

Методы обеспечения контроля качества электронной модели машиностроительного изделия с использованием CALS-технологий

© Д.Л. Головин¹, К.В. Жилич², О.Б. Пашенко^{3,4}

¹МАИ, Москва, 125993, Россия

²ОКБ ОАО «Туполев», Москва 105005, Россия

³ОАО «РСК "МиГ"», Москва 125284, Россия

⁴МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва 105005, Россия

Рассмотрены проблемы внедрения CALS-технологий на современном предприятии. Проанализированы проблемы контроля качества электронной модели машиностроительного изделия. Предложена методология автоматизированного контроля средствами CAD системы Siemens NX и PDM системы Teamcenter.

Ключевые слова: CALS-технологии, контроль качества электронных моделей, CAD система Siemens NX, PDM система Teamcenter.

Электронная модель (ЭМ) наукоемкого изделия, включающая всю проектную документацию, позволяет значительно ускорить процессы подготовки производства, эксплуатации, обслуживания и в итоге наладить выпуск продукции высокого качества. ЭМ изделия (ЭМИ) создается с использованием многих современных CAD/CAM/CAE/PDM/MRP систем. В создании ЭМИ участвуют большие коллективы различных специалистов. Чрезвычайно тяжело скоординировать их работу и, соответственно, обеспечить качество ЭМИ. В Единой Системе Конструкторской Документации (ЕСКД) 2006 года не введено понятие ЭМИ. Под ЭМИ мы понимаем электронную структуру изделия (ГОСТ 2.053, статья 3.1.4) [2], электронный макет (ГОСТ 2.052, статья 3.1.15) [1], а также всю документацию, разработанную по окончанию этапа «Проектирование» жизненного цикла изделия.

Назначение ЭМИ — дать более полное и точное представление о геометрии деталей; обеспечить их увязку со смежными и сопрягаемыми деталями во время составления сборок; отработать пространственную кинематику деталей и механизмов, обеспечить подготовку производства данными для разработки технологических процессов, изготовления и контроля, создания управляющих программ, проектирования необходимого технологического оснащения.

ЭМИ может считаться качественной, если она отвечает требованиям технического задания, производства, эксплуатации, развития предприятия и выполнена в соответствии с внешней и внутренней нормативной документацией.

Для того чтобы обеспечить необходимый уровень качества ЭМ, необходимо качественно выполнить процесс управления проектированием, который можно разделить на подпроцессы: создание *i*-части проектной информации, контроль *i*-части проектной информации, внесение *i*-части проектной информации в ЭМ (рисунок).



Подпроцессы процесса «создание электронной модели изделия»

В системе менеджмента качества должны быть предусмотрены процессы, гарантирующие правильное построение ЭМИ. Оно может быть достигнуто следующими путями:

- разработкой комплексов методической (нормативной) документации, регламентирующей выполнение процессов и их подпроцессов по созданию проектной информации;
- разработкой комплексов методической (нормативной) документации, регламентирующей выполнение процессов контроля и добавления проектной информации в создаваемую ЭМИ.

Процессы проектирования изделий и выпуска электронной конструкторской документации (ЭКД) на современном предприятии в системе автоматизированного проектирования (САПР) затруднительны без использования качественных средств автоматизированного контроля.

ЭМ машиностроительного изделия, создаваемая в среде Siemens NX (параметрическая система твердотельного моделирования), — высокоорганизованная система геометрических сведений об изделии. С другой стороны, программные средства управления данными об изделии (PDM), т. е. такая система, как Teamcenter, интегрируясь со

средой NX, обеспечивает информационную поддержку, контроль и постоянный мониторинг процессов проектирования.

Типовыми ошибками при разработке конструктивной ЭМ (КЭМ) детали являются:

- произвольный сдвиг модели при ее позиционировании в координатном пространстве;
- погрешности образмеривания модели в эскизе;
- некорректный захват элементов модели при выполнении некоторых операций, например, отсечения и обрезки;
- погрешности, появляющиеся в результате трансляции модели в другие форматы, отличные от исходного формата, например, при архивном хранении модели в нейтральных форматах, таких как ISO/TS 10303-203 (STEP).

Типовыми ошибками при разработке конструктивной ЭМ сборочной единицы (ЭМСЕ) являются:

- нарушение целостности ЭМ сборочной единицы;
- несоответствие структуры ЭМСЕ реальной конструкции сборочной единицы.

1 этап: «ручная» проверка средствами NX, кроме проверок, включенных в профиль автоматизированной проверки в соответствии с этапом 2;

2 этап: автоматизированная конструкторская проверка (модуль «Check-Mate» в NX), подробно изложен в статье [3];

3 этап: нормоконтроль в соответствии с ЕСКД и стандартами предприятия (СТП).

При геометрической увязке ЭМ в процессе ее создания проводятся следующие виды контроля средствами NX (этап 1):

- конструкторский;
- технологический, т. е. соответствие утвержденным принципам, методикам и технологиям проектирования.

Целью проведения конструкторского контроля ЭМ является достижение полного соответствия геометрических параметров ЭМ исходным данным для проектирования (теоретическим и расчетным схемам).

Конструкторский контроль ЭМ включает следующие виды проверок:

- конструкторская проверка — соответствие ЭМ проектной документации, свойств применяемого материала — расчетным нагрузкам, весовой контроль, увязка ЭМ в сборках;
- инструментальная проверка — использует средства контроля геометрии и правил проектирования при создании ЭМ, интегрированные в NX;
- проверка оформления модели — соответствие ЭМ положению по созданию конструктивных электронных моделей в системе NX, в том числе присутствие и верность атрибутивной части ЭМД/ЭМСЕ.

