приоритет «Площадь» — приоритет в порядке наибольшей площади элемента (чем больше площадь, тем выше приоритет)
- Приоритет «Количество» — приоритет в порядке наибольшего количества элементов (чем больше элементов нужно разместить на листе, тем выше приоритет)

Параметры **DX, DY** — минимальные отступы от краев листа по X и по Y соответственно деталями (больше или равно 0). Для задания отступов от краев введите из значения в соответствующие поля. Параметр **Расстояние** — минималь-

но допустимое расстояние между деталями (больше или равно 0). Для задания минимального расстояния между деталями введите его значение в поле **Расстояние**.

Параметр **Вращение** — возможное вращение деталей при раскладке

- не вращать — размещение деталей без вращения
- вращать на 90 — размещение деталей с возможностью поворота на 90 градусов
- вращать на 90 и 180 — размещение деталей с возможностью поворота на 90 и 180 градусов
- вращать на 90 и 180 и 270 — размещение деталей с возможностью поворота на 90, 180 и 270 градусов

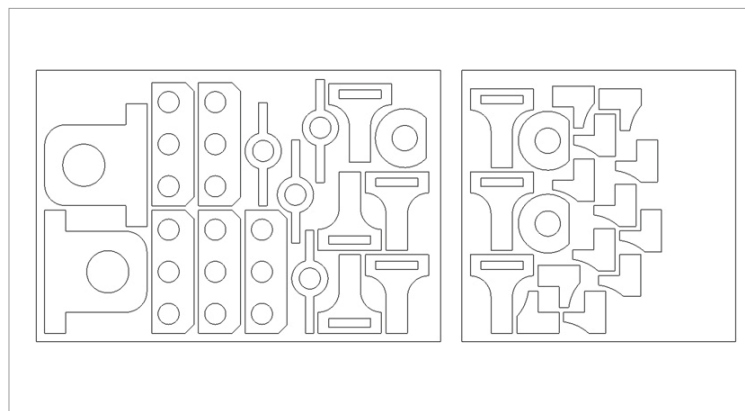
Для задания возможного вращения деталей установите пе-

реключатель в нужное положение. Параметр **Зеркальное Отражение** — возможность зеркального отражения деталей при раскладке. Для возможного зеркального отражения при оптимизации раскладки поставьте флажок **Зер. Отражение**. Параметр **Точное** — переключение между быстрыми и точными расчетами.

Например, возьмем несколько различных деталей (см. рис 4). И два листа разного размера. Укажем листы раскладки и зададим количество каждой детали при раскладке на листе: установим флажок «Зеркальное отражение» и покажем, что вращать детали можно на 90, 180 и 270 градусов. Результат расчета раскладки деталей будет следующим (см. рис. 5):

При этом все параметры расчета, включая количество де-

РИС. 5 РЕЗУЛЬТАТ
РАСКЛАДКИ НА 2
ЛИСТАХ



талей и листов, а также форму деталей, доступны для редактирования в любой момент времени. Остается только пересчитать возможный вариант раскроя. В строке подсказки будет показан процент выполнения расчета оптимальной раскладки. Результатом раскладки будут копии исходных деталей в заданном количестве на указанных листах. Раскрой листового материала может иметь вложенную структуру. Например, когда на одном листе необходимо расположить раскрой нескольких более мелких листов, на которых уже, в свою очередь, располагаются детали. В этом случае рекомендуется:

Пример

В качестве примера рассмотрим случай, когда необходимо на большом листе раскроя помимо деталей разместить маленький лист раскроя. Выполним раскрой на первом листе, при этом одной из деталей будет зона более мелкого раскроя (условная деталь).

Выполним раскрой на втором листе, размеры которого соответствуют размерам определенной зоны на главном листе. Создадим фрагмент: выделяем все детали, размещенные на втором листе, для сохранения в фрагменте; в качестве точки привязки указываем левый верхний угол прямоугольника-листа. Возвращаемся в первый лист, производим вставку ранее сохраненного фрагмента и ориентируем его согласно расположению условной детали (зоны). В ре-

