

Метод создания трехмерной параметрической модели центроплана самолета транспортной категории с помощью компьютерной интегрированной системы Siemens NX

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
Харьковское государственное авиационное предприятие*

Разработан метод создания параметрической трехмерной модели центроплана самолета транспортной категории на базе его мастер-геометрии и модели распределения пространства. Предложенный метод позволяет создать трехмерную параметрическую конструкцию, которую в дальнейшем будут применять для проведения проверочных расчетов, прогнозирования усталостной долговечности и подготовки производства данного агрегата.

Ключевые слова: центроплан, панель, параметрическая модель, мастер-геометрия, модель распределения пространства, лонжерон.

В связи с бурным развитием средств вычислительной техники, ужесточением требований, предъявляемых к элементам авиационной конструкции, на мировом рынке авиастроения остро встал вопрос о сокращении сроков проектирования и доводки летательного аппарата до серийного производства. Применявшиеся ранее методы проектирования самолетных конструкций базировались на двумерных моделях и их плазовой увязке, что не позволяло учесть все конструктивные и технологические особенности и привело к необходимости создания интегрированного метода проектирования [4, 6, 7, 8].

Для того, чтобы оставаться конкурентоспособной, авиационной фирме необходимо обеспечивать высокое качество изготавливаемой техники, быструю её модернизацию и модификацию или смену модельного ряда. Использование CAD/CAM/CAE/PLM систем на всех этапах жизненного цикла авиационной техники, включая этапы проектирования и производства, позволяет существенно повысить качество создаваемых объектов и снизить затраты на выполнение работ, связанных с проектированием и производством, при этом сохранить высокие темпы работы [4].

Трехмерные модели проектируемых элементов конструкции летательного аппарата должны быть параметрическими и иметь возможность быстрого внесения изменений в модель на стадии проектирования, доводки конструкции в ходе испытаний и при разработке модификаций [6, 7, 8].

Трехмерная модель элемента конструкции должна сохранять сквозную параметризацию для выполненных построений и полную ассоциативность, а также обеспечить базирование построений элементов конструкции центроплана на его теоретический контур (мастер-геометрию).

Использование трехмерных параметрических моделей элементов конструкции планера самолета позволяет повысить качество сборки и увязки благодаря уменьшению количества этапов переноса размеров.

Целью данной работы является разработка метода создания трехмерной параметрической модели центроплана самолета транспортной категории с помощью компьютерной интегрированной системы Siemens NX.

В качестве примера выбран центроплан крыла самолета местных воздушных линий. Кессон центроплана (рис. 1) [3, 5] расположен между нервюрами № 3 (левой и правой) и образует один кессон. Силовой набор состоит из продольного и поперечного наборов. Продольный силовой набор центроплана образован двумя лонжеронами – передним 14 и задним 5 и силовыми панелями (см. рис. 1). Лонжероны центроплана клепаной конструкции состоит из верхнего и нижнего поясов и стенки, соединенных между собой заклепочным швом и набора стоек из прессованных профилей. Между нервюрой № 2 и плоскостью стыка с отъемной частью крыла (ОЧК) на лонжеронах установлены кронштейны 6 и 12 для осуществления фланцевого стыка по силовым шпангоутам фюзеляжа. На развитых вертикальных полках этих кронштейнов имеются отверстия для стыковки с лонжеронами ОЧК [3, 5].

