

История внедрения системы ADEM на предприятиях РСК “МиГ”

Интервью с замначальника отдела механической обработки
ПК №2 “РСК “МиГ” А.Г. Коноховым

Д.В. Зинченко, эксперт CAD/CAM (группа компаний ADEM)

Российская самолетостроительная корпорация им. Микояна и Гуревича (РСК “МиГ”) – одна из ведущих компаний военно-авиационного сектора промышленности России. История РСК “МиГ” берет свое начало у самых истоков появления военной авиации. Тогда, еще в Советском Союзе, с конвейера завода сошли первые серийные истребители МиГ-1 и МиГ-3. Сегодня предприятие производит и модернизирует целый ряд образцов современной авиационной техники, а именно – многофункциональные сверхзвуковые истребители серии МиГ-29, МиГ-31 и МиГ-35.

Нам посчастливилось взять краткое интервью у заместителя начальника отдела механической обработки ОАО “РСК “МиГ” Производственного комплекса №2 (ПК №2) – **Александра Геннадьевича Конохова** – и познакомиться с тем, как у них сегодня ведется технологическая подготовка производства.

Производственный комплекс №2 РСК “МиГ” им. П.А.Воронина входит в число наиболее современных предприятий авиа- и машиностроения России. Его возможности позволяют выполнять полный цикл работ, включающий конструкторскую и технологическую подготовку производства новой авиационной техники, изготовление оснастки, выпуск опытных и серийных самолетов, послепродажное сопровождение и обслуживание производимой техники.

– Александр Геннадьевич, какова специфика вашего производства? С какими классами деталей приходится работать? Какие элементы деталей наиболее сложны для обработки?

– Мы имеем дело с многономенклатурным производством. Нельзя сказать, что работаем с каким-то одним классом деталей. Встречаются изделия с элементами геометрии, присущими как телам вращения, так и корпусным деталям, а также различным рычагам и деталям прочих классов. ПК №2 производит элементы силового каркаса самолета с обводообразующими поверхностями, детали гидросистем и систем подачи топлива самолета. Материалом для этих деталей служат как алюминиевые сплавы (Д16, Д16Т, В95, АК4), так и высокопрочные нержавеющие стали (ЭП 817, ВНС2, ВНС5), а также титановые сплавы, – но с ними мы работаем реже. Как я уже сказал, мы проектируем

механическую обработку деталей широкой и постоянно меняющейся номенклатуры, то есть имеем дело с опытным и штучным (реже – мелкосерийным) производством.

Касательно точностных характеристик элементов обрабатываемых деталей, хочу отметить следующее: применяемая у нас САМ-система должна позволять обрабатывать любые геометрические модели, получаемые от конструкторского отдела. Например, недавно нужно было обработать сферическую поверхность клапанной заслонки гидросистемы самолета с полем допуска в 21 микрон!

– И каковы результаты?

– Все детали были приняты бюро технического контроля (БТК) с первого предъявления.

Для проектирования обработки на оборудовании с ЧПУ была использована система ADEM версии 9.05. Её функционал позволяет нам программировать обработку поверхностей до 7-го качества точности включительно. И это с использованием только фрезерных операций!

– То есть не требуются никакие последующие доводочные операции и абразивная обработка...

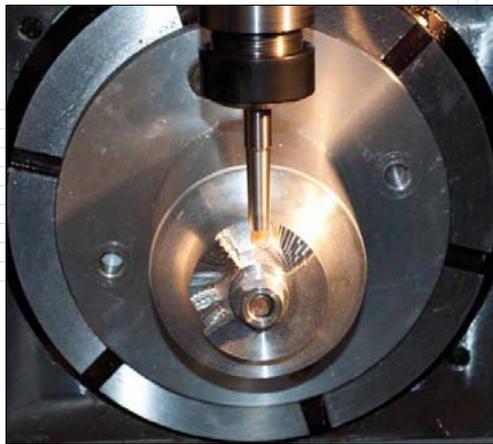
– Не требуются, так как САМ-модуль системы ADEM дает возможность создавать



Коррекция подачи – по толщине стружки

управляющие программы с реверсивной коррекцией. То есть, в одном технологическом проекте по обработке детали могут присутствовать участки траектории, как со встречным, так и с попутным фрезерованием, благодаря чему не нужно никакой притирки, шлифования, полирования и доводки поверхностей. В этом просто отпадает необходимость.

