

Пекари А.И.¹, Савельевских Е.П.², Огарков С.О.¹, Стрелец Д.Ю.²

¹ОАО «Комсомольск-на-Амуре авиационное производственное объединение им. Ю.А. Гагарина».
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре

²ОАО «ОКБ Сухого». РФ, г. Москва

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТА SUKHOI SUPERJET-100. ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО (ОПЫТ ОАО «КНААПО»)

ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение имени Ю.А. Гагарина» реализует свой потенциал не только в создании новых видов военной техники, но и в освоении продукции современной гражданской авиации. Причем эта продукция становится одним из определяющих направлений и в перспективе должна достичь половины объема производства предприятия.

Речь идет о производстве компанией «Сухой» в соответствии с федеральной целевой программой «Развитие гражданской авиационной техники на 2002–2010 годы и на период до 2015 года» нового регионального российского самолета Sukhoi Superjet-100 (рис. 1) в кооперации с российскими и зарубежными компаниями.

Эта программа имеет статус долгосрочной и нацелена на возвращение российского авиапрома в число крупнейших поставщиков авиационной техники на мировой рынок.

Новый российский самолет Sukhoi Superjet-100 представляет собой низкоплан с двумя турбореактивными двигателями, со стреловидным крылом и однокильевым оперением. Для пассажиров обеспечен максимальный комфорт. По сравнению с конкурентами здесь увеличены габариты салона, пространство для ног пассажира под сиденьями, шире шаг между сиденьями. Размер сечения фюзеляжа позволил увеличить проход между рядами и предложить лучшую в своем классе высоту прохода при

расположении по пять комфортабельных кресел в ряд (3+2). Багажная полка легко вмещает чемоданы, габариты которых одобрены стандартами International Air Transport Association (IATA) в качестве ручной клади.

Пассажирская кабина имеет хорошее кондиционирование и низкий уровень шума.

Кроме комфорта Sukhoi Superjet-100 — это еще и новые принципы безопасности. Реализованы ранее не применявшиеся в гражданской авиации схемы ее обеспечения. Это полностью электронное и интеллектуальное управление машиной. Система автоматизации управления полетом позволяет в 20 заданных аварийных ситуациях выйти из всех. У иностранных машин показатели не превышают 10–14 случаев из тех же 20 заданных. Sukhoi Superjet-100 невозможно «свалить» в штопор. На нем нельзя пикировать, выполнять мертвую петлю или сделать резкий разворот с углом более 35 градусов. Электроника сама поправит действия пилота и сделает полет максимально безопасным для пассажиров.

Это и сверхэкономичный самолет. Его преимуществом также является базирование модификаций разной вместимости на едином крыле и максимальной унификации по элементам планера, двигателям и оборудованию, что позволяет снизить затраты на разработку, производство, техобслуживание, ремонт, обучение летного и инженерно-технического состава.

Sukhoi Superjet-100 — это первый за последние 20 лет новый российский гражданский самолет. Он является беспрецедентным для России примером широкой международной кооперации.

Задействовано более 30 крупнейших мировых авиакосмических компаний, поставщиков систем и комплектующих.

Программа производства регионального самолета рассчитана до 2024 года (рис. 2). В выпуске нового лайнера участвуют Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение, Новосибирское авиационное производственное объединение и созданный на базе ОАО «КНААПО» филиал ЗАО «Гражданские самолеты Сухого», входящие в



Рис. 1. Новый региональный российский самолет Sukhoi Superjet-100



Рис. 2. В цехе сборки фюзеляжей Sukhoi Superjet-100

авиационную холдинговую компанию «Сухой». Но ведущую роль, безусловно, играет Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение, на которое приходится основной объем работ по реализации столь масштабного проекта. Выбор этот далеко не случаен. Он обусловлен современными производственными мощностями, использованием передовых стандартов, технологий, накопленным на предприятии опытом в освоении новых изделий, наличием высококвалифицированного персонала.