Конструкторскую, инструментальную и проверку оформления модели проводят исполнители — разработчики ЭМ.

В качестве примера конструкторской проверки можно привести проверку ЭМ в файле общей (агрегатной) сборки: после окончательного позиционирования всех входящих сборочных единиц и деталей производится проверка ЭМ на их взаимное расположение, на возможную неувязку чертежей деталей и правильность построения самой модели с использованием инструмента NX *Анализ* → *Зазоры в сборке* → *Выполнить анализ*.

Инструментальная проверка реализуется, интегрированными в NX интерактивными инструментами контроля геометрии, технологии и правил проектирования, что позволяет в процессе создания ЭМ контролировать результат проектирования, не допуская создания ошибочных геометрических элементов.

К этой категории относится проверка на геометрическую целостность (*Examine Geometry*), т. е. ищутся тела, которые не удовлетворяют условиям целостности. Эта опция проверяет целостность топологической структуры, полноценность геометрических объектов и непрерывность граней и ребер по первой производной.

Выполняется также проверка структуры геометрических данных (*Data Structures*) на предмет ее порчи.

Выполняется контроль файловой структуры ЭМ — данная проверка включает обязательное соблюдение в процессе моделирования ряда требований СТП:

- проверка правильности имени файла ЭМ;
- наличие утвержденных обязательных атрибутов в файле ЭМ;
- наличие утвержденных ссылочных наборов в файле ЭМ;
- проверка распределения геометрических объектов по слоям, нумерации слоев, имен категорий и цвета объектов.

Выполняется также контроль правил и методик проектирования — данная проверка включает рекомендуемое соблюдение ряда правил и методик в процессе моделирования.

Автоматизированная конструкторская проверка (этап 2) является эффективным инструментом контроля ЭКД для конструкторов. Она используется как формальное обеспечение качества геометрии с точки зрения оптимальных методик моделирования, соответствия требованиям ГОСТ, ОСТ, СТП и требованиям заказчика. Применяется для оценки прохождения всех критических точек процесса имитационного моделирования и в то же время проверяет соответствие атрибутивной информации на правильность построения сборки и на соответствие массовым, прочностным, аэродинамическим и другим характеристикам изделия.

Автоматизированная конструкторская проверка нужна для проверки правильности конфигурирования изделия, соответствия техни-

ческим требованиям, собираемости, соответствия технологическим процессам, а также правильности вносимой информации в атрибуты элементов конструкции.

Основные задачи автоматизированной конструкторской проверки:

– возможность постоянно контролировать процесс проектирования и не возвращаться назад для исправления ошибок;

– значительно сократить время проведения и повысить качество контроля;

– дать возможность разработчику ЭМ перед сдачей электронных моделей выполнить контроль самостоятельно и исправить ошибки с меньшими потерями;

– выдать по завершении всех проверок отчет с отображением ошибок и предупреждений и сопроводить его рекомендациями конструктору по их исправлению.

Третий этап проверки качества определяет правильность оформления ЭМ перед выпуском КД. В этом случае проверка ЭМ проводится после завершения его создания путем измерения положения характерных точек относительно базовых элементов, измерения толщин, длин и углов с целью возможного исключения дробных размеров на чертеже (12,043 и т. п.) с последующим внесением изменений в ЭМ.

Проводится также оценка атрибутов моделей и удостоверяющей документации. Проверка на этом этапе проводится службой «чекеров» подразделения, отвечающего за сопровождение и состояние ЭМ. При этом используется функционал системы Teamcenter, обеспечивающий режим электронного нормоконтроля по проверке ЭМ деталей и сборочных единиц. Создаваемые на базе ЭМ электронные чертежи должны соответствовать требованиям, изложенным в СТП по электронным документам.

Таким образом, многоступенчатая система контроля ЭМ машиностроительного изделия позволит сократить сроки выпуска КД и повысить ее качество.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *ГОСТ 2.052–2006 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения*. Москва, Стандартинформ, 2007, 10 с.
- [2] *ГОСТ 2.053–2006 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения*. Москва, Стандартинформ, 2007, 10 с.
- [3] Блинова А.А., Гаврилова Н.Ю., Пашенко О.Б. Методы контроля твердотельных электронных моделей машиностроительного изделия на всех этапах его жизненного цикла. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение*, 2012, № 2, с. 80–84.

Статья поступила в редакцию 10.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Головин Д.Л., Жилич К.В., Пащенко О.Б. Методы обеспечения контроля качества электронной модели машиностроительного изделия с использованием CALS-технологий. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 6. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/782.html>

Головин Дмитрий Леонидович родился в 1945 г., окончил МАИ в 1968 г. Канд. техн. наук, доцент МАИ. Автор 50 опубликованных работ в области информационных технологий и автоматизированного проектирования. e-mail: dlgolovin@bk.ru

Жилич Константин Викторович родился в 1988 г., окончил МАИ в 2010 г. Инженер-конструктор ОКБ ОАО «Туполев», аспирант МАИ. e-mail: kzhilich@mail.ru

Пащенко Олег Борисович родился в 1957 г., окончил МАИ в 1983 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Ведущий инженер конструкторского бюро Инженерного центра ОАО «РСК «МиГ». Автор 19 опубликованных работ в области информационных технологий и автоматизированного проектирования. e-mail: alexandoleg@post.ru