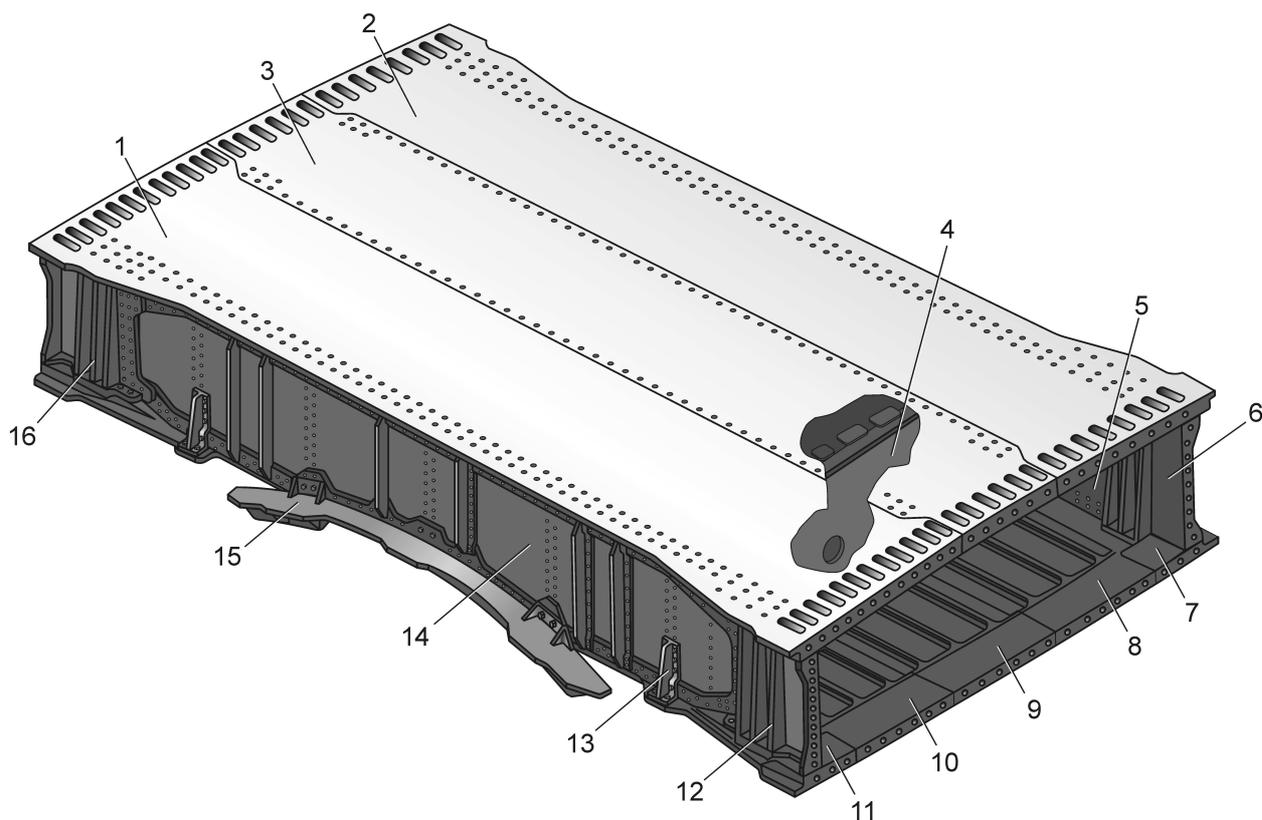


Рис. 1. Кессон центроплана:

- 1, 2 – верхняя панель; 3 – съемная верхняя панель;
- 4 – нервюра; 5 – задний лонжерон; 6, 12, 13, 16 – кронштейн;
- 7, 8, 9, 10, 11 – нижняя панель; 14 – передний лонжерон; 15 – дуга

На стенках переднего и заднего лонжеронов между левой и правой нервюрами № 2 установлены кронштейны дуговой формы 15 для крепления с обшивками фюзеляжа.

Верхняя панель центроплана выполнена из трех прессованных панелей; средняя, расположенная между стрингерами № 4-8, съемная, крепится на болтах с анкерными гайками.

Нижняя панель состоит из пяти прессованных панелей. Снизу по нервюре № 2 на нижней поверхности центроплана установлен профиль для крепления продольной балки фюзеляжа.

Поперечный силовой набор состоит из нервюр балочной конструкции. По нервюрам № 0 и 1 имеются кронштейны, к которым крепят дуги 15 лонжеронов. Каждая нервюра состоит из поясов, стенки, профилей и стоек. Стенки выполнены из дуралюминового листа, пояса и стойки – из пресованных профилей различных сечений.

Нервюры крепят поясами к поперечным ребрам панелей.

Соединение центроплана с фюзеляжем осуществляют с помощью присоединительных фитингов к силовым элементам конструкции. Присоединительные фитинги представляют собой монолитные узлы, изготовленные из высокопрочных сплавов.

Центроплан стыкуют с фюзеляжем в четырех точках (по шпангоутам № 19 и 22) (рис. 2). Кронштейны 1 и 3 крепления центроплана к фюзеляжу установлены на нижних полках переднего и заднего лонжеронов между нервюрами № 2 и 3. Кронштейны стыкуются четырьмя болтами 5, диаметром 14 и 16 мм., со стояками шпангоутов на грунте ЭП-0215.

