

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО МАКЕТА - СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ДОВОДКИ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цветков А.Г., Старцев Н.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Известно, что создание любого сложного изделия, особенно если оно входит в состав другого еще более сложного, невозможно без предварительного макетирования. Для авиационных и приводных ГТД нельзя избежать этого этапа. Причем, в процессе доводки двигателя приходится выполнять несколько макетов. Это связано с изменением не только коммуникаций и систем, но и корпусных деталей двигателя.

Развитие «тяжелых» САПР в данный момент времени позволило при использовании относительно «дешевых» ПЭВМ (по сравнению с рабочими станциями) перейти на другой качественный уровень решения вопросов макетирования сложных изделий: появилась возможность создания «полных» (здесь и далее: содержащих полную номенклатуру деталей, узлов, агрегатов) электронных макетов, абсолютно идентичных настоящему двигателю.

Получение такой уникальной возможности, позволяет решать еще ряд задач, возникающих при проектировании, доводке, эксплуатации — вплоть до конца жизненного цикла двигателя (так называемая CALS-технология).

Рассмотрим, какие же задачи позволяет нам выполнять электронное макетирование авиационного двигателя в САПР Unigraphics. Следует отметить, что большинство фирм аэрокосмического комплекса используют этот пакет в качестве основного.

Как уже сказано ранее, макетирование присуще любому процессу создания сложного изделия, поэтому ниже изложенные задачи применимы (в большей или меньшей степени) не только для изделий авиационной промышленности.

Во-первых, создание электронного макета подразумевает под собой виртуальную сборку узлов двигателя. На этапе этой сборки очень легко выявить огрехи поузловых проработок в масштабе «полного» макета.

Во-вторых, рациональное размещение агрегатов, с учетом всех налагаемых требований. Трехмерная компоновка агрегатов позволяет с очень высокой точностью получить полную обвязку двигателя. Эта задача идентична той, которая решается на полноразмерном металлическом макете.

В-третьих, по результатам «электронной» обвязки получаются трехмерные модели трубопроводов, которые затем передаются на трубогибочное оборудование.

В-четвертых, созданный электронный макет позволяет в достаточно короткий срок провести привязку двигателя к летательному аппарату или компрессорной (электрической) станции. Привязка двигателя к «объекту» довольно долгая работа, но в случае использования данной технологии срок привязки существенно снижается.

В-пятых, нельзя забывать об эксплуатации, рекламе, учебном процессе. На базе полученного макета можно выполнять рисунки, слайды в руководство по эксплуатации двигателя или же рекламных целей. В процессе «полного» макетирования накапливается такое количество материала, которое можно использовать в качестве учебного материала. Причем форма подачи материала может быть различной, от распечаток на бумаге до интерактивных учебных курсов.

В-шестых, наличие модуля Drafting позволяет очень быстро получать электронные чертежи и выводить их на бумагу, как отдельных деталей, так и сборок любого уровня. Эта задача не совместима с CALS-технологией (использование бумажных носителей информации как основных), но при переходе на новый подход к вопросам выпуска и хранения документации это неизбежно.

Рассмотрим более подробно, как реализуются выше изложенные задачи.

В случае идеальной оснащенной вычислительной техникой и организации процесса проектирования нового изделия, создаваемый электронный макет всегда будет отслеживать все изменения, проведенные при поузловом проектировании. Что же понимать под идеальной оснащенной вычислительной техникой? Создание «реального» электронного макета невозможно без сети с файл-сервером. Идеальная организация процесса проектирования подразумевает под собой жесткое следование принятым «правилам» моделирования, нахождение компромиссов по спорным местам стыковки узлов на начальных этапах проектирования, а не при сборке в сборочном цехе.

Еще одним положительным моментом является то, что уменьшаются вероятность появления ошибки при проектировании, из-за большей точности ЭВМ, чем выполнение проекта на «бумаге».

Конструктивные ошибки очень часто получаются вследствие недостаточной информации о смежных узлах. Качественно выполненный электронный макет позволяет любому конструктору получить информацию о любой входящей детали и делать отсюда соответствующие выводы.

В качестве примера можно привести следующее. При проектировании входной лемнискаты двигателя НК-126 (см. рис.1 и 2, стартеры

генераторы изображены в виде цилиндров, очерчивающих максимальные габариты) из-за недостаточности информации была заложена определенная длина цилиндрического участка. В процессе электронного макетирования было выяснено, что при таких осевых габаритах лемнискаты, стартер-генераторы, которые располагаются на коробке приводов агрегатов со стороны входа в двигатель не только не демонтируются, но даже и не размещаются. По результатам дальнейшего моделирования было принято увеличить длину цилиндрического участка.

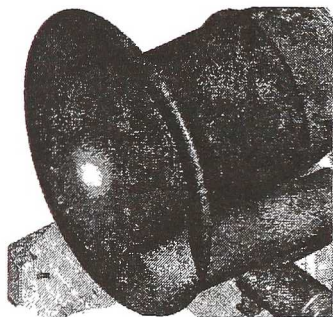


Рис.1

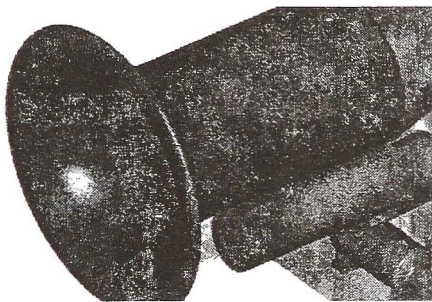


Рис.2

Еще один пример. При проектировании подвески (см.рис.3) необходимо было выполнить передний узел подвески, так чтобы обеспечить необходимый угол раскоса, не выйти за габариты рамы, а также обойти агрегаты расположенные на коробке приводов агрегатов. Использование макетирования позволило решить эту задачу в считанные минуты оптимальным способом.