Вступление ОАО «КнААПО» в новую нишу рынка — производство гражданских самолетов — сделало необходимым изменение подходов к традиционно сложившимся принципам изготовления продукции. Ввиду острой конкуренции они должны быть ориентированы на выпуск крупных серий с высокой степенью автоматизации, механизации техпроцессов, рациональностью поточных циклов и применением технических решений с минимальным влиянием человеческого фактора. В этом плане производство военной техники с небольшой степенью рентабельности и небольшими сериями, заменой острой конкуренции политическими решениями на поставку техники иностранным заказчикам выглядит даже менее сложной задачей. Особое внимание в гражданской технике уделяется обеспечению высокого качества, ведь продукция будет использоваться массой людей, являющихся фактическими заложниками добросовестной работы разработчика, производителя, эксплуатанта авиатехники.

Политика качества российского регионального самолета потребовала перехода на цифровые методы производства и контроля.

Его изготовление явилось первым реальным проектом в России, подготовка которого велась на осно-

ве полного электронного описания. Впервые от разработчиков передавались не чертежи, а электронные модели сборок и деталей.

С другой стороны, существовавшее оборудование было приспособлено под малые габариты изделий военной техники. Поэтому только под самую неотложную, так называемую «нулевую» очередь, без чего невозможно сделать этот самолет, было приобретено 18 единиц программного оборудования лучших мировых производителей.

Были заключены договоры с иностранными фирмами по обучению заводских специалистов. Появились свои программы обучения рабочих в учебно-производственном комбинате. На высокопроизводительных станках организована работа по 12-часовому скользящему графику, включая субботу и воскресенье, что позволило задействовать их на все 100 процентов. И все же под программу производства нового регионального самолета пришлось набирать людей. Были созданы дополнительные рабочие места.

Более 600 заводских специалистов ушли работать в комсомольский филиал ЗАО «Гражданские самолеты Сухого», где производится окончательная сборка самолета.

Одновременно для организации нового производства был реконструирован ряд производственных корпусов с созданием новых специализированных участков. Изготовлена оснастка примерно на 1,3 миллиона человеко-часов. Впервые в России параллельно с оснащением производства шло проектирование самолета, внедрялась методология постановки изделий на основе цифровых моделей.

Инженерный центр с участием подразделений предприятия еще ранее опробовал методологию постановки изделий на основе цифровых моделей

Unigraphics: пилотные проекты выполнены на фонаре и подбалочном киле Су-30МК, двери аварийного выхода самолета Су-80, а также при проектировании изделий Су-27КУБ, Су-35БМ. На практике была доказана эффективность цифровых методов. Но их применение наталкивалось на отсутствие в реальном производстве отработанных технологий изготовления деталей и агрегатов на основе цифровой информации, необходимого оборудования, общей концепции использования информации. Поэтому было выбрано три основных направления: развитие проектов постановки изделий по бесчертежной технологии с переносом выполнения цифровых моделей с предприятия-изготовителя на разработчика авиационной техники; создание единых корпоративных базисов, стандартов и баз данных для всех участников изготовления самолета; создание методик и технологий (цепочек) в реальном производстве по применению бесчертежных технологий.

Чтобы придать этой работе большую динамичность, в 2004 году было принято решение о формировании на базе инженерного центра дирекции по развитию, техническому перевооружению и информационным технологиям, которая бы продвигала эту идеологию на предприятие. Созданное подразделение стало «мозговым центром» по разработке и проведению инновационной политики в области цифровых технологий.

На первом этапе была развернута система компьютерных сетей, подключены в корпоративную сеть предприятия все подразделения.

Сегодня в объединении более 5,5 тысячи ПЭВМ, 2 суперкомпьютера, 70 корпоративных серверов, защищенный канал связи на Москву, действующий уже пять лет, и много другого оборудования, которого требует эта инфраструктура.

В связи с решением о постановке на производство регионального самолета Sukhoi Superjet-100, начиная с 2005 года, была проделана работа по организации передачи конструкторской документации от разработчика в цифровом виде и ведения этого проекта на бесчертежной основе. Для этого совместно с дирекцией информационных технологий холдинговой компании «Сухой» был реализован масштабный проект по созданию канала корпоративной связи предприятий холдинга Москва – Новосибирск – Комсомольск-на-Амуре со скоростью передачи данных 2 Гбит/с. Проектом предусмотрено развитие четырех подсистем – передачи данных, электронной почты, внутренней видеоконференции, IP-телефонии абонентов холдинга.

