

Автоматизированные средства проектирования авиационного крепежа: система *Syncrofit* на площадке ОАО “ТАНТК им. Г.М. Бериева”

©2014 CAD/CAM/CAE Observer

Предыстория

Компания ТАНТК (ОАО “Таганрогский авиационный научно-технический комплекс им. Г.М. Бериева”) – это и опытное конструкторское бюро, и производство, и летно-испытательный комплекс, и учебно-авиационный центр, и авиакомпания, и многое другое. Компания занимается разработкой новой авиационной техники, изготовлением опытных образцов, проведением летных и сертификационных испытаний, серийным производством летательных аппаратов различного назначения, их ремонтом и модернизацией, а также исследованиями в области аэро- и гидродинамики и другими видами деятельности.

С каждым днем требованиями к результатам работы конструктора растут. Предприятию, которое непрерывно развивается, для современной технологической подготовки производства (ТПП) требуется конструкторская документация в электронном виде: это CAD-модели деталей и сборочных единиц, электронная структура изделия (в том числе электронная спецификация крепежа), возможность качественно увязывать конструкцию самолета – осуществлять подбор длин болтов и заклепок по определенным правилам, автоматизировано выполнять расстановку крепежа в соответствии со стандартами предприятия. Кроме прочего, необходима возможность передачи данных на проекционные системы типа *LAP Laser*, на автоматизированные сверлильные машины и клепальные автоматы.



Иванченко Дмитрий Викторович – ведущий инженер-конструктор отдела САПР компании ТАНТК

Прежде для проектирования самолетного крепежа в компании ТАНТК использовалась программа собственной разработки, которая позволяет выполнять его расстановку – но не твердотельного крепежа, а условного (в виде осевых линий и кривых, имитирующих форму закладной головки стандартного крепежного изделия). В какой-то мере эта программа удовлетворяла потребности конструкторов при электронном моделировании взаимосвязки конструкции планера самолета, однако при этом она обладала рядом существенных недостатков: отсутствие возможности

ОАО “Таганрогский авиационный научно-технический комплекс им. Г.М. Бериева”

Структура компании ТАНТК:

- опытное конструкторское бюро;
- производство;
- летно-испытательный комплекс;
- учебно-авиационный центр гидроавиации;
- авиационно-техническая база;
- авиакомпания;
- аэропорт “Таганрог-Южный”;
- склад временного хранения;
- испытательно-экспериментальная база в г. Геленджике;
- сеть представительств в России и за рубежом.

Виды деятельности:

- разработка новой авиационной техники;
- изготовление опытных образцов авиационной техники;
- проведение летных и сертификационных испытаний и внедрение в серийное производство;



- серийное производство летательных аппаратов различного назначения, в том числе интеграция систем РЛДН;
- теоретические, экспериментальные исследования в областях аэро- и гидродинамики, динамических характеристик, системотехники, авиационного оборудования, авиационных конструкционных материалов;
- ремонт, модернизация и модификация существующих образцов авиационной техники;
- обучение и подготовка летно-технического состава;
- осуществление научно-технического сопровождения, эксплуатации и послепродажной поддержки изделий у заказчика;
- интегрированная логистическая поддержка;
- лизинг авиационной техники;
- маркетинговая деятельность.

автоматического подбора длин крепежных элементов (болтов и заклепок) и проведения автоматизированных проверок правил установки крепежа, высокая трудоемкость при подборе крепежа и расчете веса. Кроме того, она не обеспечивала автоматической поддержки спецификации стандартных изделий в сборке.

В исключительных случаях конструкторы были обязаны расставлять твердотельный крепеж (то есть 3D-модели) стандартными средствами NX – базовой системы на предприятии. Этот процесс, помимо трудоемкости, характеризуется отсутствием какой-либо автоматизации при подборе длин крепежей, равно как и правил проверки правильности расстановки и подбора крепежа. По нормам, принятым в ТАНТК, отверстия под крепеж средствами NX не моделируются, так как это увеличивает трудоемкость; кроме того, отверстия в сборках значительно перегружают 3D-модели при их регенерации.

Всё это в совокупности и обозначило круг проблем, решить которые можно только с помощью специализированного программного инструмента.

Начало истории

Намерение приобрести *Syncrofit* у специалистов ТАНТК возникло в 2011 году. В то время поставщиком этой системы являлась компания *VISTAGY*, которая в мае 2011 года провела на площадке ТАНТК первую презентацию. Тогда эта система еще не работала совместно с *NX*, поэтому демонстрация проходила на примере *CATIA*.