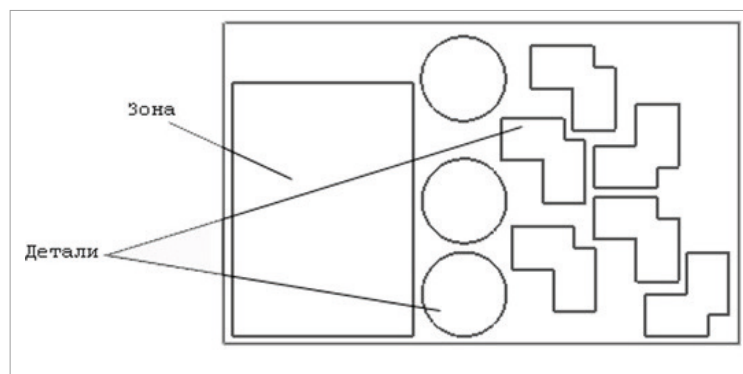


РИС. 6. РАЗМЕЩЕНИЕ МАЛОГО ЛИСТА РАСКРОЯ

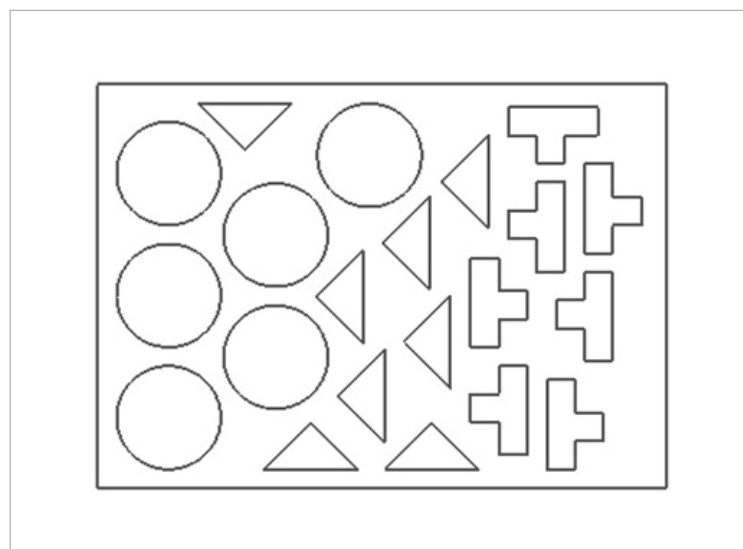


РИС. 7. РАСКРОЙ НА ВТОРОМ ЛИСТЕ

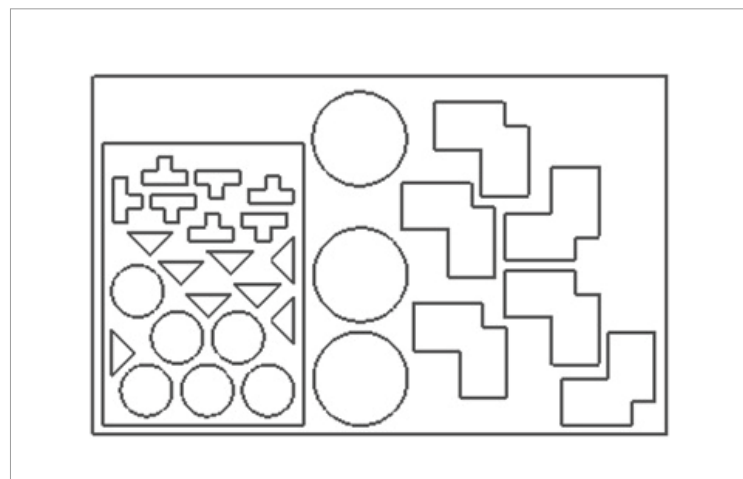


РИС. 8 РЕЗУЛЬТАТ РАСКРОЯ

зультате произведенных операций мы получаем «раскрой в раскросе».

Управляющие программы для листопробивки создаются с помощью технологического перехода «Пробить». С его помощью можно выполнять

вырубку окон, стенок, замкнутых и не замкнутых пазов. Поддерживаются круглые и прямоугольные пуансоны без/со скругленными углами, которые можно разворачивать в процессе обработки на произвольный угол вдоль оси Z.