Другой пример из недавнего – изготовление шпангоутов с обводообразующими поверхностями. Мы использовали аналогичные алгоритмы обработки и свободно попали в допуск ± 0.02 мм.



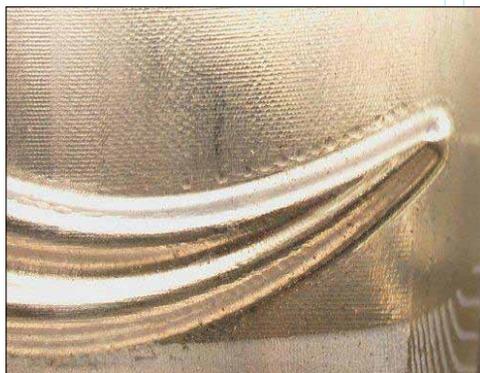
Плунжерная 4-координатная черновая выборка

– На каких этапах производства детали – от получения технического задания конструктором до изготовления готового образца на станке – используется CAD/CAM/CAPP-система ADEM у вас на предприятии?

– В нашем подразделении ADEM используется только на этапе технологической подготовки производства, в части программирования обработки на станках с ЧПУ. Мы знаем, что система ADEM имеет и конструкторский инструментарий, и модуль автоматизированного проектирования технологических процессов, и модуль материально-трудового нормирования, и систему управления инженерными данными и электронным составом изделия, но на сегодняшний момент некоторые из этих модулей используются у нас только лишь как вспомогательные. Главной для нас областью применения системы ADEM, по сложившимся обстоятельствам, остается программирование обработки на оборудование с ЧПУ.

– Обработка на каких станках с ЧПУ программируется с помощью системы ADEM CAM?

– На нашей производственной площадке – это такие станки, как *Handtmann UBZ300* (с 5-ю управляемыми координатами X, Y, Z и угловыми A-C), станки производства *Willemin-Macodel – M920* (с тремя линейными управляемыми координатами – X, Y, Z) и *W528* (с 5-ю управляемыми координатами – X, Y, Z и угловыми A-B). Помимо всего прочего на предприятии имеется довольно большой



Подрезы при высокоскоростной обработке – дефекты, появления которых позволяет избежать ADEM-VX

парк станков советского образца, таких как ФП 7, ФП 17, ФП 37 со стойками ЧПУ *Bosch* и “Альфа”.

– Какие задачи стояли перед производством при внедрении САМ-системы? Иными словами – какие сложности толкнули предприятие на поиск САМ-решения?

– Станки с программным управлением используются на предприятии с 1963 года. Поэтому необходимость применения системы автоматизации технологической подготовки производства в части проектирования управляющих программ назрела уже давно. Я уже говорил о том, с каким многообразием деталей мы имеем дело.

– Почему остановили свой выбор именно на системе ADEM?

– Мы являемся пользователями системы ADEM еще с конца 1980-х годов. В свое время, были идеи перехода на западные аналоги, но когда провели практический сравнительный анализ по выработанным заранее критериям, система ADEM в очередной раз доказала свои преимущества.

К примеру, ADEM позволяет уменьшить время на изготовление детали на $40 \div 60\%$, по сравнению с аналогичными ведущими зарубежными САМ-системами.

ADEM позволяет простыми способами решать нетривиальные технологические задачи. В том числе и за счет эффективной стыковки с любым оборудованием – то есть речь идет о создании постпроцессоров. На каждую единицу оборудования проектируется свой индивидуальный постпроцессор, который позволяет наиболее полно использовать весь функционал станка.

