

Руденский Роман Владимирович

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ЭЛЕКТРОННОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/6/12.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2010. № 6 (37). С. 36-39. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

При таком описании не учитывается обратное действие на фронт возмущенного состояния ПД, что позволяет получить аналитическую зависимость между относительным изменением площади поперечного сечения канала S_0 / S_1 , и максимальной степенью пересжатия ДВ $\alpha_{\max}$.

Для течений газа в трубе переменного сечения вдоль c_+ - характеристики (линии $dx/dt = u + c$, где t - время) должно выполняться следующее дифференциальное уравнение [6]:

$$du + \frac{dp}{\rho c} = -\frac{uc}{u+c} d(\ln S) \quad (6)$$

При малых степенях пересжатия разница наклонов траекторий движений фронта ДВ и догоняющей его c_+ - характеристики мала ($u+c-D \approx 0$). Тогда можно считать, что (6) выполняется и вдоль траектории фронта ДВ.

Подставляя в (6) соотношения (4) и (5), получим дифференциальное уравнение, устанавливающее связь между степенью пересжатия α и площадью поперечного сечения $S = S(x)$:

$$\left(\sqrt{\frac{\alpha+1}{\alpha-1}} + 1 \right) \cdot (1 + 1/\alpha) \cdot d\alpha = d(\ln S).$$

Проинтегрируем это уравнение в области сужения трубы, когда площадь поперечного сечения изменяется от S_0 до S_1 , а степень пересжатия от 1 до $\alpha_{\max}$. Разлагая найденное решение в ряд относительно $\alpha_{\max} - 1$ и пренебрегая членами выше первого порядка малости, получим приближенное уравнение

$$(\alpha_{\max} - 1) + \sqrt{8(\alpha_{\max} - 1)} = 0,5 \ln(S_0 / S_1) \quad (7)$$

Проверка показала, что приближенная зависимость (7) позволяет описывать (отклонение не превышает 3%) расчетные данные для максимальной степени пересжатия ДВ, полученные по двумерной нестационарной модели [2], которая хорошо согласуется с известными результатами экспериментов. Поэтому для оценок $\alpha_{\max}$ можно пользоваться уравнением (7).

Таким образом, в работе сформулирована простая модель, позволяющая адекватно описывать изменение скорости и газодинамических параметров ДВ, распространяющейся в сужающемся канале по взрывчатой газовой смеси.

Список литературы

1. Баум Ф. А., Орленко Л. П., Станюкович К. П., Челышев В. П., Шехтер Б. И. Физика взрыва. М.: Наука, 1975. 704 с.
2. Ждан С. А., Прохоров Е. С. Формирования и распространения газодетонационных волн в конически сужающихся каналах // Физика горения и взрыва. 1995. № 5. Т. 31. С. 92-100.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736 с.
4. Митрофанов В. В. Детонация гомогенных и гетерогенных систем. Новосибирск: Изд-во ИГиЛ СО РАН, 2003. 200 с.
5. Николаев Ю. А., Топчий М. Е. Расчет равновесных течений в детонационных волнах в газах // Физика горения и взрыва. 1977. № 3. Т. 13. С. 393-404.
6. Станюкович К. П. Неустойчивые движения сплошной среды. М.: Наука, 1971. 804 с.
7. Щетинков Е. С. Физика горения газов. М.: Наука, 1965. 740 с.
8. Teipel I. Detonation waves in pipes with variable cross-section // Acta Mechanica. 1983. V. 47. P. 185-191.

УДК 044.925.84

Роман Владимирович Руденский

Московский государственный институт электронной техники (технический университет)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ЭЛЕКТРОННОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ[©]

Компьютерное трехмерное твердотельное геометрическое моделирование является общепринятым техническим уровнем в процессе проектирования электронных приборов и устройств, позволяющим более эффективно использовать CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывную информационную поддержку поставок и жизненного цикла изделия). Эта технология использует компьютерную технику и современные информационные технологии на всех стадиях жизненного цикла изделия, обеспечивая единообразные способы управления процессами и взаимодействие всех участников этого цикла [4]. CALS-технология на этапе проектирования и производства использует технологии «сквозного цикла», что сокращает сроки проектирования и повышает его качество.

