

УДК 004.62

**Применение рекурсивной конвертации для управления качеством данных об изделии (PDQ)**

**# 09, сентябрь 2012**

Столярова Е.Л.

*Студент,  
кафедра "Компьютерные системы автоматизации производства"*

*Научный руководитель: Шильников П.С.,  
к. т. н., доцент кафедры "Компьютерные системы автоматизации производства"*

МГТУ им. Н.Э. Баумана  
[dm\\_113@mail.ru](mailto:dm_113@mail.ru)

С повсеместным широким использованием прикладных информационных технологий, развитием распределенного создания изделий авиационной техники, проектирование, производство и эксплуатация изделий всё более зависит от электронных данных об изделиях. Под данными об изделии будем понимать модели во внутреннем формате CAD-системы (CAD-модель).

При внедрении компьютерной автоматизации следует учитывать новые особенности. Если традиционный бумажный документ (как текстовый, так и графический) содержит только то, что на нем изображено, и всегда может быть интерпретирован, то для интерпретации электронного документа, требуются такие инструменты как CAD-системы, текстовые редакторы и т.д.. То, как данная модель будет прочитана, зависит от средства интерпретации, поэтому необходим контроль качества модели.

Одна из возникающих проблем: обеспечение качества электронных данных. Для этой проблемы принято обозначение PDQ (Product Data Quality - качество данных об изделии). Качество данных об изделии определяется как степень соответствия данных некоторому набору критериев качества, где под критерием качества понимается требования к обнаружению дефектов качества данных об изделии. "Дефект качества" - это такое свойство модели изделия, которое делает невозможным или затруднительным применение модели изделия для некоторых задач. Проблема обеспечения качества данных одинаково важна как для вновь создаваемых CAD - моделей, так и для моделей, создаваемых по ранее разработанным чертежам.

В настоящее время много документации все еще хранится в виде бумажных чертежей, что не очень практично, так как они занимают много места, а также могут повредиться. Неудобно вносить в них изменения, осуществлять поиск и просмотр, требуются значительные ресурсы для размножения и пересылки.

Результатами перевода чертежной документации в электронный вид могут быть:

- Графический образ (в данном случае подразумевается отсканированный чертеж)

- Двумерный чертеж
- Трехмерная поверхностная CAD - модель
- Трехмерная твердотельная CAD - модель

В следующей сравнительной таблице приведены способы перевода бумажных чертежей в электронный вид

Виды чертежной документации в электронном виде	Преимущества	Недостатки
Графический образ (в данном случае - отсканированный чертеж)	Получен непосредственно из бумажного чертежа	Трудно вносить значительные изменения, не содержит цифровую информацию
Двумерный чертеж (построенный вручную)	Легко вносить изменения	Высокая трудоемкость, зависимость от программного обеспечения
Тrehмерная образмеренная CAD - модель	Легко вносить изменения, появляется возможность создавать программы для станка с ЧПУ функция проставления размеров в большинстве систем реализована, существуют стандарты на эту тему	Еще более высокая трудоемкость, зависимость от программного обеспечения, ошибки могут повлечь серьезные последствия
Тrehмерная твердотельная CAD - модель	Легко вносить изменения, надежность, можно производить расчеты и создавать программы для станка с ЧПУ с более высокой степенью автоматизации подготовки.	Еще более высокая трудоемкость, зависимость от программного обеспечения, ошибки могут повлечь серьезные последствия

Основываясь на этой таблице, был выбран вариант построения трехмерных твердотельных моделей вручную.

Для контроля качества трехмерных моделей можно использовать специальные средства проверки (чекеры). Можно также проводить проверку путем преобразования (конвертации) модели в другую форму и обратным преобразованием в исходную. Назовем такой способ рекурсивной конвертацией. Можно предположить, что различия в исходной модели и модели, полученной в результате рекурсивной конвертации, косвенно свидетельствуют о качестве исходной модели. Преимущества данного способа: не требуется специального дорогостоящего ПО и навыков работы с ним.

Можно предположить, что наличие различий между исходной CAD-моделью и моделью, полученной в результате рекурсивной конвертации, свидетельствует о существовании в исходной модели дефектов качества. Средством выявления различий может служить сравнение контрольных геометрических свойств (GVP – Geometric Validation Properties). К GVP относятся: объем, центр масс и площадь поверхности, момент инерции, но обычно применяются первые три.