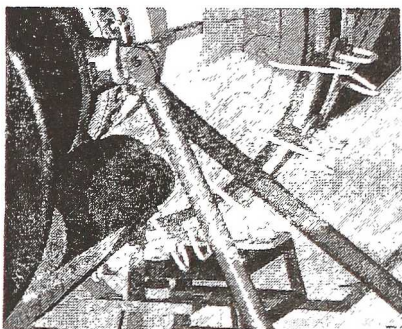


Рис.3

Решение первой задачи позволяет перейти к решению следующей, а именно к задаче, решаемой в настоящий момент на полноразмерном металлическом макете. Количество и номенклатура агрегатов определяется схемами двигателя (регулирования, топливопитания, масляной).

Еще на этапе анализа выше указанных схем приходится формировать общую концепцию размещения агрегатов: определять ориентировочно места размещения неприводных агрегатов, положение и подходы к местам подсоединения и настройки приводных агрегатов. Когда же после стыковки узлов возникает корпус всего двигателя, можно перейти к более детальной проработке расположения агрегатов.

Выбор места расположения агрегата зависит от многих факторов (требований, налагаемых на агрегат). Условно их можно разделить на следующие:

- Функциональные. Положение агрегата определяется функциональными особенностями работы (например, вертикальное расположение пружины, определенное положение штуцеров входа и выхода и т.д.)

- Эксплуатационные. Наличие всевозможных окон, регулируемых, как в процессе доводки, так и эксплуатации винтов, жиклеров и т.д. обязует располагать их в положении, облегчающем доступ к этим местам.

- Коммуникационные. Расположение агрегатов должно быть таким, чтобы соединяющая их обвязка была оптимальна, т.е. имела малое гидравлическое сопротивление, низкую трудоемкость изготовления, легко демонтировалась и была работоспособна в течение назначенного ресурса.

После размещения агрегатов выполняются варианты обвязки двигателя трубопроводами, электрическими кабелями и выявляется предпочтительный.

С выполнением обвязки двигателя заканчиваются проектные задачи, для которых предназначен полноразмерный металлический макет.

Перейдем теперь к задачам, которые позволяет решать электронное макетирование в отличие от традиционного.

Во-первых, электронный макет в отличие от полноразмерного металлического может содержать не только корпусные детали, но и роторную часть двигателя. САПР Unigraphics в этом случае позволяет провести полный анализ собираемости деталей и узлов, как в масштабе всего двигателя, так и отдельно по модулям двигателя (модуль КВД, например). Возможности Unigraphics позволяют также проводить анализ зазоров в тех же масштабах.

Во-вторых, полученные после электронного макетирования электронные модели трубопроводов, передаются на трубогибное оборудование для получения готовых заготовок труб (изогнутая труба без законцовок).

По официальной статистике, при изготовлении двигателя ~5% трудоемкости приходится на изготовление трубопроводов. При существующей технологии изготовления трубопроводов требуется очень много времени на получение одного комплекта и если учесть постоянное

изменение обвязки в процессе доводки двигателя, то получается, что тратится значительное количество ресурсов (как человеческих, так и финансовых) для получения необходимого результата по доводке трубопроводов. Использование технологии с изготовлением труб на трубогибочном оборудовании по электронным моделям позволяет существенно уменьшить затраты на решение этой задачи.

В-третьих, созданный электронный макет может использоваться как макет для привязки к летательному аппарату или к станции (компрессорной, электрической).

В настоящий момент привязка осуществляется по габаритным чертежам, затем для окончательного решения выполняется полноразмерный макет для «примерки». Такой подход сопряжен с некоторыми трудностями (например, выполнение дополнительного макета, затрудненность транспортировки любыми видами транспорта крупногабаритных двигателей).

В случае использования электронного макетирования решение этого вопроса значительно упрощается. Полностью отсутствуют производственные затраты на производство «примерочного» макета, отсутствуют также проблемы транспортировки.

К плюсам такого подхода относится и то, что можно отслеживать «реальное» состояние двигателя в момент привязки к «объекту», любые изменения по двигателю в очень короткий срок становятся известны самолетному ОКБ, осуществляющему привязку.

В четвертых, средствами САПР и в частности Unigraphics, полученный электронный макет можно использовать как в рекламных целях так и для получения необходимой информации для руководства по эксплуатации. Решения этих задач можно добиться, используя средства визуализации, заложенные в Unigraphics. При помощи этих средств можно выполнять как растровые рисунки, чертежи (векторная графика), так и анимацию (видеоролики). Дальнейшее использование такого рода информации возможно для решения большого числа других задач.

Рассмотренные выше преимущества электронного макетирования авиационных двигателей позволяют однозначно декларировать необходимость такого подхода к решению компоновочных работ, выполнения электронной привязки двигателя к «объекту» и анализа выполненных конструктивных решений.