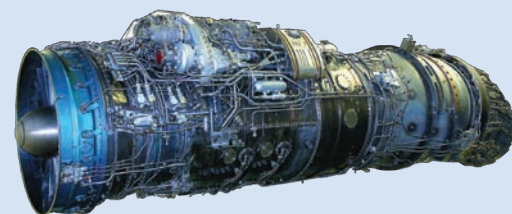


Новая ступень в развитии старейшего российского авиамоторного завода

Без повсеместного применения информационных технологий невозможно создать современный авиадвигатель



ФГУП «ММПП «Салют»



Siemens PLM Software

www.siemens.com/plm, www.ugs.ru

Задачи

Создание собственных исследовательских и проектных подразделений, оснащение их новейшими средствами разработки.

Обеспечение реализации инновационных идей в авиационном моторостроении.

Значительное сокращение сроков и стоимости проектирования по сравнению с традиционными методами.

Ключи к успеху

Комплексное внедрение решений компании Siemens PLM Software на всех этапах проектирования и производства: создание 3D-модели изделия, инженерные расчеты, подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ, управление данными об изделии.

Результаты

Создан и работает ряд КБ и несколько научных центров, в том числе – авиационное КБ перспективного развития (КБПР).

Успешно реализован ряд проектов создания двигателей для военных и гражданских самолетов, в том числе двигатели типа АЛ-31Ф с управляемым вектором тяги для самолетов семейства «Су». Предприятие добилось стабильного экономического положения и активно развивается.

История ММПП «Салют» началась в 1912 году, когда французская компания построила на месте нынешнего завода свои мастерские и начала выпускать первые в России серийные авиационные двигатели. Первой продукцией стали выпускаемые по лицензии авиадвигатели «Гном», которые устанавливались на самолеты таких известных марок, как «Москва», «Ньюпор-4», «Фарман-16», «Моран-Ж». Именно таким мотором был оснащен самолет, на котором впервые была выполнена «петля Нестерова».

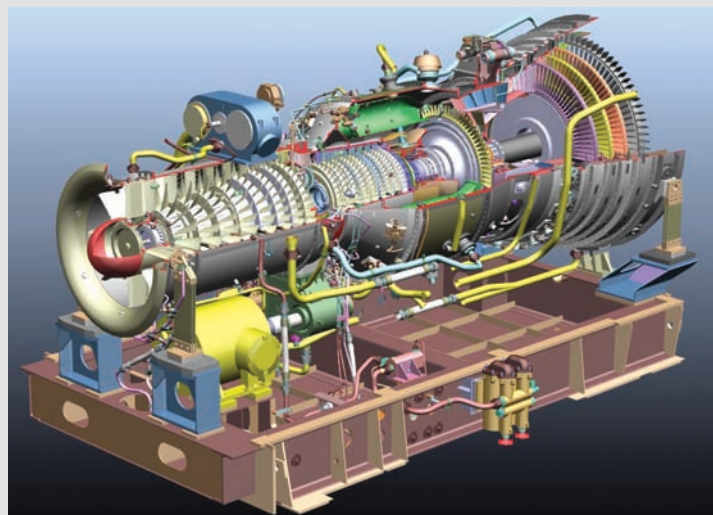
Выросший из мастерских завод вскоре начал вести уже собственные разработки. В предвоенные годы предприятие выпускало различные авиадвигатели, которые устанавливались, в частности, на самый большой на тот момент в мире самолет «Максим Горький» (АНТ-20). Летчики М. Громов и И. Жуков на самолете «Максим Горький» подняли рекордные грузы 10 тонн и 15 тонн на высоту 5000 метров. В 1937 году знаменитые летчики В. Чкалов, Г. Байдуков и А. Беляков совершили первый беспосадочный перелет из Москвы через Северный полюс в Америку. На их самолете АНТ-25 стояли моторы АМ-34 производства «Салют».

За годы войны завод выпустил более 10 тыс. двигателей АМ-38Ф для бронированного штурмовика Ил-2.

В 1947 г. серийное изготовление двигателя АЛ-31Ф. В производство был внедрен ряд принципиально новых технологических процессов. На самолетах Су-27 с двигателями АЛ-31Ф установлено около 30 мировых рекордов.

На сегодняшний день ФГУП «ММПП «Салют» – крупнейшее российское специализированное предприятие по проектированию, производству и сервисному обслуживанию авиадвигателей АЛ-31Ф (для самолетов семейства «Су»), по ремонту двигателей для Су-22 и МиГ-25, изготовлению узлов и деталей двигателей для самолетов Бе-200, Ту-334, Ан-74ТК-200, Ту-230, Ан-70, Ан-180 и Як-130, энергетических установок ГТЭ-20С и т.д.