Рассмотрим один случай, встретившийся на практике. В SolidWorks была создана деталь (рис. 1). Далее деталь была загружена в еще одну систему (APM WinMachine) и была подвергнута разбиению на сетку конечных элементов. При этом разбиении произошли ошибки, поэтому эту деталь в формате STEP снова прочитали с помощью SolidWorks.

В SW была проведена диагностика импортирования для данной детали, выдалось сообщение, что в геометрии не осталось неправильных граней и зазоров, но деталь отличалась от исходной (рис 2).

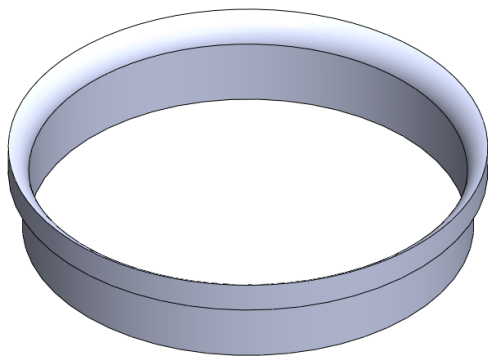


Рис.1 Деталь, созданная в SolidWorks

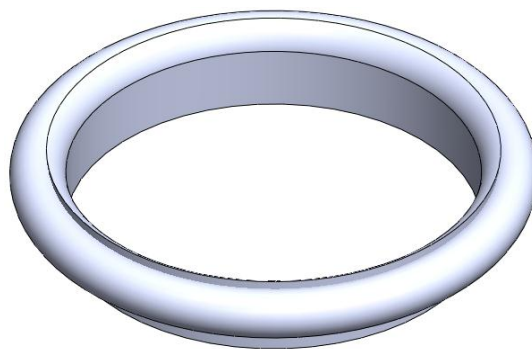


Рис.2 Деталь после повторной загрузки в SW

Можно выделить несколько уровней неоднородности рекурсивной конвертации.

Первый уровень неоднородности: проверка трехмерных моделей на ошибки. Например, CAD-модель -> модель в нейтральном формате -> CAD-модель.

Второй уровень неоднородности может применяться при оцифровке чертежей. Например, чертеж, подлежащий оцифровке -> CAD-модель -> сгенерированный чертеж с размерами.

В процессе оцифровки требуется не только контролировать качество создаваемой модели, но и проверять ее соответствие чертежу. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей [2]. К условным обозначениям относятся также и размеры. Можно сделать вывод, что соответствие формы изделия размерам гарантирует отсутствие искажения формы.

Приведен пример ошибки, допущенной при построении трехмерной модели. Ошибка была выявлена при сравнении сгенерированного по трехмерной модели чертежа с исходным.

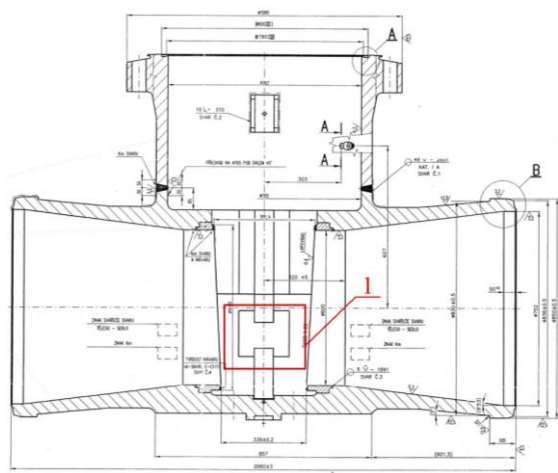


Рис.3 Исходный чертеж корпуса

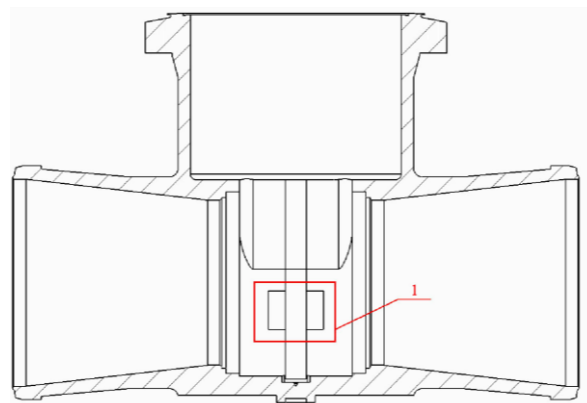


Рис.4 Сгенерированный по трехмерной модели чертеж корпуса.