Предусмотрено три режима работы:

- *Одиночный удар* - при котором вырубается отверстие, форма которого определяется формой пуансона.
- *Проход вдоль линейного контура* - обрабатываются линейные участки, длина которых превышает размеры инструмента. Количество ударов, необходимых для обработки контура, вычисляется автоматически с учетом размеров пуансона и величины нахлеста, который позволяет обеспечить лучшее качество реза. Для формирования четких углов имеется возможность задания параметров вывода пуансона в начале и в конце контура на заданную величину.
- *Вибровысечка* - обработка контуров свободной формы круглым пуансоном. В данном режиме инструмент движется вдоль контура с заданной подачей, совершая определенное количество ударов в минуту.

В случае обработки крупногабаритных деталей, размеры которых превышают размеры рабочей зоны прессы с ЧПУ, используется команда «Перехват». С ее помощью производится освобождение зажимов и перемещение листа таким образом, чтобы необходимая его часть попала в рабочую зону станка, после чего обработка будет продолжена. Однако, применение прессов с ЧПУ

требует предварительного проектирования и изготовления иногда довольно сложной инструментальной оснастки, что оправдано только в условиях серийного и крупносерийного производства. И если без использования формовочных и гибочных штампов практически не обойтись, то вырубные штампы можно заменить альтернативными технологиями обработки, одной из которых является лазерная резка.

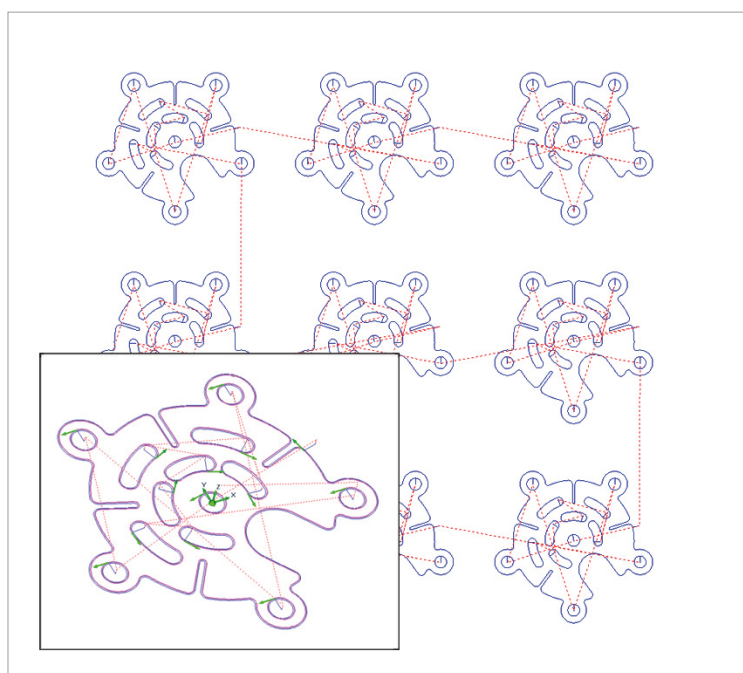
Перейдем непосредственно к лазерной обработке. ADEM поддерживает два вида лазерных технологий: 2.5X координатную резку и 5X координатную резку и сварку. На первый взгляд плоская обработка лазером не таит в себе ничего сложного. Но есть ряд нюансов. Рассмотрим их, а также способы решения этих проблем, реализованные в системе ADEM.

Во-первых, задание геометрии. При обработке деталей,

содержащих внутренние отверстия, достаточно сложно задавать последовательность обхода контуров, расположение траектории относительно исходного контура, управлять коррекцией на радиус. В ADEM эта проблема решена полностью. Система обеспечивает автоматическое распознавание наружных и внутренних контуров и, соответственно, ведет обработку с нужной стороны — обход наружных контуров выполняется снаружи, внутренних - изнутри. Таким образом, достаточно выделить окном группу элементов, подлежащих обработке. Также автоматически происходит включение/выключение функций G41 и G42, обеспечивающих коррекцию.

Во-вторых, средства, предотвращающие выпадение детали из листа после завершения обработки или прогиб крупногабаритных деталей, что может привести к повреждению (за-

РИС 9. ПЛОСКАЯ
ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА
ГРУППЫ КОНТУРОВ



резанию) уже обработанных участков. Для решения этой проблемы ADEM содержит механизм назначения точек прерывания, в которых происходит выключение лазера, создавая тем самым участки разрыва траектории. Допускается изменение диаметра и мест расположения точек прерывания на контуре. Интегрированная природа ADEM, где конструкторская и технологическая части составляют единое целое, обеспечивает автоматическое перепозиционирование точек прерывания при изменении геометрии детали и регенерацию траектории движения лазерного луча.