Следующую презентацию *Syncrofit* в феврале 2013 года делали уже представители компаний *Siemens PLM Software* и ЗАО “Инновационные технологии и решения” – к тому времени система *Syncrofit* уже “дружила” с *NX*. В ноябре 2013 года компания ТАНТК приобрела первый пул лицензий *Syncrofit* – клиентские лицензии, позволяющие выполнять расстановку крепежа, и лицензию на просмотр результатов расстановки. Совместно с *Siemens PLM Software* и ЗАО “Инновационные технологии и решения” был организован пилотный проект “Автоматизированная расстановка крепежа на базе программного обеспечения *Syncrofit*”. В рамках пилотного проекта при помощи *Syncrofit* была выполнена расстановка крепежа в нескольких электронных моделях сборочных единиц – к примеру, две крышки люка, флор шпангоута, стык центроплана крыла и консольной части крыла.

Таким образом, специалисты ТАНТК стали первыми заказчиками и пользователями *Syncrofit* в России. В том, как выглядит этот программный продукт сегодня, есть и их заслуга, поскольку с их подачи нынешний разработчик

системы – *Siemens PLM Software* – совместно с ЗАО “Инновационные технологии и решения” адаптировал *Syncrofit* под требования российских стандартов.

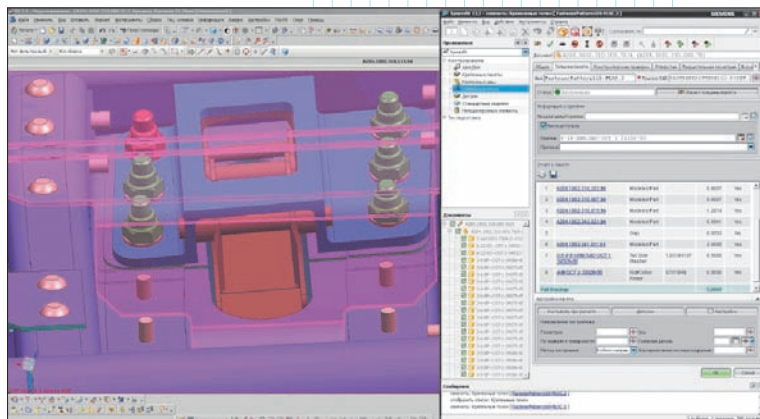
Следует отметить, что до этого была предпринята попытка приобрести и внедрить программу *Fast Designer* – она применялась на площадке ТАНТК в рамках совместных с ЗАО “ГСС” работ по проекту самолета *RRJ*. Но разработчик – ОАО “Компания “Сухой” – отказал в этом из-за сложности обеспечения технической поддержки этой системы.

Основные преимущества *Syncrofit*

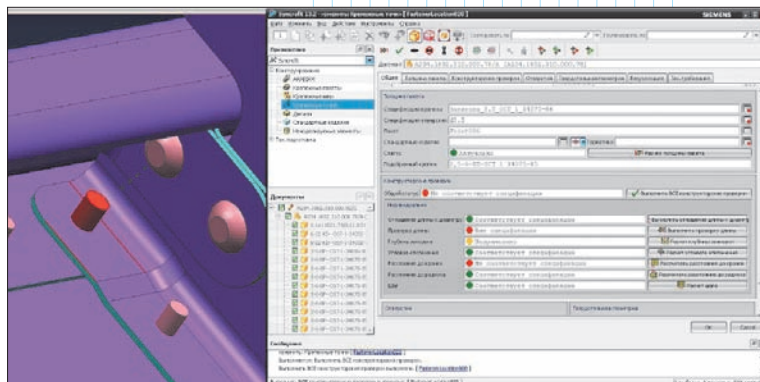
По мнению специалистов ТАНТК, основное преимущество системы *Syncrofit* заключается в гибкости: она легко адаптируется к требованиям электронной модели данных PDM-системы *Teamcenter*, применяемой на предприятии, а также к стандартам и требованиям к крепежным изделиям и правилам их подбора.

В ходе тестовой эксплуатации *Syncrofit* (пилотного проекта) были официально отмечены следующие преимущества:

- ✓ система позволяет расставлять твердотельный крепеж в соединениях и сборках, а также сохранять данные проекта и ассоциативно связывать с геометрией 3D-моделей *NX*;



Пример расчета толщины пакета для болтового соединения



Пример выполнения проверки на соответствие конструкторским правилам при расстановке заклепок

- настройка БД *Syncrofit*, а также настройка *Syncrofit* и *Teamcenter* для работы с библиотекой стандартных крепежных изделий;

- подготовка описаний крепежных изделий в БД *Syncrofit*;

- создание наборов шаблонов семейств деталей стандартных крепежных изделий, минимально необходимых для тестирования системы;

- внесение крепежей в БД *Syncrofit*;

- создание 3D-моделей стандартных крепежных изделий;

- формирование классификации стандартных изделий в системе *Teamcenter*.