На предприятии внедрена система проектирования высокого уровня Unigraphics. Это позволило в 2006 году перейти впервые в практике отечественного авиастроения к постановке изделий на производство на основе трехмерной цифровой информации без

использования чертежей. Эта система высокого уровня представляет собой комплекс для проектирования в цифровом виде, изготовления изделий на станках с ЧПУ. ОАО «КнААПО» является крупнейшим пользователем Unigraphics в Российской Федерации.

Вся информация, которая создается на заводе в электронном виде, хранится, отслеживается, претерпевает изменения. Поэтому следом за этим была развернута система электронного ведения проекта, которая обеспечивает доступ каждого пользователя, гарантирует его права электронной подписью. Цифровые файлы в электронном виде утверждаются разработчиком, проверяющим и руководителем.

Важно не только смоделировать изделие, выявить ошибки, но и продвинуть эту идеологию в производство. Для реализации данной задачи на ОАО «КнААПО» за основу был взят принцип: подходить к каждой единице оборудования как к программному комплексу, который должен быть связан с системой моделирования. Чтобы комплекс мог получать свободную информацию из этой системы по прямому интерфейсу и по этой модели работать, стали налаживать технологические цепочки на цифровом уровне (рис. 3).

Первым приобретением стал лазерный раскройный станок BYSTAR. Сначала на нем начали делать шаблоны в цифровом виде, потом перешли непосредственно к заготовкам. Сроки их изготовления сократились в 100 раз. Если раньше, по крайней мере, месяц проектировали, потом еще месяц изготавливали в инструментальном цехе, то теперь файл любой развертки можно «нарисовать» примерно за один-два часа, а лазерный станок изготовит штамп за одну-две минуты.

Далее началось строительство других цепочек. Это высокоскоростное фрезерование – основа для многокоординатных станков (рис. 4). Научились фрезеровать штампы пресс-форм в закаленном виде в несколько этапов. Сегодня такой технологией за Уралом обладают только два авиационных предприятия – Иркутское и Комсомольское-на-Амуре. Такая технология позволяет получать зеркальную поверхность матрицы и не требует ручной слесарной обработки. За счет внедрения этой прорывной технологии затраты снизились примерно в три-четыре раза, значительно возросло качество. Следующим этапом стало внедрение высокоскоростной обработки алюминия за счет закупки у мировых лидеров примерно 60 современных обрабатывающих центров. В результате в восемь раз увеличилась скорость по сравнению с традиционным способом обработки «крылатого металла».

Внедрение скоростной обработки породило проблемы с инструментом. Он должен быть особым, сбалансированным на 18–20-тысячные обороты шпинделя. Поэтому начали развивать методы компьютерной балансировки инструмента, а в