Общая численность сотрудников интегрированной структуры «Салют» сегодня составляет 23 тыс. человек, из них 14 тыс. трудятся на головном предприятии.



SIEMENS



“Единственный способ сохранить конкурентоспособность среди тех, кто создает такую сложную наукоемкую технику, как авиационные двигатели и газовые турбины, – это повсеместное внедрение информационных технологий, таких как CALS/PLM, начиная со стадии маркетинга, проектирования, производства, эксплуатации, поддержки и до утилизации”.

*Д. Н. Елисеев,
директор по ИТ ММПП
“Салют”*



“Кроме функциональности систем мы познакомились с их российскими командами. Ни тогда, ни сейчас в России по уровню профессионализма никто не идет в сравнение с командой Siemens PLM Software, возглавляемой Генрихом Мелусом!”

*И.И. Кузнецов, зам. директо-
ра по САПР ММПП “Салют”*

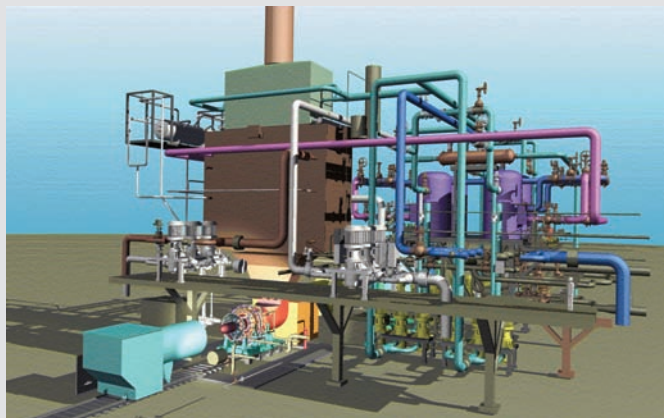
Причины модернизации завода

В середине 1990-х годов завод выпускал серийную продукцию и не располагал значительными проектными возможностями. Но когда начался процесс серьезных преобразований в промышленности, руководству завода во главе с генеральным директором Юрием Сергеевичем Елисеевым стало ясно, что главный упор теперь надо делать на новые разработки и конкурентоспособную продукцию. Изделия должны постоянно обновляться, модернизироваться, то есть, предприятию необходимо идти путем инноваций. Поэтому на заводе и был создан ряд КБ и несколько научных центров. Основными являются два: авиационное КБ перспективных разработок (КБПР) и КБ промышленных газотурбинных установок – ОМКБ “Горизонт”. Жизнь доказала, что это было верное решение.

Сегодня в заводских КБ работает около двух тысяч конструкторов. Предприятие самостоятельно разрабатывает как авиационные двигатели, так и промышленные газотурбинные установки. Для обеспечения растущих нужд авиации сделан первый шаг по созданию двигателя пятого поколения за счет глубокой модернизации двигателя АЛ-31.

Рассказывает Дмитрий Николаевич Елисеев, директор по ИТ ММПП “Салют”: “Раньше, в советские времена, на создание газотурбинного двигателя денег не считали, поскольку было государственное финансирование ВПК. На разработку и запуск в серийное производство каждого двигателя уходило до 10 лет. В течение этого времени завод изготовлял до 50 опытных образцов, многие из которых при испытаниях разрушались. Сегодняшняя стоимость одного такого двигателя составляет десятки миллионов рублей. В современных условиях мы не можем себе позволить работать старыми методами. Представьте, если бы сегодня мы начали делать двигатель, который серийным стал бы лишь через 10 лет. Каким он будет на тот момент? Конечно, устаревшим. А сколько он в итоге будет стоить? Поэтому без замены натурных испытаний и опытно – доводочных работ численными экспериментами, моделированием и расчетами, работать было бы невозможно”.

Для того чтобы в этой ситуации сохранить конкурентоспособность, необходимо повсеместное внедрение PLM-технологий, начиная со стадии маркетинга, проектирования, производства, эксплуатации, поддержки и до утилизации. Поэтому с 1996 года – то есть, со времени начала подъема предприятия – началось активное внедрение информационных технологий. За период с 1996 по 2006 г. количество компьютеризированных рабочих мест увеличилось более чем в 200 раз и достигло нескольких тысяч. Качественный скачок, как по числу рабочих мест и графических станций, так и по числу лицензий используемого ПО, произошел в 2001 и 2002 годах. Если до 2002 г. на предприятии функционировали около десяти рабочих мест NX, то сегодня их уже около сотни.