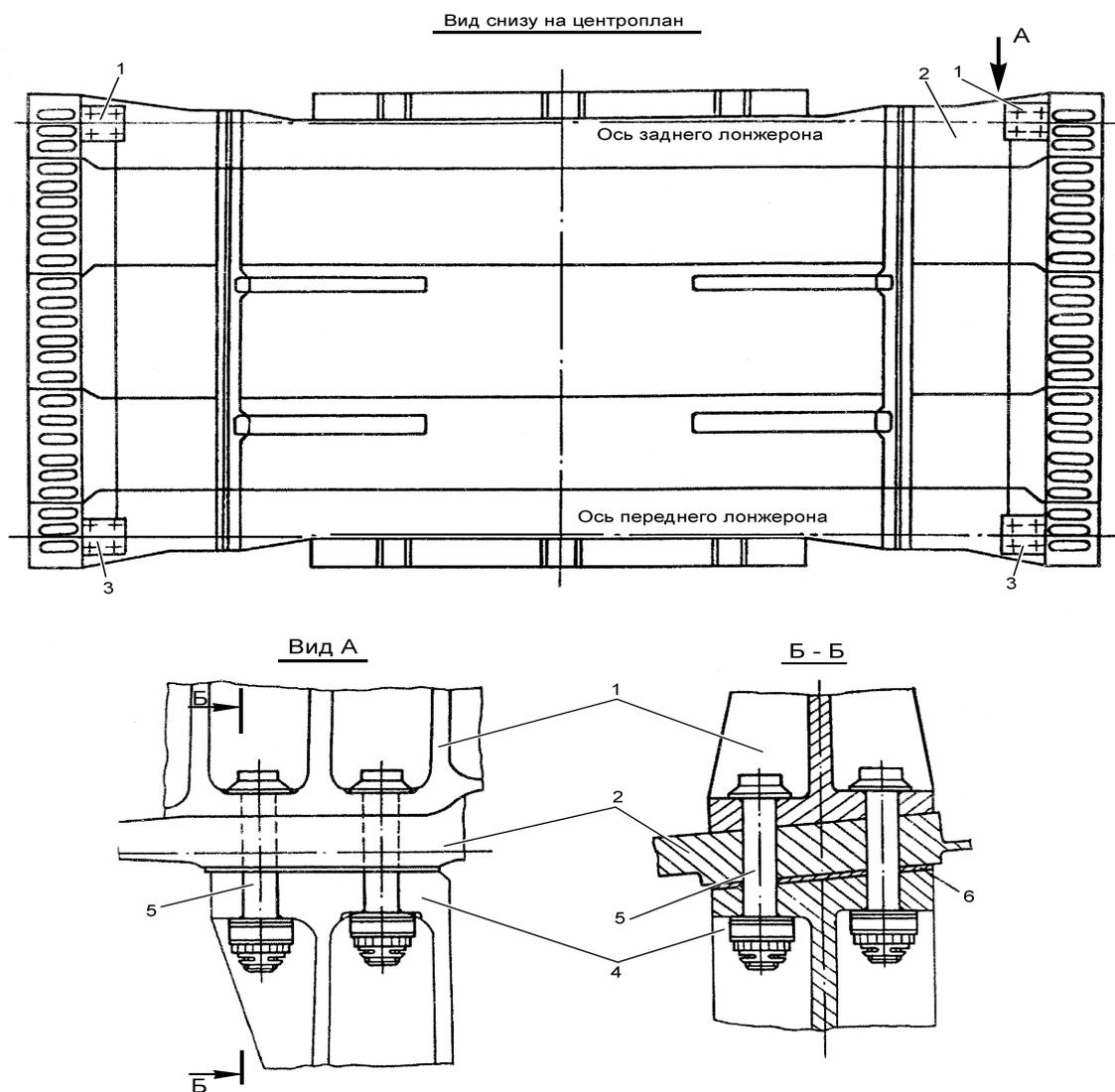


Рис. 2. Стык центроплана с фюзеляжем:
 1 – кронштейн; 2 – полка лонжерона; 3 – кронштейн;
 4 – стояк шпангоута; 5 – болт; 6 – прокладка

Узел крепления центроплана с фюзеляжем показан на (рис. 3) [5].

Отъемные части крыла стыкуют с центропланом по нервюре № 3 (левой и правой). Фланцевый стык (рис. 4) выполнен по всему периметру разъема. Болтовые соединения затянуты тарированной затяжкой.

Колодцы верхнего стыка заполнены вкладышами 14, покрыты смазкой АМС-3. Стыки закрыты щелевыми лентами 1 и 7.

Трехмерные параметрические модели элементов конструкции центроплана создавались на базе мастер-геометрии (рис. 5) и модели распределения пространства (рис. 6), созданных в компьютерной интегрированной системе Siemens NX.

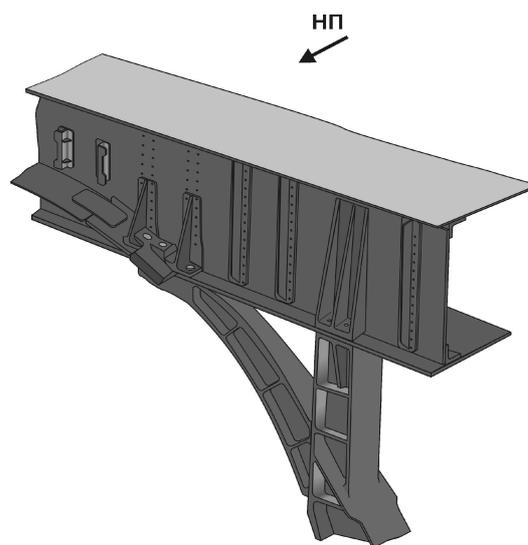


Рис. 3. Узел крепления центроплана с фюзеляжем

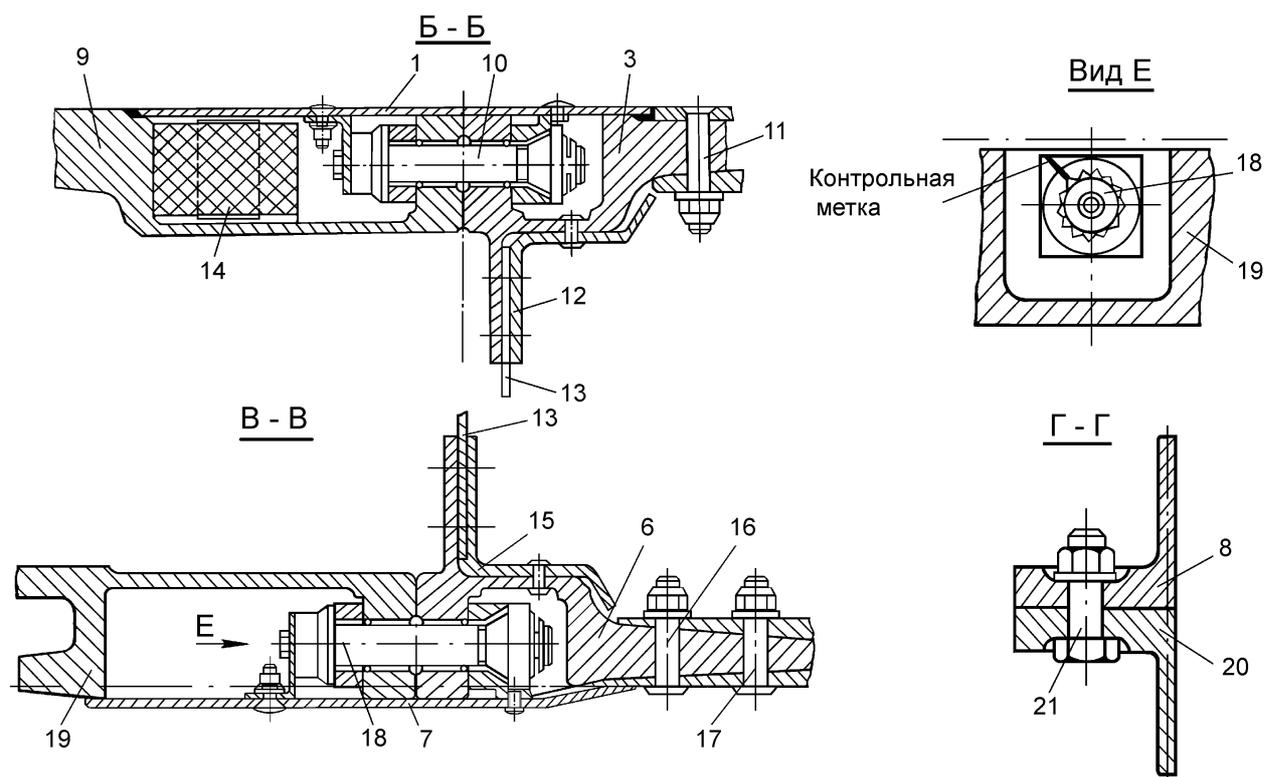


Рис. 4. Стык ОЧК с центропланом:

- 1 – верхняя щелевая панель; 2 – верхняя панель; 3 – съемная панель;
- 4 – верхняя панель; 5 – задний лонжерон ОЧК; 6 – нижняя панель;
- 7 – нижняя щелевая панель; 8 – передний лонжерон ОЧК; 9 – верхняя панель центроплана; 10 – болт; 11 – болт; 12 – гермокоробочка;
- 13 – нервюра № 3; 14 – вкладыш; 15 – гермокоробочка; 16 – болт;
- 17 – болт; 18 – болт; 19 – нижняя панель центроплана;
- 20 – передний лонжерон центроплана; 21 – болт

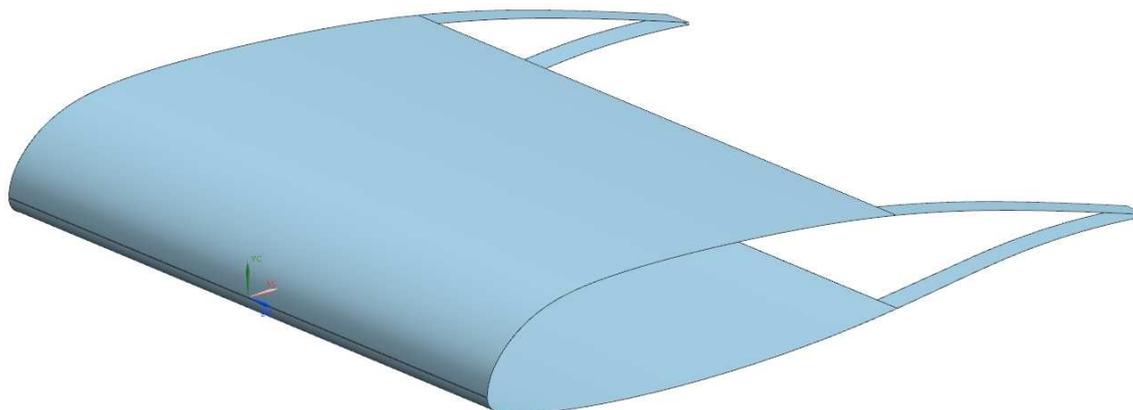


Рис. 5. Фрагмент мастер-геометрии центроплана самолета транспортной категории

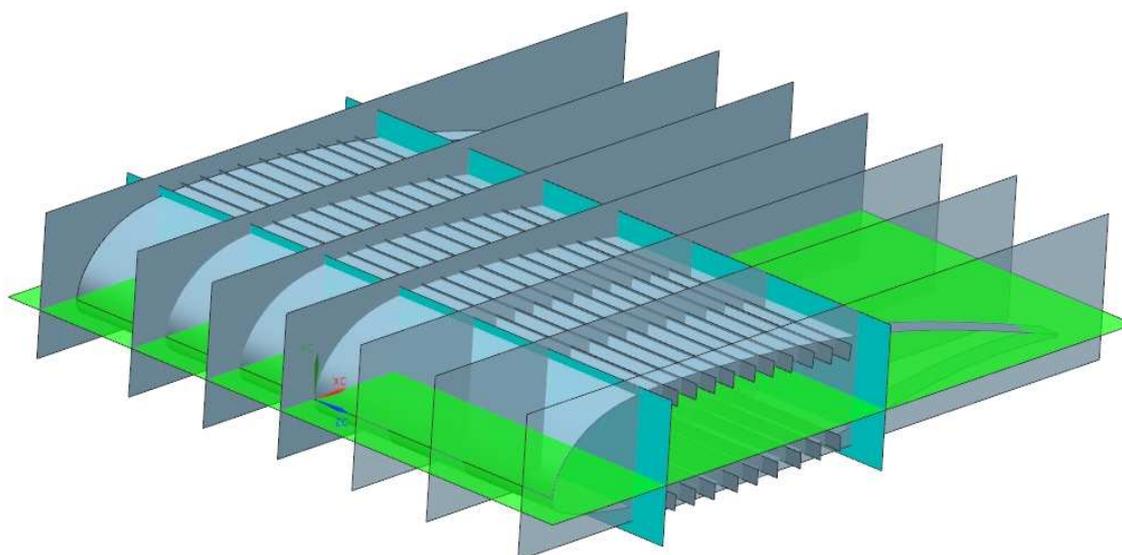


Рис. 6. Фрагмент модели распределения пространства центроплана самолета транспортной категории

На рис. 7 показана блок-схема метода создания трехмерных моделей центроплана самолета транспортной категории с помощью компьютерной интегрированной системы Siemens NX.

Рассмотрим ключевые этапы создания трехмерных параметрических моделей, элементов конструкции центроплана.

Компьютерный проект центроплана включает в себя следующие модели:

- модель № 1. Мастер-геометрия центроплана (или модель теоретической поверхности центроплана, определяющая все точки, лежащие на поверхности центроплана);
- модель № 2. Модель распределения пространства центроплана;
- модель № 3. Модель геометрии всего изделия (аналитические эталоны всех деталей, узлов, агрегатов и центроплана в целом), т.е. модель полного компьютерного определения центроплана.