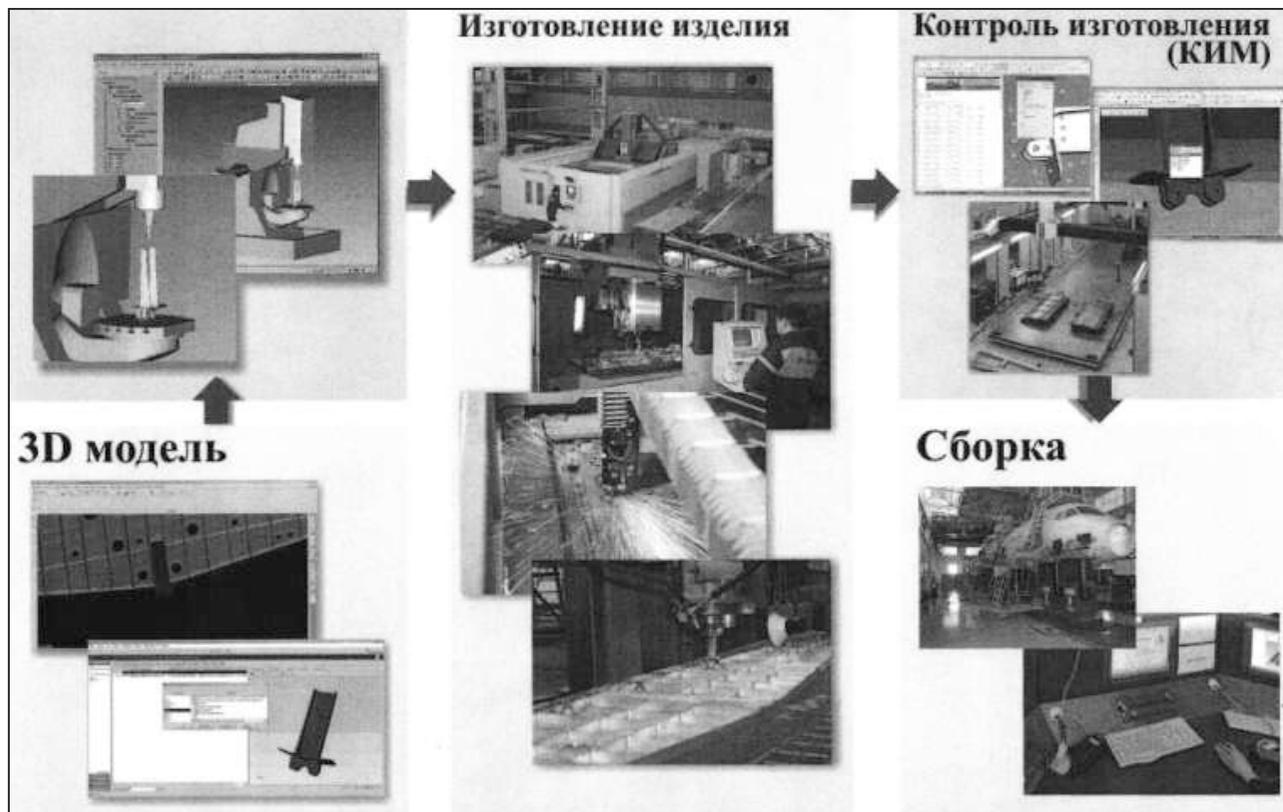


Рис. 3. Технологические цепочки на цифровом уровне



Рис. 4. Современные автоматизированные фрезерные центры



Рис. 5. Новое оборудование позволяет контролировать производственный процесс

последующем — методы его автоматизированной заточки. Все это привело, в конце концов, к дальнейшему развитию инструментального производства. Изготовленный собственными силами по новой технологии инструмент обходится в три раза дешевле, чем покупной из-за рубежа. Его стойкость значительно повысилась, особенно при обработке закаленных сталей. Вслед за этим была решена проблема обработки титана, материала, который требует особых подходов. Приобретение нового оборудования позволило выйти на скорости резания примерно в два с половиной раза выше традиционных (рис. 5).

Большой эффект достигнут при создании участка централизованного лазерного раскроя на основе цифровых технологий.

Сегодня весь раскрой ведется на участке площадью три тысячи квадратных метров вместо прежних девяти тысяч. Одним из важнейших этапов стала работа по раскрою плиты. Для этого был закуплен гидроструйный станок с ЧПУ, который позволил внедрить технологию раскроя стальной нержавеющей и алюминиевой плиты струей воды под высоким давлением с наполнением абразивом. Это оборудование эффективно себя показало на производстве оснастки для регионального самолета, где очень сложные контуры.