Выбор автоматизированной системы

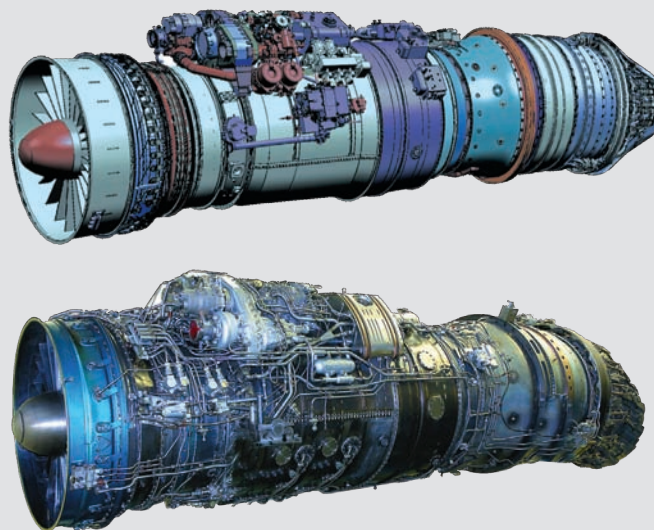
Когда в 2000 году на ММПП “Салют” принимали решение о кардинальном увеличении количества рабочих мест, оснащенных системами автоматизированного проектирования, был проведен полномасштабный анализ функциональности различных САПР: CADD5, Pro/ENGINEER, NX, CATIA и других. В результате отбора в финал вышли две системы: CATIA и NX. Функционал был подвергнут подробному сопоставлению по более чем ста параметрам. Функционал CAD-модулей оказался примерно равным, а по функционалу CAM-части вперед с от-

“Когда дело доходит до обеспечения всего жизненного цикла изделия от проектирования до изготовления, то, как мы убедились, лишь решения Siemens PLM Software работают в соответствии с нашими требованиями”.

Д. Н. Елисеев,
директор по ИТ ММП
“Салют”

рывом ушел NX. Это преимущество стало решающим. Значительную роль при выборе системы сыграл и высокий уровень технической поддержки, обеспечиваемый российским представительством Siemens PLM Software.

В результате NX был выбран в качестве базового инструмента для всего предприятия. Teamcenter Engineering был выбран в качестве базовой PDM-системы для авиационного КБ.



NX на практике

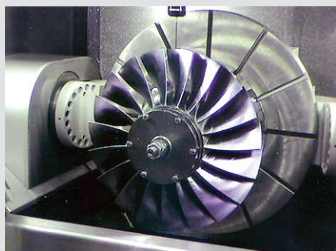
Важнейшими узлами, определяющими параметры авиационного двигателя, являются компрессор и турбина. От качества изготовления деталей для этих узлов напрямую зависят эксплуатационные характеристики, надежность и ресурс двигателя. Профессиональная среда разработки NX позволяет полностью подготавливать комплект конструкторской документации, начиная с эскизов и заканчивая рабочими чертежами. Но основная функция NX – разработка твердотельной 3D-модели. Например, в NX разрабатываются наиболее сложные детали компрессоров и турбин – рабочие и сопловые лопатки, корпуса сложной формы и рабочие колеса, выполненные по технологии “блиск”. Высокая степень точности цифровой модели позволяет минимизировать возможные погрешности и отклонения. На этапе разработки модели система NX позволяет изменять параметры модели, задаваемые в числовом виде. Это выводит процесс проектирования на качественно новый уровень, когда конструктор не только имеет возможность оперативно изменять параметры изделия, но и сразу же наблюдать результат на экране компьютера в любом ракурсе. В итоге процесс проектирования занимает гораздо меньше времени, а также исключается вероятность возникновения многих ошибок.

После разработки и согласования модель передается в отдел станков с программным управлением, где на её основе создаются управляющие программы для станков с ЧПУ. Современные обрабатывающие центры с ЧПУ, работающие по программе, созданной на основе 3D-модели, позволяют осуществить практически полный цикл обработки детали с минимальным участием человека. Рабочие лопатки – один из самых ответственных элементов компрессора и турбины двигателя – после изготовления в обязательном порядке проходят контроль основных геометрических параметров. Для этого служат высокопроизводительные измерительные машины, которые также используют цифровую трехмерную модель. В качестве примера можно привести разработку регулируемого сопла с управляемым вектором тяги двигателя АЛ-31ФМ1, выполненную конструкторским бюро перспективных разработок ММП “Салют”. На этапе эскизного проекта в CAD/CAM/CAE-системе NX была создана полная трехмерная модель поворотного сопла, включающая в себя около 3000 деталей и узлов, из которых более 500 – оригинальные. Это дало возможность еще до изготовления деталей проверить собираемость конструкции, наличие и величины зазоров, определить вес и центр тяжести поворотного сопла, причем, данные характеристики при изменении входящих деталей или изменении конструкции изменяются автоматически. Кроме