Современные средства компьютерного геометрического твердотельного моделирования, используемые в электронном приборостроении, обладают широкими возможностями и удобными инструментами по созданию моделей различных геометрических форм. Электронная геометрическая модель – это электронная модель изделия, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров [3]. В электронной геометрической параметрически управляемой модели форма и размеры каждого геометрического элемента определяются числовыми параметрами и обладают геометрическими взаимосвязями.

Использование CALS-технологии на этапе технологической подготовки производства заключается в применении файла модели для формирования управляющих кодов производственного оборудования, на котором смоделированная деталь будет изготавливаться.

При использовании этого подхода проявляется разница между возможностями средств компьютерного геометрического моделирования и производственными возможностями, которые характеризуются освоенными технологиями обработки материалов, производственными условиями, инструментом, имеющимся в наличии.

Технологию изготовления детали во многом определяет геометрическая форма модели и материал, из которого она изготавливается. Современные производственные технологии позволяют изготавливать корпусные детали электронных приборов и устройств из большого ассортимента материалов (металлов, их сплавов, неметаллов). Каждая технология изготовления обладает особенностями, которые накладывают требования к геометрии детали, а следовательно, и геометрии модели этой детали. Техническое оснащение и ассортимент доступных материалов, наличествующий инструментарий у каждого отдельного предприятия накладывают присущий только этому предприятию отпечаток на технологические требования (Рис. 1).

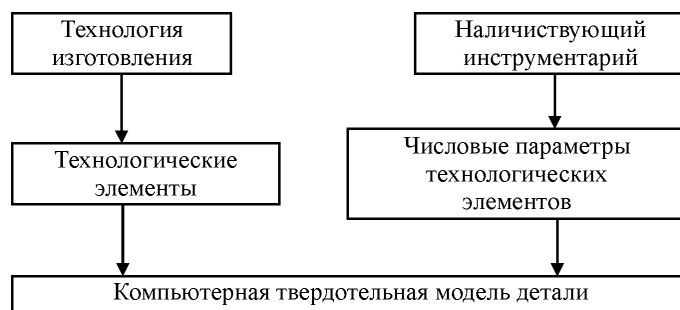


Рис. 1. Влияние технологии изготовления на компьютерную модель

Электронная геометрическая модель прямо связана с технологией изготовления: геометрия модели содержит технологические элементы, создание которых требует знания технологий изготовления, а также технологических и инструментальных ограничений. Если моделирование вести без учета технологических особенностей и ограничений, то электронная модель останется только электронной моделью.

Необходимость изменения электронных моделей деталей возникает при модификации разработанного изделия, при проектировании аналогичного изделия. Модели деталей требуют изменений, если не учтены технологические возможности предприятия-изготовителя, которые отличаются от заложенных в модель. Количество времени, требующееся для модификации геометрии модели, зависит от объема изменений, а также от структуры и сложности модели, которые определяются количеством и сложностью геометрических ее элементов и взаимозависимостями между ними, заложенными при первоначальном моделировании.

Ситуация осложняется при модификации сложной модели, состоящей из десятков и сотен геометрических элементов, каждый из которых обладает несколькими параметрами. Такие случаи широко распространены, так как выполнение производственных заказов размещается на предприятиях в других городах и странах в силу технических возможностей предприятий-изготовителей и экономической целесообразности.

Совокупность моделей деталей с помощью задания геометрических сопряжений между ними, образует модель сборки электронного прибора или устройства. При этом наибольшие трудности проявляются в модификации моделей корпусных деталей, так как они являются самыми сложными из всех деталей конструкции и имеют больше всего геометрических сопряжений с взаимодействующими моделями деталей конструкции. Именно корпусные детали определяют пространственное расположение большинства деталей изделия и взаимодействие между ними.

Геометрические сопряжения задаются между трехмерными элементами, из которых состоит модель детали. При этом модификация модели корпусной детали, при которой были удалены или добавлены новые трехмерные элементы, разрушит геометрические сопряжения в сборке модели и их придется восстанавливать или задавать снова, а это потребует дополнительных затрат времени. Следовательно, неучтенные в моделях корпусных деталей технологические требования для их изготовления, повлекут за собой модификацию самих моделей корпусных деталей и восстановление геометрических сопряжений в модели сборки изделия. В худшем случае неучтенные технологические требования в моделях всех деталей могут повлечь за собой переработку конструкции изделия, что по временным затратам может быть равно или даже превышать время, затраченное на первоначальное конструирование. Это увеличивает сроки окончания проектирования, начала производства изделия и его поставок потребителю.