Прорывной для отрасли стала новая система обтяжки листовых деталей методами числового про-

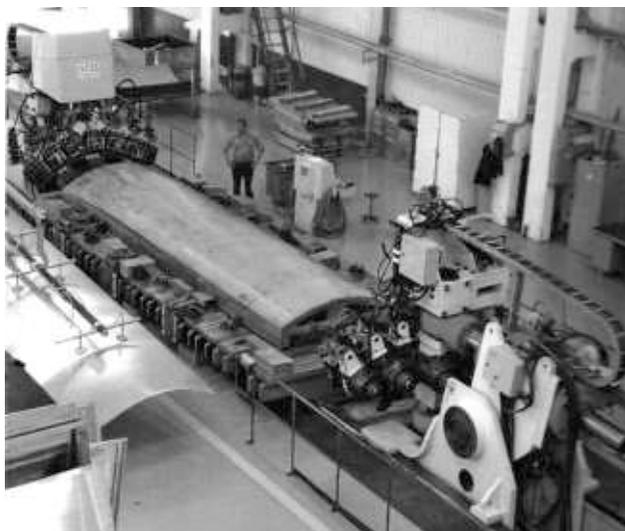


Рис. 6. Пресс продольной обтяжки с ЧПУ

граммного управления (рис. 6). Для этого на ОАО «КнААПО» используются два растяжно-обтяжных прессы FEL фирмы ASB (Франция) и шести-семикоординатная гибочная машина HAEUSLER с ЧПУ нового поколения, которые позволяют заранее программировать листовую деталь и дальше ее обтягивать по программе. Причем эти станки оснащены системой самообучения.

В результате их внедрения в 2004 году стали формовать обшивки двойной кривизны за один переход — уникальный случай, которого до этого в истории предприятия еще не было. Кстати, и сами обшивки уникальны для авиации. Они имеют нестандартный габарит — 8 метров, что на 2,2 метра больше, чем на самолете Ил-76. Там обшивки разрезаны, а на региональном самолете Sukhoi Superjet-100 для снижения веса они изготавливаются цельными.

На отформованной обшивке надо с большой точностью обрезать наружный контур, сделать вырезы под иллюминаторы и люки, засверлить сборочные отверстия. Такие операции выполняются на уникальном станке FOREST LINE, приобретенном в 2006 году и оснащенном гибкой инструментальной системой POGO американской фирмы SNA.

Далее была проведена проработка цепочек оснащения. Кроме обтяжки, когда была заложена и согласована идеология увязки этого изделия в цифровом виде, встал вопрос о бесстапельной сборке, или сборке по сборочным отверстиям (рис. 7). Это позволило не делать очень сложные стапели, которые базировали деталь и по внутреннему, и по наружному контуру, а оформить в цифровом виде сборочные отверстия и потом по этим сборочным отверстиям собрать каркас. Сложность состояла в высоких требованиях к точности сборочных отверстий в пространстве для разных типов деталей. Для решения этой задачи специалисты ОАО «КнААПО» обрабатывали и, в конце концов, успешно реализова-

ли идею авиастроения. Такая оснастка работает в КнААПО уже несколько лет. Не так давно новосибирские коллеги после консультаций с комсомольчанами приобрели аналогичную оснастку.

Следом, когда на ОАО «КнААПО» научились делать детали и развили цифровую идеологию, стали внедрять автоматизированную клепку по программе. Был приобретен самый сложный комплекс ПАС-2, для которого надо готовить специальные программы.

Система сама базирует деталь, выполняет в автоматическом режиме все технологические операции — сверление, зенковку, подачу заклепки, расклепывание, фрезерование. На одну заклепку уходит 8–12 секунд.

Еще одним новшеством стало использование лазерного трекера вместо инструментального эталона. Это система пространственного, очень точного измерения с помощью лазерных приборов, которая позволяет сегодня вести строительство или сборку стапельной оснастки. Раньше для этого применялись физические носители — трудоемкие, дорогостоящие эталоны, калибры. Сегодня все оснащение регионального самолета ведется с использованием этих точных приборов, без увязочной оснастки, объем изготовления которой ранее только рабочими составлял примерно 1 миллион человеко-часов без учета инженерного труда. Следующей ступенью развития уже лазерных приборов стало еще более совершенное оборудование — лазерный радар. Он не только может производить измерение отдельных точек, позиционировать их в пространстве, но и выполнять сканирование поверхностей. Сегодня он очень активно применяется для контроля деталей, изготовленных агрегатов.