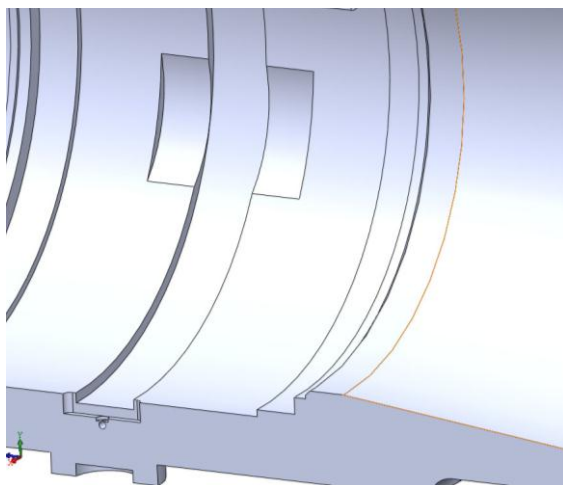


Рис.5 Объемный вид ошибки в модели.

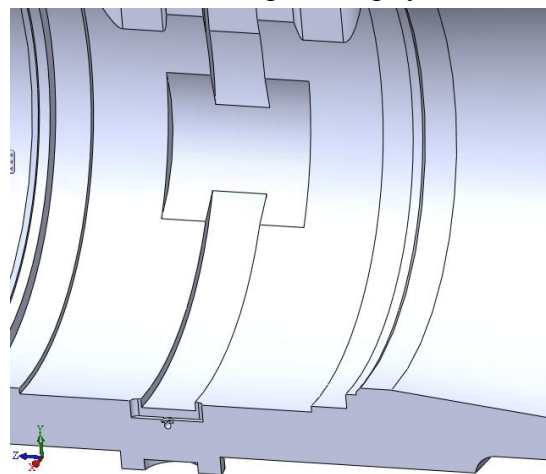


Рис.6 Вид модели после исправления ошибки

Из представленных рисунков видно, что сгенерированный по трехмерной модели чертеж расходится с исходным (выделено прямоугольником и обозначено цифрой 1), то есть был недостаточно глубоко прорезан паз.

Данный способ проверки помог вовремя устранить эту ошибку, пока она не повлекла за собой другие.

Следует учитывать, что сгенерированный чертеж может не совпасть с исходным по таким причинам, как: ошибки, допущенные при построении трехмерной модели, различия правил построения бумажных чертежей и электронных чертежей, генерируемых CAD-системами, ошибки в исходном чертеже.

При рекурсивной конвертации данных в отдельных случаях расхождение исходной модели и модели, полученной в результате рекурсивной конвертации, видно «невооруженным глазом» (рис.1, рис.2). Но в подавляющем большинстве случаев расхождения могут быть выявлены только программно, что показано на нижеследующем примере.