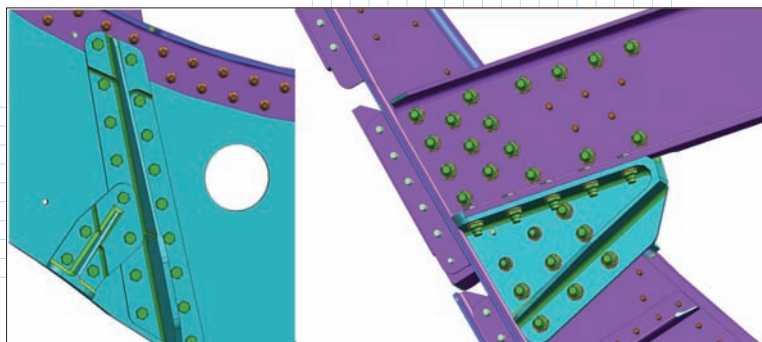
Необходимость заказывать у разработчика какую-то кастомизацию системы на первом этапе не возникло. После завершения внедрения основной задачей для сотрудников ТАНТК стало наполнение БД *Syncrofit* крепежными изделиями, чтобы можно было тиражировать применение системы в полном объеме для всех проектов предприятия.

Помимо лицензий компания приобрела и техническую поддержку – в том числе и для того, чтобы в процессе развития системы учитывались и требования ТАНТК. Благодаря наличию договора о поддержке, сотрудники компании получают регулярные консультации и помощь в устранении проблем, которые иногда возникают в ходе эксплуатации. В 2014 году в рамках технической поддержки был осуществлен переход на релиз *Syncrofit* с русскоязычным интерфейсом.

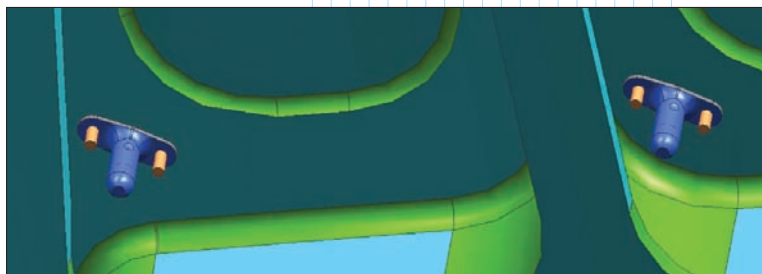
Интеграция с CAD и PDM/PLM

Единственной CAD/CAM/CAE-системой на площадке ТАНТК является NX, поэтому критерий полной интеграции с NX стал важнейшим при выборе системы расстановки крепежа.

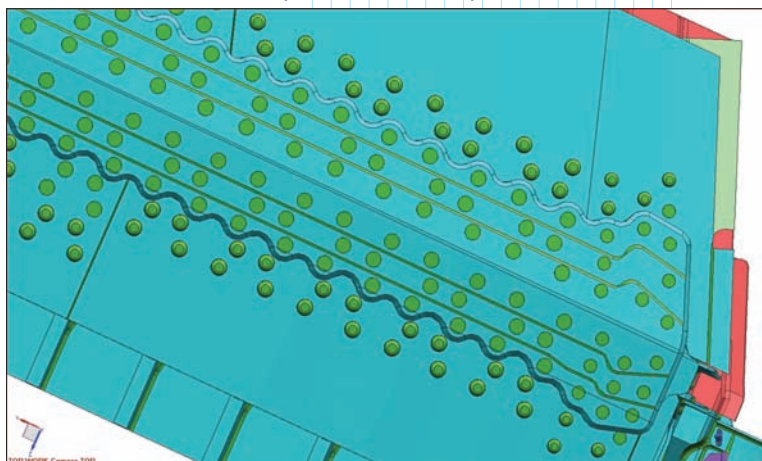
В качестве PLM-платформы предприятие использует *Teamcenter*. По мнению специалистов ТАНТК, на данный момент полную интеграцию с этой системой разработчик *Syncrofit* еще не обеспечил. Что под этим понимается? Трехмерные модели всех стандартных крепежных изделий, применяемых конструкторами ТАНТК, давно хранятся в базе *Teamcenter* в “Классификаторе стандартных изделий”. На данный момент реализована частичная интеграция: *Syncrofit* может использовать 3D-модели крепежей, которые хранятся в БД *Teamcenter*, но для этого всю необходимую информацию о крепежах нужно отдельно внести в БД *Syncrofit*, что порождает дополнительную трудоемкость. Ожидается, что эта проблема будет решена в ближайшем будущем.