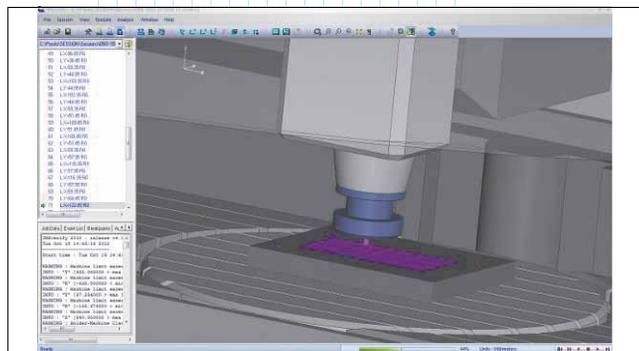
Кроме того, грамотно написанный и отлаженный постпроцессор существенно упрощает работу технолога-программиста. Например, для 5-координатных станков при переходе из одной зоны обработки в другую, с разными угловыми положениями, постпроцессор автоматически формирует управляющую программу с безопасными перемещениями из одного углового положения в другое, по заданному

алгоритму. Во время позиционной обработки по схеме 3+2 или непрерывной 5-координатной (в том числе и при фиксированных углах наклона инструмента) постпроцессор автоматически “определяет”, когда нужно зажать или отпустить тормоза приводов угловых осей.

Проблема некоторых зарубежных систем – несоответствие результатов обработки в металле при варьировании различных схем обработки на одной и той же детали. Это приводит к необходимости использования строго одного вида траектории инструмента, хотя применение разных схем было бы значительно эффективнее в плане повышения не только скорости, но и чистоты обработки. Этой проблемы в системе *ADEM CAM* попросту нет. Кроме того, нет ограничений на применяемый режущий инструмент, то есть во всех схемах обработки можно применять инструмент с рабочей частью любой геометрии.

В системе *ADEM* профессионально реализовано управление режимами резания. Управление подачей осуществляется именно по принципу выдерживания постоянной толщины стружки, а это является определяющим требованием при высокоскоростной обработке. Применяемый алгоритм позволяет поддерживать постоянную нагрузку на инструмент и приводы станка на протяжении всего времени обработки! В конкурирующей системе, которую нам предлагали использовать, при высокоскоростной обработке зона торможения в углах задается как процент от диаметра инструмента, и изменение подачи тоже задается в процентах. А поскольку геометрия углов разная, то 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 из системы *ADEM* управляющей программы, где величина подачи изменяется для обеспечения условия сохранения постоянства толщины снимаемой стружки в каждый момент времени, колебания



Процесс моделирования обработки матрицы

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 *CAM*-система, где определение каких-либо параметров резания задается в процентах, является устаревшей и свидетельствует о несоответствии современным требованиям. Но такой подход, к сожалению, характерен для большинства *CAM*-систем.

– Насколько качественно и в каком объеме удалось интегрировать ADEM с другими программными средами, существующими на предприятии?

– Как основной конструкторский пакет, на предприятии используется система *Siemens NX*, поэтому геометрические модели передаются в *ADEM CAM* именно из этой системы. Передаются напрямую, без промежуточных пересохранений. Кроме того, реализован импорт моделей из таких систем, как *CATIA*, *SOLIDWORKS*, *Creo*. По полям допусков деталей, о которых я упоминал ранее (и программирование обработки которых мы осуществляем в системе *ADEM*), вы можете сделать вывод о качестве передачи геометрии. Мы прекрасно вписываемся в поле допуска 0.02 мм и получаем 7-й квалитет точности только лишь с помощью операции фрезерования.

– Насколько пригодна система ADEM для такого широкого и быстроменяющегося многономенклатурного производства, как у вас?