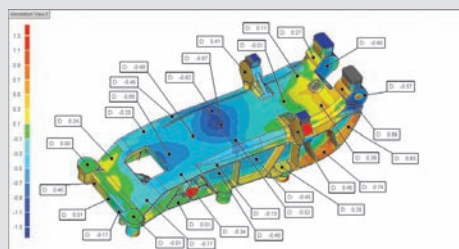
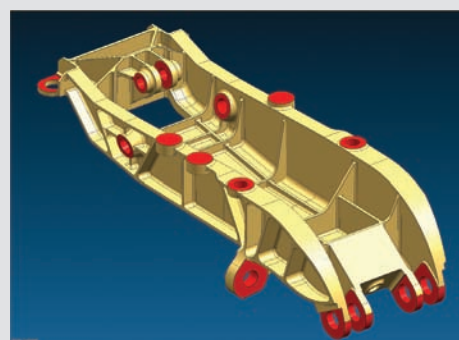
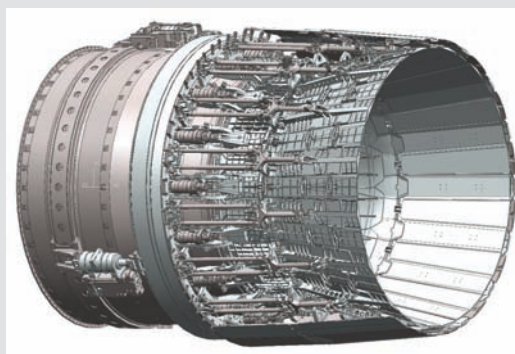
“Если речь идет о сложной наукоемкой технической продукции, о газотурбинной технике, то решения Siemens PLM Software являются лучшими решениями для этих отраслей.”

*Д. Н. Елисеев,
директор по ИТ ММПП
“Салют”*



того, полная трехмерная модель позволяет производить расчет размерных цепей и оптимизацию допусков формы и расположения поверхностей входящих деталей, проектировать новые или оптимизировать существующие детали в контексте сборки.

Наличие моделей литых деталей дало возможность значительно сократить время изготовления первых опытных образцов поворотного сопла за счет применения полимерных деталей, изготовленных методами быстрого прототипирования. Это позволило отказаться от проектирования и изготовления прессформ, а также от отладки процессов литья деталей. Кроме того, наличие моделей деталей сложной конфигурации позволило разработать программы для контрольно-измерительных машин, что повысило качество изготовления этих деталей. Справа приведен результат автоматизированного контроля размеров полученной отливки. Следует отметить, что все детали, входящие в общую сборку модуля поворотного сопла, параметризованы. Параметризация открывает возможность оперативно решать задачи, связанные с изменением геометрии деталей, их оптимизацией, заменой материалов, анализом влияния производственных отклонений на работоспособность и ресурс всего механизма.

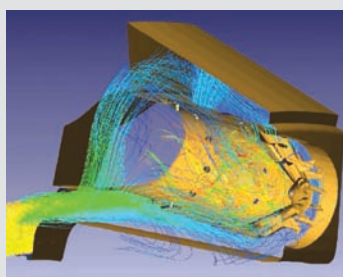


Поворотное сопло представляет собой сложный механизм с большим количеством элементов и множеством связей между элементами. Выросшие требования к надежности конструкции, снижению веса и уменьшению количества деталей требуют оперативности в решениях задач динамического анализа работы сопла. При проектировании механизма поворотного сопла проводился кинематический и динамический анализ конструкции. Имеющиеся в распоряжении ММПП “Салют” технологии проектирования и изготовления позволили получить конструкцию регулируемого сопла с управляемым вектором тяги, обладающую минимальной массой и высоким ресурсом.

Управление данными

В качестве PDM-системы в ММПП “Салют” используется Teamcenter Engineering от Siemens PLM Software. На данный момент это ПО установлено у конструкторов и технологов тех цехов, в которых происходит изготовление деталей. Уже создан электронный архив на базе Teamcenter, в котором хранятся 2D-чертежи, 3D-модели и сканированные чертежи. В Teamcenter хранятся не только данные из NX, но и чертежи из AutoCAD, и Word-файлы с отчетами, результаты испытаний и прочее.