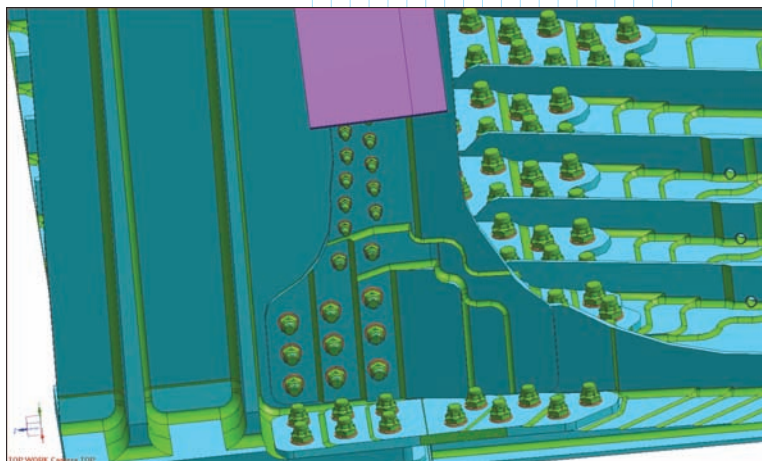
Пример расстановки крепежа по изделию “Флор штангоута”



Пример установки “глухих” двухшкотовых самоконтрящихся (анкерных) гаек



Пример расстановки крепежа – стык ЦЧК и КЧК, вид “снаружи”



Пример расстановки крепежа – стык ЦЧК и КЧК (вид “сбоку”)

Самолет-амфибия Бе-200ЧС

Самолет Бе-200ЧС предназначен для тушения лесных пожаров огнегасящими жидкостями и может выполнять следующие задачи:

- остановка и сдерживание распространения средних и крупных лесных пожаров путем создания заградительной полосы многократными сбросами огнегасящей жидкости на кромку пожара;
- ликвидация мелких и зарождающихся лесных пожаров;
- доставка в район бедствия и возвращение на базу пожарных команд и средств пожаротушения путем посадки на заранее выбранную акваторию или аэродром.

Помимо базового – противопожарного – варианта, разработаны следующие модификации:

- транспортный;
- поисково-спасательный;
- санитарный.

По конструкции Бе-200 представляет собой моноплан с высокорасположенным стреловидным крылом, Т-образным хвостовым оперением и лодкой большого удлинения с переменной поперечной килеватостью. Особенностью Бе-200 по сравнению с другими самолетами-амфибиями является полностью герметичный фюзеляж, что позволяет использовать эту машину для выполнения широкого круга задач.

Бе-200 может эксплуатироваться с аэродромов класса “Б” с длиной полосы 1800 м и водных акваторий длиной не менее 2300 м при глубине водоема не менее 2.5 м. Самолет способен взлетать и садиться на воду при высоте волны до 1.3 м, при этом



специальные меры защиты от коррозии позволяют эксплуатировать самолет в открытом море.

Основными заказчиками Бе-200 являются МЧС и Министерство обороны РФ.

Характеристики самолета Бе-200:

Вес пустого самолета, кг	25 340
Максимальное количество принимаемой в баки воды, кг	12 000
Максимальный взлетный вес, кг	37 900
Тип двигателей	Д-436ТП
Взлетная мощность, кгс	2×7500
Крейсерская мощность, кгс	2×1500
Максимальная высота полета, м	8000
Максимальная крейсерская скорость, км/ч	710
Экономическая скорость, км/ч	600
Техническая дальность с аэронавигационным запасом топлива, км	3600
Разбег (вода/суша), м	1000/700
Пробег (вода/суша), м	1300/950
Экипаж, чел	2

(Информация с сайта www.beriev.com)

Использование системы и первые результаты

На данный момент *Syncrofit* в компании ТАНТК применяется для конструкторской подготовки производства – увязка конструкции, получение спецификации крепежа. Есть опыт передачи данных о крепежных точках и отверстиях в модуль *NX CAE* для подготовки расчетной модели.