– Для того чтобы упростить работу технолога-программиста ЧПУ, в системе *ADEM* реализована возможность копирования переходов обработки между разными проектами. Таким образом, мы можем оперативно реагировать на изменения в геометрии детали. Условно говоря – мы можем создать “с нуля” маршрут обработки новой детали по уже имеющимся проектам, используя уже отработанные технологические переходы обработки подобных деталей. Это очень удобно и значительно сокращает сроки технологического проектирования программной обработки.

– Сколько времени потребовалось, чтобы обучиться всем тонкостям работы в CAD/CAM/CAPP ADEM? Насколько система ADEM была сложна для освоения, в том числе и при обновлении версий?

– Обучиться работать в системе вполне способен даже рабочий, не имеющий высшего и даже среднетехнического образования. Для начала полноценной работы в *ADEM* нам потребовалась одна рабочая неделя – но это при условии, что учащийся уже имеет определенные навыки работы хотя бы в каких-то

конструкторских и технологических пакетах и является хорошим технологом, так как любая система – это инструмент в руках специалиста. А далее – совершенствовать свои умения нужно постоянно.

– Часто ли вам приходится привлекать разработчиков системы ADEM? Насколько стабильно работает ADEM в условиях столь широкого спектра решаемых задач?

– На протяжении всего срока эксплуатации системы появляются задачи по её развитию. Например, по нашей просьбе было реализовано программирование зонной токарной обработки для станков, не имеющих задней бабки. Также разработчики системы реализовали контроль постоянной ширины точения, исключающий поломку инструмента при переходе от цилиндрической поверхности точения к конусной или к торцовой. Кроме того, при нашем участии было реализовано нарезание резьбы инструментом, имеющим профиль, не совпадающий с профилем резьбы. Эта функция также позволяет программировать обработку шнеков и подобных винтовых поверхностей на любых токарных станках с ЧПУ.

С нашей помощью и на нашем производстве, послужившем в качестве опытной площадки, отлаживались алгоритмы для некоторых видов высокоэффективной обработки, реализованных на сегодняшний день в системе ADEM:

- схема винтовой выборки колодцев, которая позволила нам обрабатывать тонкостенные

детали, с толщиной стенок и полок в 2 мм **(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 фрезеровании труднообрабатываемых материалов (нержавеющие стали и титаны).

– Насколько оперативно специалисты компании-разработчика реагируют на просьбы по доработке системы под ваши нужды? Можете ли вы назвать наиболее запомнившиеся примеры?

– Достаточно оперативно реагируют и охотно отзываются на предложения о сотрудничестве. Поверьте – нам есть с чем и с кем сравнивать! К примеру, реализация алгоритма контроля толщины снимаемой стружки при высокоскоростной фрезерной обработке была осуществлена в течение двух месяцев. Это, на мой взгляд, очень быстро.

Применение этих алгоритмов в реальном производстве позволило нам значительно увеличить производительность оборудования и достичь высокой скорости съема материала: по алюминиевым сплавам – до 140 л/час, а по высокопрочным нержавеющим сталям – 18 кг/час!

– Благодарим Вас, Александр Геннадьевич, за уделенное время и за содержательное интервью! 🙏



ADEM

C A D / C A M / C A P P

Сквозная подготовка производства
на вебинарах по четвергам
в 10.00 по московскому времени!!!
Вся информация на сайте:

http://www.adem.ru

Москва:
ул. Иркутская, д.11, офис 244
Тел. +7(495) 462 01 56
+7 (495) 502 13 41
e-mail: moscow@adem.ru

Ижевск:
ул. Красноармейская, д.69
Тел: +7 (3412) 522 341
+7 (3412) 522 433
e-mail: izhevsk@adem.ru

Екатеринбург:
ООО "Уральское Отделение ADEM"
620147, а/я 70
Тел/факс: +7 (343) 267 44 25
Моб: +7 (922) 224 31 90
e-mail: adem@urmail.ru