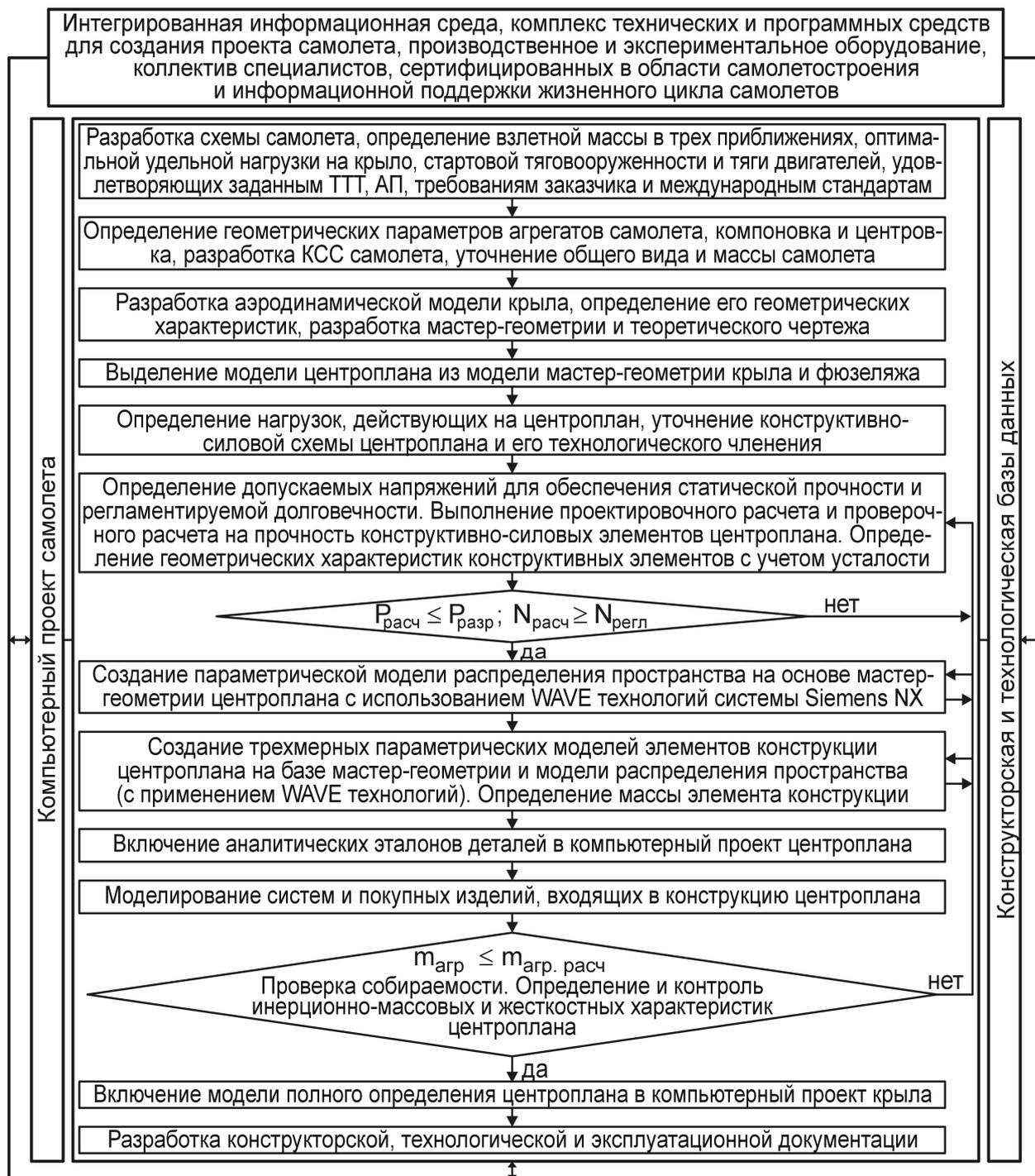


Рис. 7. Блок-схема метода создания трехмерной параметрической модели центроплана самолета транспортной категории

Рассмотрим процесс создания каждой из перечисленных моделей центроплана.

Модель №1. Мастер-геометрия центроплана.

Мастер-геометрия центроплана представляет собой линейчатую поверхность, созданную по базовым профилям (см. рис. 5). Она описывает все точки, лежащие на поверхности центроплана, и является основой для разработки

модели распределения пространства и создания модели полного определения центроплана. Процесс создания мастер-геометрии центроплана можно разделить на следующие этапы:

- 1) разработка физической и математической моделей центроплана, теоретического чертежа центроплана;
- 2) создание модели поверхности центроплана;
- 3) создание каркаса (нанесение следов базовых поверхностей конструктивно-силового набора в объеме теоретического чертежа и конструктивно-силовой схемы).

Модель №2. Модель распределения пространства центроплана.

На базе мастер-геометрии создаем модель распределения пространства (см. рис. 6). Эта модель определяет положение осевых плоскостей силового набора центроплана, на которых в дальнейшем при построении моделей деталей будем базироваться. Процесс создания модели распределения пространства можно разделить на несколько этапов:

- 1) разработка конструктивно-технологического членения;
- 2) панелирование конструкции центроплана;
- 3) создание плоскостей элементов конструктивно-силового набора.

Модель №3. Модель полного определения всего изделия.

Разработка модели №3 включает в себя следующие этапы [4]:

1. Позонное моделирование:

- размерно точных компонентов конструкции со всеми связями и сопряжениями;
- системы с конструктивными элементами крепления;
- очертаний агрегатов и приборов с точной привязкой элементов крепления, а также проверку элементов конструкции на предмет взаимопроникновения, зазоров и собираемости.