Трудоемкость изготовления корпусных деталей многих приборов достигает 30–60% трудоемкости обработки всех деталей прибора. Резервом снижения трудоемкости изготовления корпусных деталей (кроме автоматизации производственных процессов) является повышение технологичности конструкции, требования к которой зависят от вида корпусных деталей, их материалов, методов получения заготовки, особенностей механической обработки и контроля [2].

Одна из проблем трехмерного твердотельного параметрически управляемого геометрического моделирования – отсутствие технологии моделирования, которая позволит создавать модели с оптимальной структурой. От ее решения зависит простота модели для понимания ее структуры и взаимозависимостей геометрических элементов между собой. Это влияет на время, затраченное на модификацию. Особенно это важно для инженера, который не является ее автором, но должен внести в нее изменения.

Проблему предлагается решать путем выработки технологии моделирования, которая включает оптимизацию структуры модели по критерию порядка создания геометрических элементов, заданию взаимозависимостей их геометрических и числовых параметров между собой, выбору и минимизации числа управляющих параметров, а также разработку технологически-ориентированного метода моделирования.

Сведение числа управляющих параметров модели к минимуму производится за счет максимального использования геометрических взаимосвязей, геометрических свойств элементов эскизов-основ, а также геометрических зависимостей и математических формул. Необходимо выделить параметры, которые будут управляющими и управляемыми, т.е. зависимыми от вводимого значения управляющего параметра. Проанализировав геометрию детали, следует задать геометрические свойства и зависимости, при этом максимально использовать вспомогательную геометрию, тем самым минимизировать количество числовых параметров.

Технологически-ориентированный метод построения модели включает выбор стратегии построения модели в зависимости от технологии изготовления моделируемой детали. Построение модели проводится аналогично технологии обработки заготовки. Последовательность формирования трехмерных конструктивных элементов должна совпадать с последовательностью технологических операций. При этом необходимо выделить трехмерные элементы, параметры которых зависят от технологии изготовления и инструментария.

Эти технологически зависимые элементы группируются по принципу: «одна технологическая операция – один технологически зависимый элемент». Поверхности технологически зависимых элементов, которые моделируют поверхности обработки и зависят от параметров инструмента, должны быть выполнены единым трехмерным элементом, что позволит управлять ими минимальным количеством параметров.

При невозможности выполнения построения модели одним трехмерным элементом, параметры всех трехмерных элементов нужно связать между собой. При этом значение управляющих параметров технологически зависимых элементов ограничиваются рядом стандартных значений (Рис. 2).

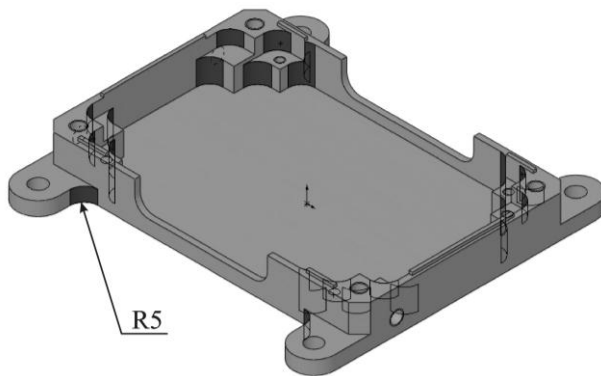


Рис. 2. Технологически зависимый элемент в модели корпусной детали электронного устройства

Использование разработанных технологий и методов должно быть автоматизировано и интегрировано в концепцию CALS-технологии. Следовательно, необходимо создать прикладное программное приложение, которое будет работать в системе моделирования через API (Application Programming Interface) для тех компьютерных систем моделирования, которые поддерживают такую возможность.

Разработанный технологически-ориентированный подход реализован в среде трехмерного твердотельного параметрически управляемого геометрического моделирования SolidWorks, который обеспечивает подключение дополнительных программных приложений с помощью интерфейса, заложенного разработчиками.