Новым словом не только для предприятия, но и для всей отрасли в целом стал монтаж стенда стыковки IP1632 фюзеляжа регионального самолета,



Рис. 7. Стенд стыковки фюзеляжа регионального самолета — новое слово в авиастроительной отрасли



управляемого по пяти осям методами ЧПУ. Эта система лазерных радаров сканирует отсеки самолета и выполняет их наводку для точной стыковки. Такую оснастку по техническому заданию КнААПО спроектировала и изготовила немецкая фирма. Оснастка интересна тем, что она позволяет собрать различные модификации самолета — на 60, 75, 95 мест.

В течение примерно получаса можно переналадить сборочный стапель длиной 40 метров на новую модификацию машины.

В процессе создания нового продукта на принципах CALS порождается огромное количество информации, которой необходимо управлять, поддерживать в актуальном состоянии и хранить. С этой целью на КнААПО введена в действие первая очередь системы по учету движения закупаемых изделий, расчетам с поставщиками на объеме всех складов служб снабжения и комплектации. Данная система применяется при учете и анализе финансово-экономической деятельности подразделений. Продолжается развитие блока интеграции BAAN с системой управления данными об изделии TeamCenter, введен в действие блок интеграции BAAN с картотекой отдела главного технолога. Завершается разработка второй очереди системы производственного планирования и управления. В области управления персоналом введена первая очередь системы в объеме «Кадры» и «Штатное расписание».

Для успешного функционирования и развития компьютерной корпоративной сети специалисты КнААПО завершили консолидацию средств хранения основных информационных систем сети на базе единой сети хранения данных SAN ОАО «КнААПО», запустили схему дублирования информации системы BAAN через SAN на площадку резервного серверного центра, ввели в действие катастрофоустойчивую систему хранения информации, сдали в эксплуатацию систему бесперебойного питания главного сервисного центра ОАСУ-Сервис, ввод которой решил целый ряд проблем, связанных со сбоями в сетях электропитания.

Среди других мероприятий следует назвать ввод в эксплуатацию системы хранения SUN SE9980, освоение новых информационных систем, таких как MS Windows Server 2003, MS Windows Server 2008, MS Windows XP, MS Windows Vista, коренную модернизацию корпоративного web-сайта. Прове-

денная работа значительно увеличила скорость доступа к данным, обеспечила надежность и отказоустойчивость, внедрение системы кэширования файловых ресурсов, что позволило планировать и рационально распределять объемы файловых серверов, существенно снизить временные и финансовые затраты на хранение и резервное копирование информации, модернизацию серверного комплекса ORACLE и BAAN, внедрение комплексной системы защиты информации «Панцирь-К».

Несмотря на уже достигнутый высокий уровень технической проработки существующих инфраструктурных ИТ-решений, на ОАО «КнААПО» продолжают работы по их оптимизации, вводу в эксплуатацию программно-аппаратных комплексов, функционально ориентированных на реализацию новых и развивающихся производственных программ.

Целенаправленное, последовательное осуществление мероприятий по техническому перевооружению производства и внедрению новых технологий на самой современной основе позволяет предприятию оставаться флагманом российского авиапрома, на равных конкурировать с ведущими зарубежными авиастроительными фирмами, создавая высокотехнологичную, наукоемкую технику XXI века.

Литература

1. *Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение* / Гл. ред. А.Г. Братухин. М.: ОАО «НИЦ АСК», 2008. 608 с.: ил.
2. *Братухин А.Г., Погосян М.А., Присяжнюк В.С., Куртин Д.Б. CALS — основа развития АВПК «Сухой»* / В кн. Информационные технологии в наукоемком машиностроении. Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса. Под общей редакцией А.Г. Братухина, Киев: «Техника», 2001, С. 115–122.
3. *Флагман российского авиапрома: Комсомольскому-на-Амуре авиационному производственному объединению имени Ю.А. Гагарина — 75 лет*. Хабаровск: Издательский дом «Приамурские ведомости», 2009. 208 с.: ил.
4. *Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия* / Бакаев В.В., Судов Е.В., Гомозов В.А. и др.; Под ред. В.В. Бакаева. М.: Машиностроение-1, 2005. 624 с.: ил.