2. Посекционное моделирование:

- аналитических эталонов всех элементов конструкции;
- базы данных чертежей;
- наполнения атрибутивной информацией.

Некоторые особенности этого этапа проектирования рассмотрим подробнее. В качестве исходных данных нам понадобится модель распределения пространства, которую мы включаем в файл сборки.

Необходимо также отметить, что при моделировании должна соблюдаться ассоциативная связь между файлами элементов модели и управляющими их геометрией объектами из файла модели распределения пространства центроплана.

1. Запускаем SIEMENS NX 7.5 и подключаем модуль Assemblies [1, 2]

Start → Assemblies.

2. Создаем новый файл с именем сборочной единицы (A80.00.0080.000.000 ASSEMBLIES) и сохраняем его.

3. В созданном нами сборочном файле подключаем сборочную единицу – файл, в котором находится модель распределения пространства центроплана (A80.01.0080.020.000 MM).

Assemblies → Component → Add Component.

Сборочная модель будет параметрической и связанной с эталоном ТКК и ТКФ, а также плоскости, определяющие положение осей лонжеронов, стрингеров и нервюр (рис. 6)

4. Каждый элемент создадим в отдельном файле под сборки, для этого необходимо подключить WAVE Mode, кликнуем правой кнопкой мыши на Descriptive Part Name и поставим галочку напротив WAVE Mode.

5. Создаем файлы с именами (A80.01.1001.001.000).

Кликуем правой кнопкой мыши на A80.00.0080.000.000 ASSEMBLIES → WAVE → Create New Level → Specify Part Name → Вводим имя файла и выбираем папку, где он будет сохранен, → ОК.

6. Унаследуем необходимую геометрию из файла общей сборки в файл под сборки, в котором будем работать. Кликуем правой кнопкой мыши на созданный файл A80.01.1001.001.000 и выберем Make Work Part, при этом вся геометрия станет серого цвета (рис. 8).

7. С помощью операции WAVE Geometry Linker указываем необходимую нам геометрию.

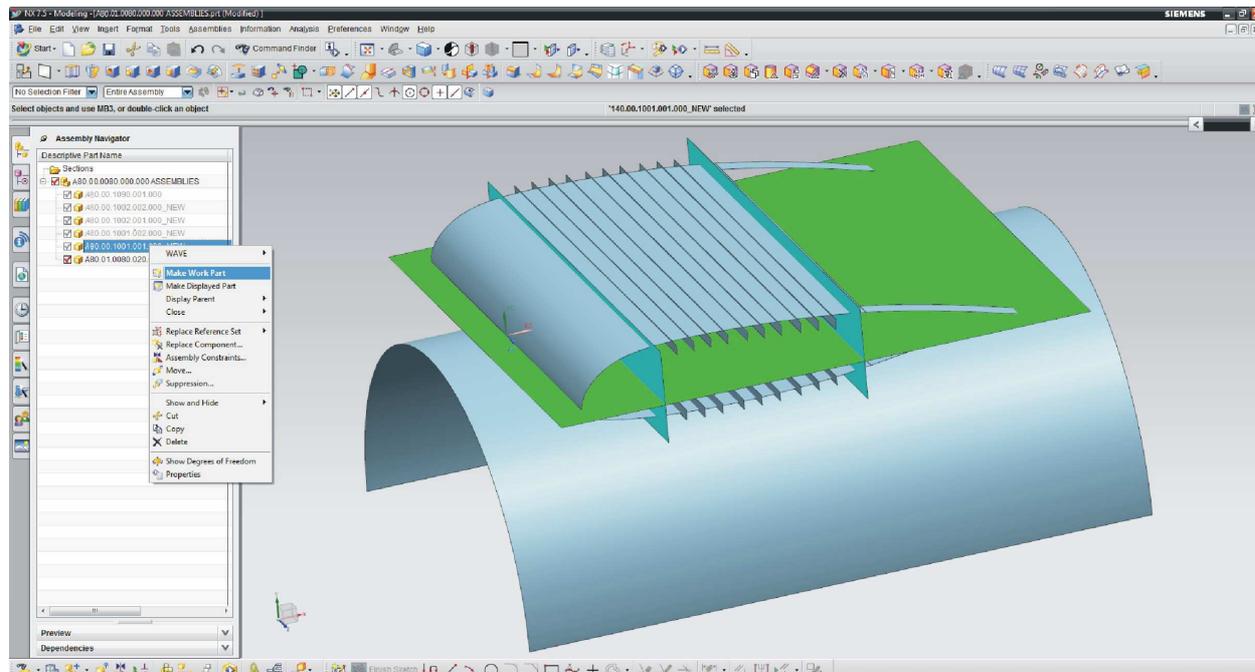


Рис. 8. Выполнение элемента A80.00.1001.001.000 в сборке рабочей частью

8. Через Assembly Navigator кликуем правой кнопкой мыши на A80.00.1001.001.000, активируем этот элемент, выбрав Make Displayed Part, сделаем его рабочим. После этого сборочная единица отобразится в новом окне (рис. 9).