SolidWorks API – это интерфейс, позволяющий разрабатывать пользовательские приложения и специализированные модули, которые добавляют к базовым возможностям среды проектирования дополнительную функциональность. Этот интерфейс содержит сотни функций, которые вызываются из программ Microsoft Visual Basic, VBA (Microsoft Excel, Word, Access и т.д.), Microsoft Visual C++ или из файлов-макросов SolidWorks. Данные функции предоставляют разработчику прямой доступ к функциональным возможностям выбранного программного продукта.

Особенность среды SolidWorks заключается в том, что все динамические библиотеки, отвечающие за работу API, по умолчанию включены в ее дистрибутив и автоматически устанавливаются на компьютер при установке [1].

Разрабатываемое программное приложение включает: библиотеку, в которой содержатся базовые модели типовых корпусных деталей, базу данных с размерами обрабатывающего инструмента из ряда стандартных значений и справочную информацию по технологиям изготовления.

Модели деталей типовых электронных приборов и устройств, построенные по разработанным технологиям моделирования, обладают упорядоченной структурой и минимальным количеством управляющих параметров. Учет технологических особенностей в базовых моделях корпусных деталей выражается в соответствующей форме трехмерных элементов и диапазоне допустимых значений их параметров. Библиотеки и базы данных программного приложения позволяют дополнять их посредством внесения новых моделей деталей, которые учитывают технологические особенности изготовления по новой технологии или модификации одной из существующих технологий со значительными изменениями. Например, технологии с особенностями, присущими только определенному предприятию, что определяется имеющимся в наличии уникальным оборудованием и инструментарием.

Программное приложение (ПП) загружается в систему моделирования SolidWorks и работает в режиме пошагового диалога (Рис. 3).

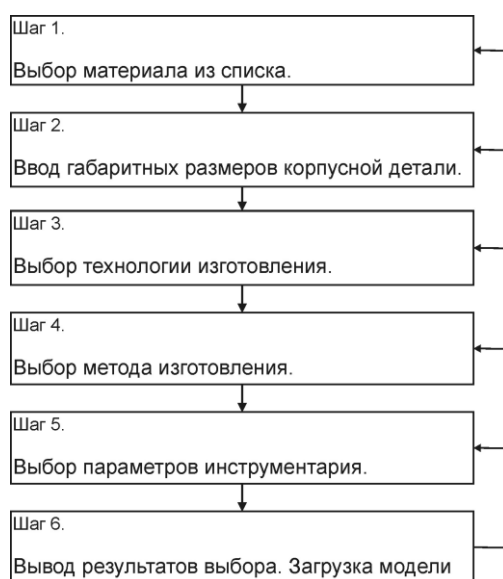


Рис. 3. Схема работы программного приложения

Результатом работы разработанного ПП является загрузка из библиотеки файла модели базовой детали, в которой учтены технологические особенности ее изготовления. Библиотеки размеров обрабатывающего инструмента позволяют модифицировать модель, изменять ее параметры и дорабатывать, реализуя замысел конструктора в соответствии с технологическими особенностями и ограничениями, которые уже были заложены в библиотечной модели. Далее необходимо доработать модель, добавив типовые и индивидуальные элементы конструкции.

Несмотря на стремление к автоматизации, невозможно описать и формализовать все технологические и конструктивные элементы деталей, поэтому программное приложение должно обладать возможностью пополнения библиотек базовых моделей и размерами обрабатывающих инструментов, основываясь на разработанных технологиях и методах.

Возможности компьютерного геометрического моделирования превышают производственные и технологические возможности обработки материалов. Выработанные технологии моделирования и автоматизированный учет технологических особенностей и ограничений с помощью применения разработанного программного приложения позволяют сократить время и повысить качество этапа создания твердотельных моделей деталей и электронной модели изделия в целом.

Список литературы

1. Артем А. Б., Викентьев Е. Е. САПР и графика 6'2006С [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=15929&iid=754>
2. Билибин К. И., Голиков В. И. Справочник технолога-приборостроителя. М.: Машиностроение, 1980. Т. 2. 463 с.
3. Единая система конструкторской документации. Основные положения. ГОСТ 2.052-2006. М.: Стандартинформ, 2007. 348 с.
4. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 336 с.