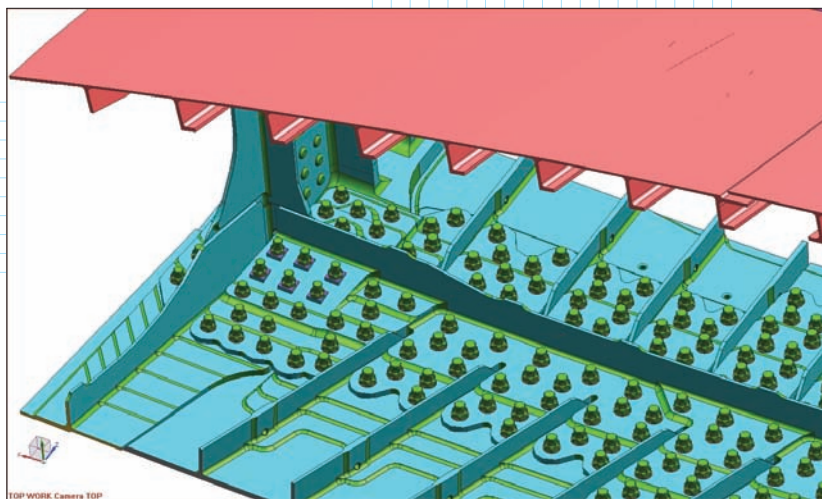
С помощью системы осуществлялось проектирование хорошо известного самолета-амфибии Бе-200ЧС.

Следующим шагом станет производственное применение *Syncrofit* – передача данных на проекционные системы типа *LAP Laser* для разметки крепежа при сборке. В ближайшей перспективе – внедрение оборудования с ЧПУ для сверления отверстий, расстановки заклепок и клепки.

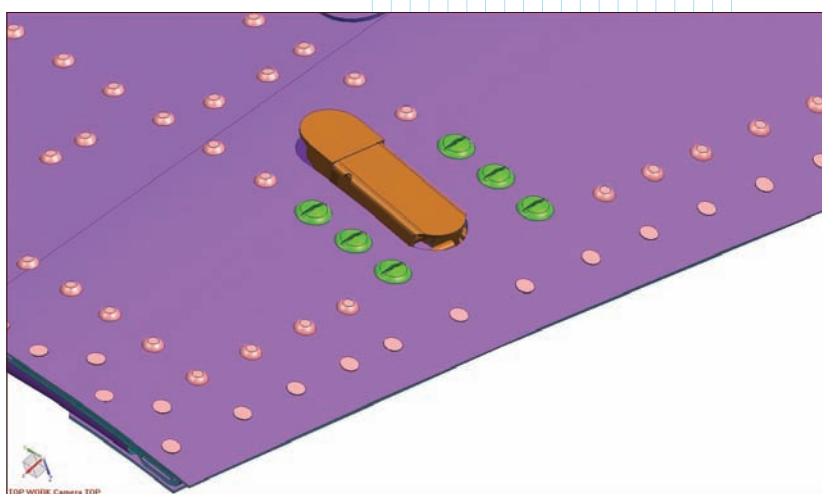
Не секрет, что некорректно составленный в процессе проектирования крепеж (например, неверно подобранные длины болтов или заклепок) может если не привести к браку, то отрицательно повлиять на цикл изготовления изделия. Подобные неувязки, как правило, выявляются технологами в ходе ТПП – то есть уже после этапа проектирования. Обнаруженные проблемы фиксируются в журналах конструктивно-технологических неувязок. После этого понадобится дополнительное время на принятие конструктором решения и время (и затраты) на исправление конструкторской документации. Применение *Syncrofit* избавляет от таких потерь.

На данном этапе полномасштабное внедрение системы на предприятии еще не осуществлено, поэтому в полной мере говорить о результатах использования *Syncrofit* рано. Тем не менее, некоторые количественные характеристики (в сравнении с прежней технологией), были зафиксированы при выполнении пилотного проекта.

Таким образом, **выигрыш от использования *Syncrofit* очевиден** – это повышение качества изготовления изделий, снижение трудоемкости



Пример расстановки крепежа – стык ЦЧК и КЧК (вид “изнутри”); верхние и нижние панели условно обрезаны



Пример расстановки крепежа по изделию “Крышка люка”, пилотная сборка

на этапе проектирования и изготовления, сокращение производственного цикла. По мнению специалистов ТАНТК, для предприятий авиационной отрасли внедрение *Syncrofit* является критически важным. 🗨️

Статья подготовлена на основании беседы с Иванченко Дмитрием Викторовичем – ведущим инженером-конструктором отдела САПР компании ТАНТК

Количественные критерии	Среднее значение, %
Снижение трудоемкости при расстановке крепежа	38
Снижение трудоемкости при проведении изменений в крепежных пакетах	75
Снижение трудоемкости при оформлении ЭМ сборочной единицы	77
Снижение трудоемкости при проведении проверки геометрии и оформления сборок	73