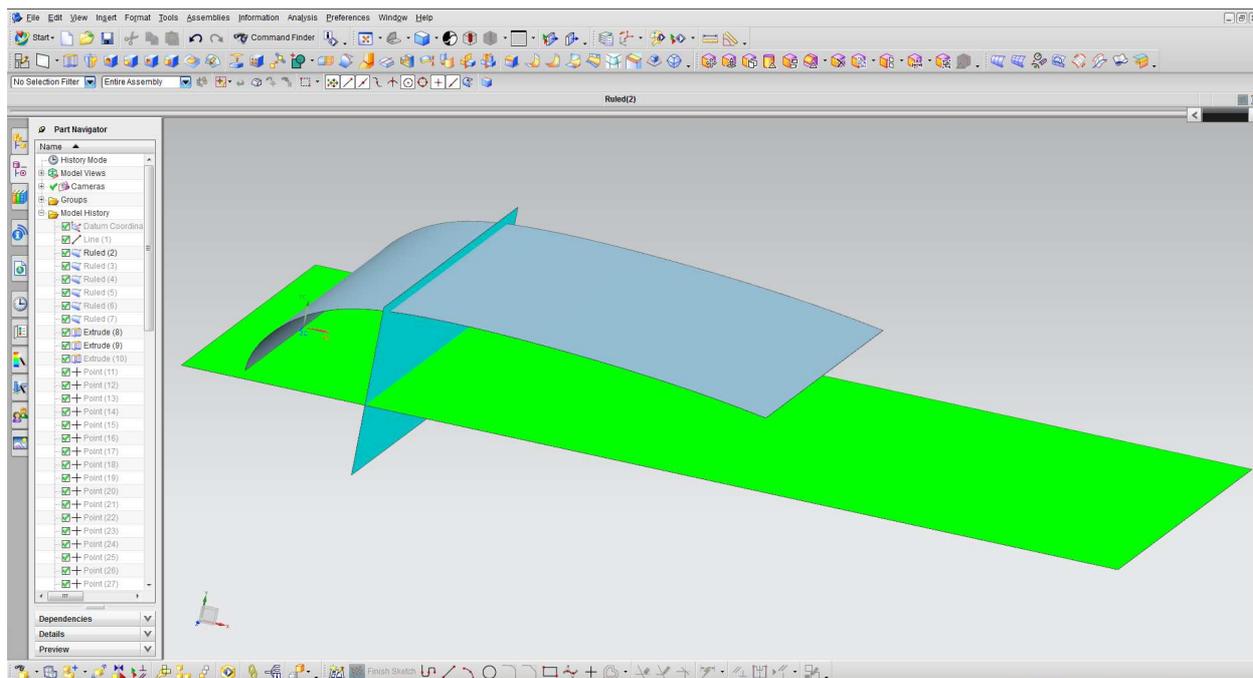


Рис. 9. Выполнение A80.00.1001.001.000 рабочим элементом

9. Теперь можно приступать непосредственно к моделированию деталей, входящих в конструкцию центроплана, в результате чего получим сборочный файл с входящими в него файлами подборок деталей (рис. 10).

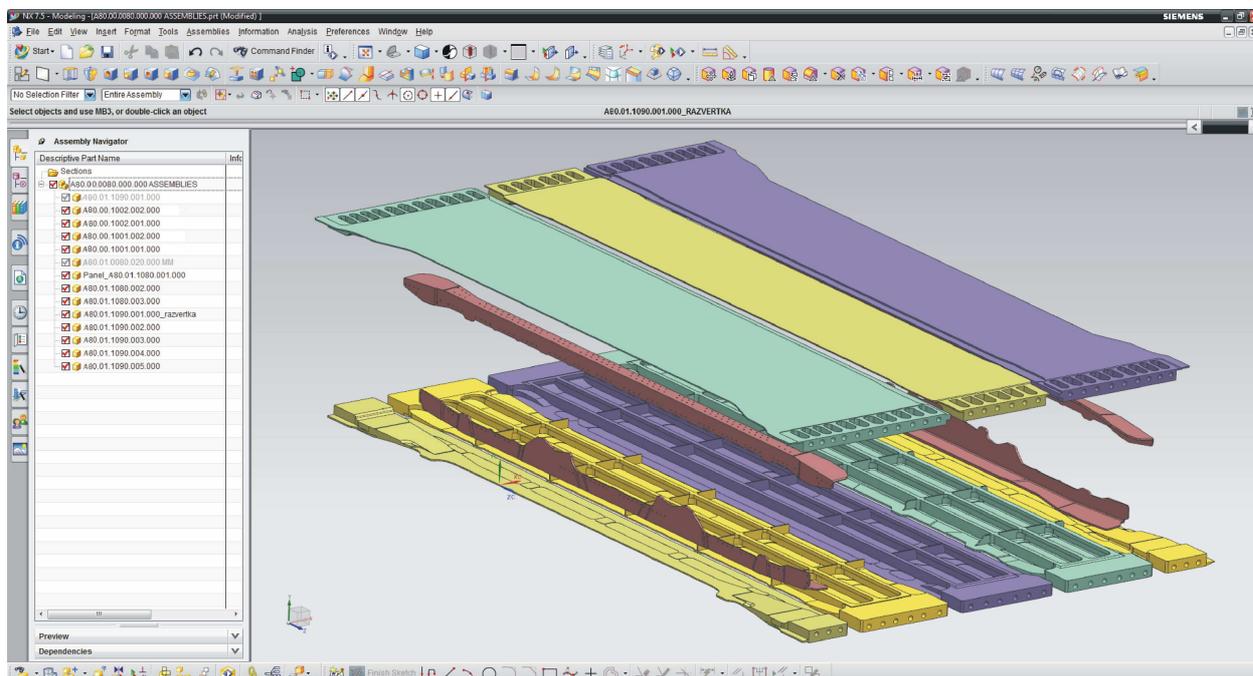


Рис. 10. Сборочный файл, содержащий в себе модели деталей центроплана самолета транспортной категории

На рис. 11 показаны элементы (пояса лонжеронов и панели), входящие в конструкцию центроплана. Следует отметить, что модели панелей центроплана выполнены в развертке, так как в дальнейшем по этим моделям будут написаны управляющие программы, а процесс изготовления можно будет перевести на

новое оборудование, что существенно повысит качество, снизит затраты и время на производство.

