

А. А. Блинова, Н. Ю. Гаврилова,
О. Б. Пашенко

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Рассмотрены проблемы внедрения CALS-технологий на современном предприятии. Проанализированы задачи контроля качества геометрии, технологий и правил проектирования электронных моделей в системе автоматизированного проектирования Siemens NX. Разработан механизм автоматизированной проверки изделия на основе инструмента Check-Mate.

E-mail: alexandoleg@post.ru

Ключевые слова: CALS-технологии, контроль качества электронных моделей, Siemens NX, Check-Mate.

Технология CALS/ИПИ (информационной поддержки изделия) является информационной поддержкой жизненного цикла изделия (ЖЦИ) на всех стадиях. Основанная на использовании единого информационного пространства (ЕИП), технология обеспечивает совместное управление процессами проектирования, производства, поставки и обслуживания изделий [1].

Ядро ИПИ составляет ЕИП, в котором информация создается, преобразуется, хранится и передается от одного участника проекта к другому с помощью программных средств. К числу таких средств относят:

- автоматизированные системы конструкторского и технологического проектирования и инженерного расчета (CAD/CAM/CAE), например, такие как NX от Siemens PLM Software;
- программные средства управления данными об изделии (PDM), например, система Teamcenter от Siemens PLM Software;
- автоматизированные системы планирования и управления производством и предприятием (MRP/ERP);
- программно-методические средства анализа логической поддержки и ведения баз данных (БД) по результатам такого анализа (LSA/LSAR);
- программные средства управления потоками работ (WF).

Главный принцип ЕИП состоит в том, что информация, однажды возникшая на каком-либо этапе ЖЦИ, сохраняется в ЕИП и становится доступной всем участникам на данном и других этапах. Такая организация позволяет избежать дублирования, перекодировки и несанкционированных изменений данных, исключить связанные с этими процедурами ошибки и сократить трудозатраты.

Внедрение CALS-технологий — весьма трудоемкий процесс: от членов коллектива (конструкторов, технологов, администраторов и пр.) требуется освоение как общих инструментальных средств разработки и контроля изделия, так и новых методологий проектирования, методов анализа и синтеза технических решений с использованием специальных инструментальных программных средств.

Отработка CALS-технологий заключается, в том числе, в разработке и совершенствовании проектной документации применительно к сложным, наукоемким изделиям машиностроения на основе геометрического и параметрического моделирования изделия и его частей с последующим инструментальным контролем качества их изготовления.

Электронный макет изделия, создаваемый в среде NX (параметрической системе твердотельного моделирования) — это высокоорганизованная система сведений об изделии. В то же время такая PDM-система, как Teamcenter, при интегрировании со средой NX осуществляет в свою очередь информационную поддержку и контроль.

Компьютерная система управления данными машиностроительного изделия Teamcenter предназначена для сбора всей информации об изделии в интегрированной БД и обеспечения совместного использования этой информации в процессах проектирования, производства, эксплуатации, ремонта и утилизации. Например, с точки зрения конструктора, изделие имеет несколько вариантов исполнения (конфигураций), причем в каждом варианте исполнения присутствуют только те компоненты изделия, которые необходимы для изготовления конкретной конфигурации.

Пользователю такой интегрированной БД изделие представляется в виде дерева (или пересекающегося семейства деревьев), ветви которого декомпозируются на сборочные единицы (узлы), агрегаты и отдельные детали. С элементами дерева связаны документы и присвоенные им статусы.

Проектирование изделий и выпуск конструкторской документации (КД) на современном предприятии в системе автоматизированного проектирования (САПР) затруднительно без применения качественных средств автоматизированного контроля. До введения PDM одной из основных проблем “ручной” проверки являлось увеличение времени подготовки производства. Ранее, при отсутствии единой методологической основы для интеграции и согласованной поддержки ЖЦИ в рамках корпорации нескольких предприятий, конструкторы занимались “автоматизацией” проектирования и производства локально и автономно на своих рабочих местах. При внедрении PDM-системы ведения данных каждый участник получает доступ к актуальным конфигурациям состава изделия, к проектным, технологическим и любым контрольным параметрам в ЕИП.

Таким образом, внедрение PDM-системы и использование автоматизированного контроля позволит сократить сроки проектирования изделий и повысить качество КД, в том числе за счет автоматизации проверки геометрических электронных моделей на точность построения и соответствие стандарту предприятия (СТП).

Один из вариантов автоматизированного контроля — использование инструмента Check-Mate в NX. Приложение Check-Mate в системе NX автоматически проверяет на соответствие СТП качество геометрии, технологию и правила проектирования в процессе создания электронной модели детали (сборки). Этот инструмент позволяет предприятию стандартизировать процесс создания цифровой модели изделия конструкторами и технологами и гарантировать соответствие всех данных установленным критериям.