“Я не думаю, что выбор CAD/CAM- и PDM-системы от одного поставщика является краеугольным. У нас применяется целый ряд не только CAD-программ, но и расчетных решений, в связи со спецификой наших изделий. Это MSC.Nastran, MSC.Marc, ANSYS CFX, FlowVision и т.д. Все результаты расчетов – газогидродинамики, тепломассообмена, горения и т.д. также хранятся в нашей PDM-системе Teamcenter”, – говорит Д. Н. Елисеев.



“На мой взгляд, главное, что мы выбрали Teamcenter. С его помощью управлять данными любых CAD/CAM/CAE-систем – это не проблема”.

*Д. Н. Елисеев,
директор по ИТ ММПП
“Салют”*

Решения/Сервисы

NX
Teamcenter

Основной бизнес клиента

ФГУП «ММПП «Салют» – крупнейшее российское специализированное предприятие по изготовлению, сервисному обслуживанию и ремонту авиадвигателей и энергетических установок.

www.salut.ru

Адрес клиента

Нижний Новгород,
Россия

«В случае ММПП «Салют» надо говорить не о выгоде от применения решений Siemens PLM Software, а о том, что без таких технологий предприятие не смогло бы существовать. Это необходимое условие».

Д. Н. Елисеев, директор по ИТ ММПП «Салют»

Выводы

В современных условиях невозможно обходиться без САПР для компьютерного моделирования, расчетов и производства. Из-за слишком длительного цикла изготовления и крайне дорогостоящих натуральных испытаний продукция в таком случае была бы неконкурентоспособной.

«В случае ММПП «Салют» надо говорить не о выгоде от применения решений Siemens PLM Software, а о том, что без таких технологий предприятие не смогло бы существовать. Это необходимое условие. Если начать считать эту выгоду, то только отсутствие необходимости изготавливать 50 опытных образцов двигателей способно оправдать любые затраты на программное обеспечение! А 10-летняя зарплата всем конструкторам и рабочим, вовлеченным в этот процесс? Сегодня цикл создания нового двигателя составляет от двух до четырех лет. Обычно уже первый натуральный образец проходит не просто испытания, а является доведенным и испытанным численными методами образцом газотурбинной техники, который практически сразу идет в опытно-промышленную эксплуатацию. Такой путь значительно – в десятки раз – удешевляет производство.

Мы проводили масштабное исследование CAD/CAM/CAE и PDM-решений уровня high-end, в результате которого стало очевидным, что в мире есть два решения, способных работать с газотурбинной техникой. А по факту, когда дело доходит до обеспечения всего жизненного цикла изделия от проектирования до изготовления, то, как мы убедились, только решения Siemens PLM Software работают в соответствии с требованиями. Я не вижу им альтернативы. Ведь когда доходит до создания охлаждаемых лопаток со сложной внутренней структурой, блисков, импеллеров, больших сборок таких сложных изделий, то кроме NX ничто справиться с этим не может. Более того, профессионализм команды Siemens PLM Software во главе с Генрихом Мелусом не превзойден пока никем. Его технические специалисты действительно пытаются понять проблему и решить её, а быстрая реакция также является важным фактором», – сказал Д.Н. Елисеев.

Таким образом, современные компьютерные технологии помогают предприятию объединить в единое целое весь процесс получения готового изделия. Как известно, этот процесс начинается с опытно-конструкторских разработок и заканчивается контролем параметров изделия. При этом использование единого базового элемента процесса – электронной 3D-модели – дает возможность значительно упростить согласование и взаимодействие различных этапов производственного цикла. Также уменьшается количество технологических операций, повышается точность и значительно снижается вероятность возникновения ошибок. В результате, всё это позволяет предприятию экономить значительные средства, а также выполнять заказы в кратчайшие сроки.

Siemens PLM Software в РФ:

123610, Москва Краснопресненская наб., 12 офис 507

Центр Международной Торговли

тел: +7 495 967 07 73

факс: +7 495 967 07 75

www.siemens.com/plm, www.ugs.ru

Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. Siemens PLM Software, Teamcenter, Parasolid, Solid Edge, Femap and I-deas are registered trademarks; Tecnomatix, NX and Velocity Series are trademarks of Siemens PLM Software. All other logos, trademarks or service marks used herein are the property of their respective owners.

Иллюстрации предоставлены ФГУП «ММПП «Салют»

SIEMENS