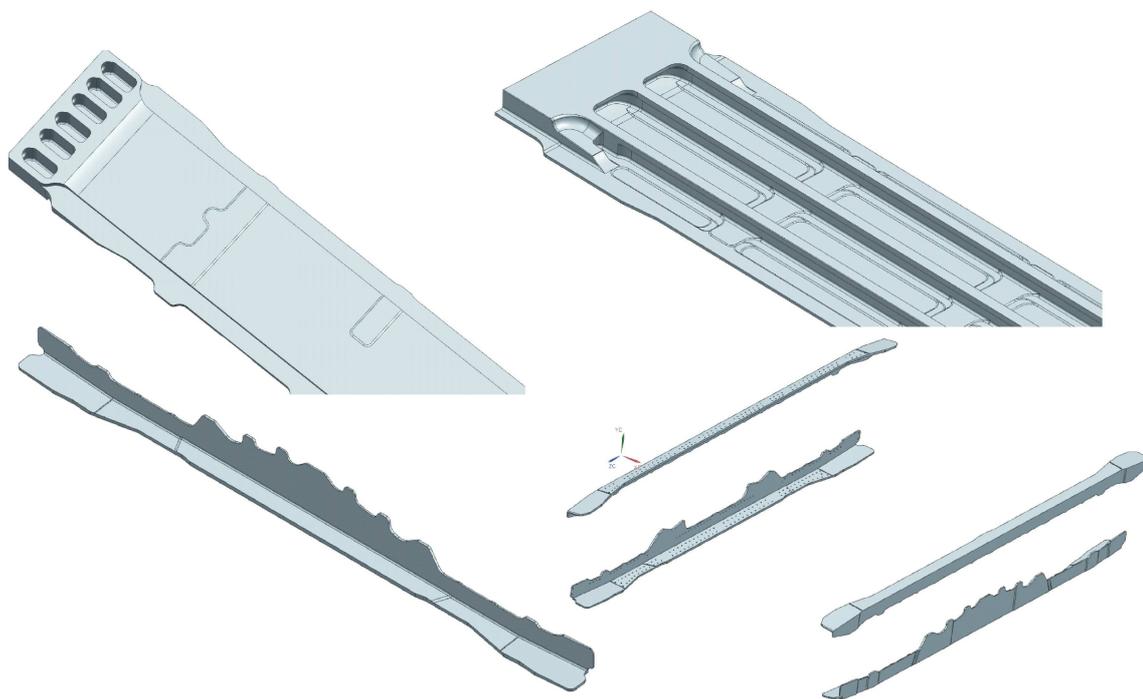


Рис. 11. Фрагменты элементов конструкции центроплана

Выводы

Разработан метод трехмерной параметрической модели центроплана крыла. Он реализован на примере моделирования элементов конструкции центроплана самолета местных воздушных линий с помощью компьютерной интегрированной системы Siemens NX. Применение параметрических моделей позволит значительно сократить время и трудоемкость создания аналитических эталонов конструкции летательного аппарата. Полученные модели элементов конструкции центроплана будут использоваться для проведения прочностных расчетов, разработки управляющих программ обработки на станках с ЧПУ, изготовления технологической оснастки для сборки центроплана.

Список литературы

1. NX для конструктора-машиностроителя [Текст] / П.С. Гончаров, М.Ю. Ельцов, С.Б. Коршиков и др. - М.: ДМК Пресс, 2010. – 504 с.
2. Данилов, Ю. Практическое использование NX [Текст] / Ю. Данилов, И. Артамонов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
3. Самолет Ан-140. Стандартная спецификация [Текст]: учебник / П.В. Балабуев, А.Г. Гребеников, П.А. Ключев. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2004. – 260 с.
4. Гребеников, А.Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций [Текст] / А.Г. Гребеников. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 532 с.

5. Альбом конструкций агрегатов и систем самолета Ан-140-100 [Текст]: учеб. пособие / С.В. Воронов, А.Г. Гребеников, А.М. Гуменный и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 182 с.
6. Балабуев, П.В. Стратегия и практика АНТК «Антонов» в создании самолетов «АН» на основе полного электронного определения изделия [Текст] / П.В. Балабуев, В.И. Матусевич // Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка. – 2001. – С. 84 – 97.
7. Матусевич, В.И. Концепция и планы комплексного решения задач автоматизированного проектирования, технологической подготовки и управления самолетостроительным производством [Текст] / В.И. Матусевич, Ю.Р. Бойко // Технологические системы. – К.: УкрНИИАТ. – 1999. – Вып. 1. – С. 77 – 82.
8. Современные технологии авиастроения / кол. авторов; под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.

Рецензент: кан-т техн. наук, доцент, начальник конструкторского отдела Е.Т. Василевский, Государственное предприятие «АНТОНОВ», г. Киев.

Поступила в редакцию 23.02.12.

Метод створення тривимірної моделі центроплана літака транспортної категорії за допомогою комп'ютерної інтегрованої системи Siemens NX

Розроблено метод створення параметричної тривимірної моделі центроплана літака транспортної категорії на базі його майстер-геометрії та моделі розподілу простору. Запропонований метод дозволяє створити тривимірну параметричну конструкцію, яка надалі використовуватиметься для проведення перевірних розрахунків, прогнозування втомної довговічності й підготовки виробництва даного агрегату.

Ключові слова: центроплан, панель, параметрична модель, майстер-геометрія, модель розподілу простору, лонжерон.

3-D parameter-oriented model making method of transport category aircraft center section using computer-aided integrated system Siemens NX

Three-dimensional parametric model making method has been developed on the basis of its master -geometry and space distribution model. Proposed method allows to create three-dimensional parametric structure to be later used for test analysis fatigue life prediction and specified unit preproduction.

Keywords: center section, panel, parameter-oriented model, master-geometry, space distribution model, spar.