В-третьих, механизмы клонирования обработки на листе. Система ADEM обеспечивает возможность копирования обработки на группе точек. Точки могут быть заданы как параметрической сеткой, так и произвольным набором с возможностью разворота обработки на заданный угол относительно каждой точки. При параметрическом задании определяется шаг сетки, коли-

чество узлов по каждой координате и способ обхода точек, допускаются следующие варианты:

Зигзаг/петля по координате X
Зигзаг/петля по координате Y
В-четвертых, формирование подходов/отходов к контуру. Система ADEM обеспечивает семь различных вариантов подхода/отхода на всех участках, где происходит включение или выключение лазера. При формировании участка подхода (отхода) выполняется автоматический контроль на коллизии, исключающий повреждение обрабатываемого объекта.

Все эти возможности позволяют максимально упростить задание обработки, сведя ее к единственному технологическому переходу — «Резать лазером группу контуров» (Рис. 5). При этом все режимы обработки автоматически попадают в технологический процесс, чем обеспечивается автоматическое формирование техпроцесса и карты наладки. Добавим, что система ADEM также позволяет управлять

световым каналом в случае работы нескольких станков от одного лазера. При этом режимы его работы выбираются из базы данных в зависимости от обрабатываемого материала.

Помимо автоматической резки контуров, в системе ADEM реализован вариант автоматической перфорации листа. Перфорация производится за счет просечки лазером листа в наборе точек, образующих определенный орнамент. Заполнение орнамента точками может быть выполнено вручную средствами конструкторского модуля, либо в автоматическом режиме указанием замкнутого контура и шага сетки по осям X и Y. Не зависимо от способа заполнения выполняется автоматическая оптимизация траектории обхода точек по кратчайшему расстоянию. Как было сказано выше, кроме плоской обработки, реализован так же режим объемной 5-ти координатной лазерной резки и сварки. Его использование позволяет отказаться от использования вырубных штампов и выполнять резку отверстий произвольной конфигурации на деталях, полученных, в том числе, и объемной штамповкой.

Особенность многокоординатной лазерной обработки заключается в том, что основой для задания траектории служат ребра поверхностей модели. Обеспечивая возможность движения лазера по объемной кривой, ADEM позволяет регулировать углы наклона луча на ее различных