С помощью Check-Mate осуществляют различные уровни проверки электронной модели, можно управлять файлом проверок (профилем); результаты проверки помогают при определении качества создаваемого продукта. С использованием Check-Mate сокращаются сроки разработки и внедрения проекта, а также удается найти и устранить проблемы качества на разных стадиях проектирования. Редактирование стандартных проверок и создание новых правил реализуется с помощью языка базы знаний Knowledge Fusion.

Сформированные проверки можно объединять в профили в зависимости от их вида или контролируемого изделия (например, два разных профиля для проверок сборки и самой детали). По завершению контроля выдается отчет для наглядного отображения ошибок и предупреждений с рекомендациями конструктору по их исправлению.

Основной целью создания автоматической проверки является обеспечение конструкторов качественным и эффективным инструментом контроля трехмерных моделей. Для этого необходимо настроить готовые и написать недостающие проверки, включить их в типовой профиль проверок модуля Check-Mate, который в автоматическом режиме будет контролировать конструктивную электронную модель (КЭМ) детали и сборочной единицы на качество построения и на соответствие требованиям СТП по моделированию КЭМ в системе NX. Немаловажным аспектом является также автоматическая подготовка документации по трехмерной модели при успешном прохождении всех этапов проверки.

Модифицирование стандартных проверок и добавление в них новых правил осуществляют согласно стандартам компании, для которой ведется разработка проверок.

Для контроля КЭМ был создан профиль, состоящий из модифицированных и написанных заново проверок.

Модифицированные проверки — данные проверки уже были встроены в модуль Check-Mate:

- проверка структуры геометрических данных (Data Structures);
- проверка целостности геометрии (Consistency)
- целостность топологической структуры;
- целостность геометрических объектов;
- проверка пересечения грань-грань (Face-Face Intersections);
- проверка на наличие самопересечения (Self-intersection);
- проверка на наличие крошечных тел (Tiny);
- всплеск/разрез (Spikes/Cuts) — поиск граней тел, которые имеют выступы или вырезы;
- проверка наличия всех ссылочных наборов (Reference Set) в соответствии с СТП;
- проверка точности построения детали по дистанции и углу;
- отчет о проведении проверки зазоров в сборке между компонентами;
- информация по компонентам сборки;
- отчет по WAVE-связям сборки.

Разработанные проверки — данные проверки были запрограммированы без использования встроенных проверок в модуль Check-Mate:

- проверка корректности цвета твердого тела (Solid Body) в соответствии с его принадлежностью к сборочной единице агрегата;
- проверка корректности объединения слоев в категории и корректности наименования категорий и размещения элементов построения КЭМ по слоям (Layers);
- проверка на наличие в дереве построения подавленных операций;
- проверка наличия размеров, проставленных вручную на чертеже;
- проверка обновления видов на чертеже;
- проверка содержания чертежа в файле детали;
- проверка наличия непараметризованных объектов в дереве построения;
- отчет о количестве твердых тел в файле детали;
- определение состояния эскиза;
- проверка заполнения всех утвержденных атрибутов в файле КЭМ (как деталей, так и сборочных единиц);
- проверка компонент сборки на предмет прохождения ими конструкторской проверки детали;
- проверка имени файла КЭМ на соответствие формату.

После выполнения проверки модуль Check-Mate выдает окно просмотра результатов. Если необходимо ознакомиться с более подробным описанием результатов, то курсор мыши следует навести на соответствующую проверку. По окончании контроля электронной модели результат проверки записывается в специальный атрибут.

Check-Mate используется как формальное обеспечение качества геометрии с точки зрения оптимальных методик моделирования, что включает в себя контроль на соответствие государственным и отраслевым стандартам, стандартам предприятия, требованиям поставщиков, в том числе проверку прохождения всех критических узлов требуемого процесса имитационного моделирования. Одновременно с этим контролируется соответствие атрибутивной информации на правильность построения сборки, на соответствие массовым, прочностным и другим характеристикам изделия.

Вместе с тем, проверки могут быть собраны в карту опций, соответствующих профилю проверок. Check-Mate используют для контроля правильности конфигурирования изделия, для проверки на соответствие техническим требованиям, на собираемость и на соответствие технологическим процессам, а также для проверки правильности вносимой информации в атрибуты элементов конструкции.

В 2011 г. компанией Siemens PLM Software предложена новая технология HD-PLM (High Definition), в рамках которой при создании отчета Check-Mate можно загрузить сборку изделия. В этом случае PDM-система отобразит, какие компоненты еще не прошли имитационного моделирования, после чего будет запущен процесс распределения задания между исполнителями [2].

Выстраивая иерархию профилей проверок в соответствии с ЖЦИ и опираясь на взаимосвязи CAD-, CAE- и CAM-приложений системы NX, получаем систему проверок качества электронных моделей от технического задания до производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б и т к и н В. Новая стратегия развития PLM-решений компании Siemens // PLM news: Инновации в промышленности. – 2010. – Октябрь. – С. 24–29.
2. К у з ь м и к П. К., Н о р е н к о в И. П. Информационная поддержка трудоемких изделий: CALS-технологии. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.

Статья поступила в редакцию 10.05.2012