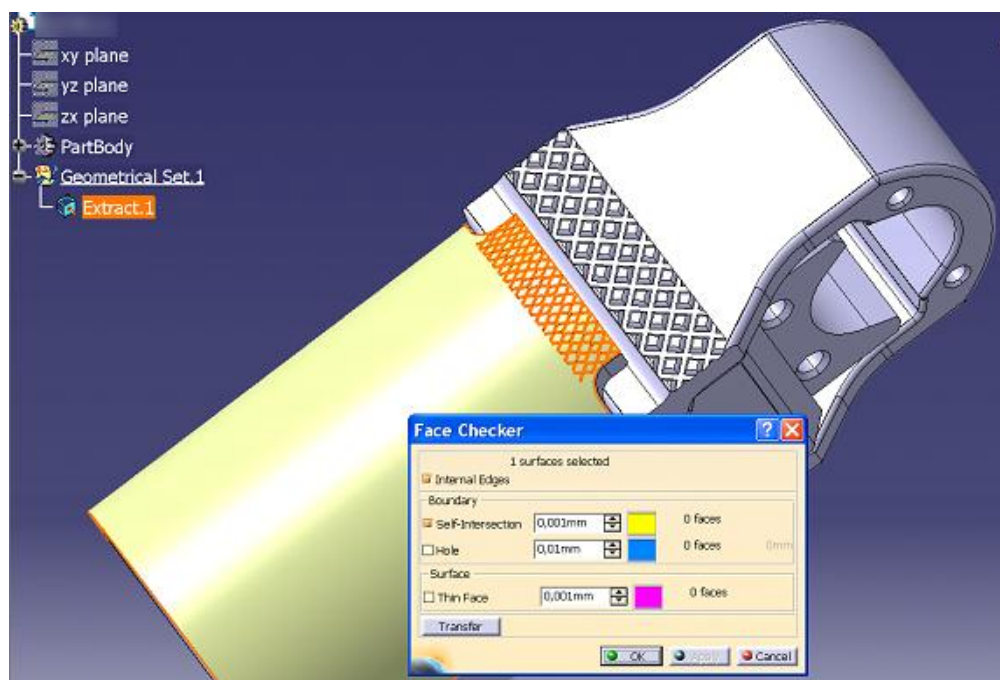


Рис.7 Рассматриваемая модель

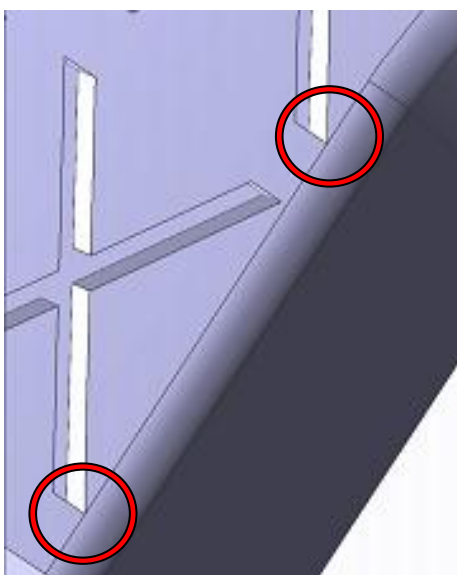


Рис.8 Фрагмент модели, содержащий ошибки

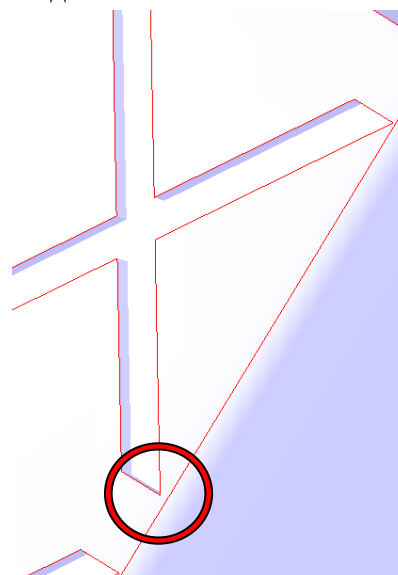


Рис.9 Фрагмент модели, полученный после импорта в SolidWorks

Вершины, отмеченные на рисунке 8, касаются ребра

При импорте в SolidWorks между внутренними и внешним контурами появляются зазоры (рис.9)

В данном примере наблюдается расхождение формы после нескольких конвертаций

Исходя из перечисленных выше задач, становится очевидной необходимость решения вспомогательной задачи сравнения моделей. Эта задача отличается от задачи проверки качества данных, т.к. искажение геометрической формы не обязательно сопровождается возникновением дефектов качества.

Можно выделить следующие уровни сравнения:

1. Сравнение контрольных геометрических свойств (GVP). В некоторых случаях искажения формы могут быть не столь значительны. Такие искажения не выявляются простым сравнением GVP, особенно – для крупногабаритных деталей

сложной формы.

2. Проверка по облаку точек.

3. Контроль по размерам.

Для последнего из уровней необходима доступная для программной интерпретации информация, называемая GDT (geometric dimensioning & tolerancing). Такая информация включена в онтологии Прикладных протоколов STEP. Однако в настоящее время большая часть пре-процессоров STEP генерируют эту информацию не в виде семантических объектов, а в форме полилиний, обеспечивающих лишь визуальное представление размеров. Информация в такой форме интерпретируема только человеком и недоступна для программной интерпретации.

#### **Список литературы:**

1.ISO/PAS 26183:2006 SASIG Product data quality guidelines for the global automotive industry.

2. ЕСКД ГОСТ 2.305-68

3.Злыгарев В.А., Шильников П.С., Юрин В.Н. Процедуры обмена геометрическими моделями изделия и согласованными с ними данными между интегрированными системами Unigraphics и Catia: Проект стандарта предприятия. – М.:НИЦ АСК, 2005. – 28 с.