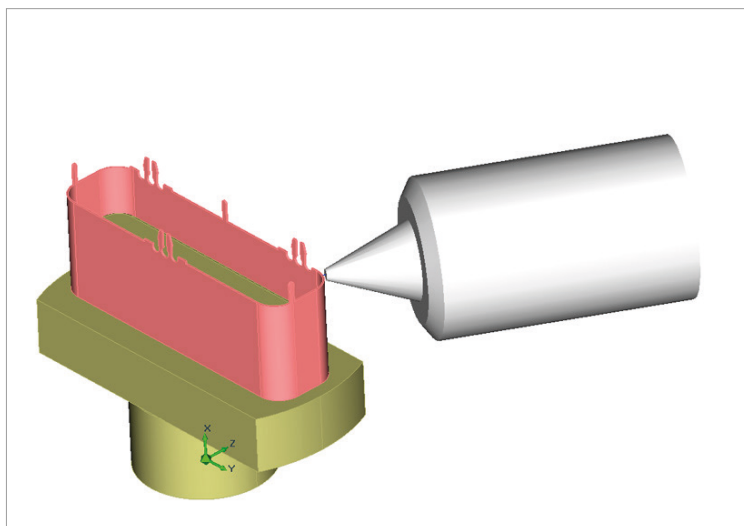


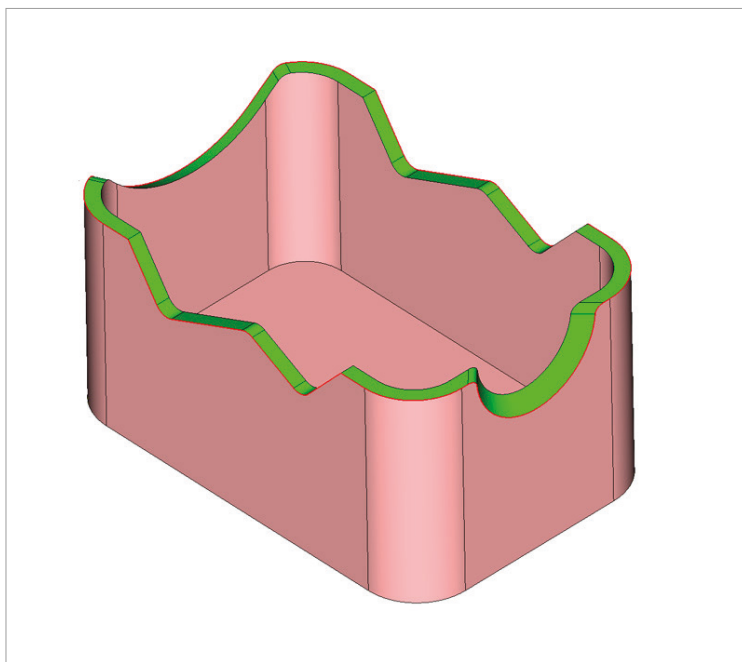
РИС 10. ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА ОБОЛОЧКИ БОКОВОЙ ЧАСТЬЮ

РИС 11. АВТОМАТИЧЕСКОЕ НАХОЖДЕНИЕ ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И РЕБЕР ОБОЛОЧКИ

участках. Для сохранения постоянного фокусного расстояния совместно с кривой задается набор поверхностей, которые определяют разворот лазерной головки по нормали в каждой точке траектории. В тех случаях, когда требуется более тонкое управление положением лазера в пространстве, допускается задание начального и конечного векторов кривой, что обеспечит плавное изменение положения луча при движении по кривой. Но и это еще не все. Корректировку положения луча на отдельных участках кривой можно производить, задавая приращения углов отклонения/опережения. Таким образом, обеспечивается максимально возможный набор механизмов управления положением лазерного луча в пространстве, характерный в большей степени для операций сварки.

Для автоматизации операций резания, система ADEM предлагает другую возможность — обработку боковой частью луча. В этом случае в качестве исходной информации также используются поверхности и кривые. Луч лазера как бы скользит по поверхности, оставаясь всегда направленным по нормали к соответствующей кривой (Рис 10). Тут тоже есть нюансы, с которыми ADEM справляется автоматически.

При попытке задать обработку сложной модели, состоящей из нескольких десятков, сотен, а то и тысяч поверхностей и управляющих кривых, процесс их указания может занять зна-




чительное время, что заметно снижает эффективность работы. Для облегчения процесса указания, ADEM предлагает возможность автоматического выделения цепочки поверхностей составляющих торец оболочки и цепочки наружных граней (Рис 11). Технологи достаточно указать начальное ребро и все остальные элементы будут выделены в автоматическом режиме. На практике это происходит практически мгновенно.

Теперь несколько слов о постпроцессорах. Встроенная подсистема адаптации позволяет написать и отладить постпроцессор на любой станок. Ее возможности гарантируют 100% использование опций, имеющихся в станке. Желая еще больше облегчить процесс создания постпроцессоров, особенно для 5-ти координатных станков, ADEM содержит библиотеку системных постпроцессоров, реализующих основные кинематические

схемы станков. Они избавляют пользователя от рутинных расчетов, предлагая ему определить только желаемый формат вывода управляющей программы.

В заключение скажем, что вышеперечисленные возможности системы ADEM для лазерной обработки создавались по техническому заданию и при непосредственном участии специалистов немецкой компании TRUMPF laser GmbH+Co. KG (Schramberg — Germany). Ими были сертифицированы постпроцессоры для семейства лазерных станков LSAMA со стойкой SINUMERIK 840D (Рис 4) и тщательно протестированы все описанные функции. Такой вид сотрудничества с зарубежными лидерами новейших технологий и оборудования обеспечивают отечественной системе ADEM передовые позиции в области конструкторско-технологической подготовки производств.



СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Помогаем создать прозрачное
и эффективное производство**



Увеличиваем
эффективность
производственных
процессов



Обеспечиваем
контроль над работой
оборудования из любой
точки мира



Принимайте решения
на основе объективных
и точных данных

(812) 242-11-90

www.monitoringcnc.ru