

КРЕАТИВНОЕ ПЛОСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ КОНСТРУКТОРОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ СКВОЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

©2009 А. В. Быков, К. С. Карабчиев

ООО «Рациональные технологии»

В статье дается ретроспектива развития аппарата плоского моделирования и приводятся некоторые нестандартные решения, реализованные в системе ADEM-VX. В частности, рассматривается возможность работы с плоскими объектами как с твердыми телами и многослойное проектирование сборочных единиц на плоскости.

Черчение, моделирование, гибридное моделирование, аппликативность, булевы операции, комплексные объекты.

Несмотря на то что мир CAD систем давно уже стал трехмерным, задачи плоского моделирования не потеряли своей актуальности. Более того, в этой области есть интересные перспективы для исследований и развития (рис.1).

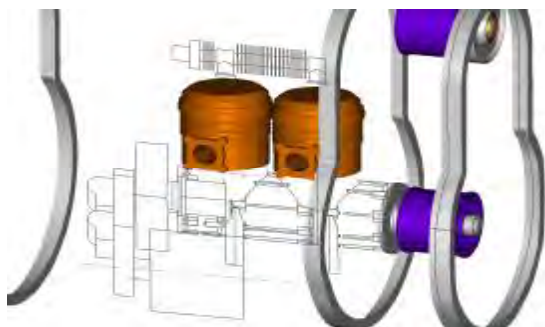


Рис. 1. Гибридное 2D/3D моделирование
в интегрированной CAD/CAM/CAPP системе
ADEM-VX

Начнем с вопроса – для чего нужно плоское моделирование?

Изначально главная практическая задача плоского моделирования состояла в компьютеризации оформления чертежей, схем, планировок и других чертежно-графических документов. В этой части преуспели многие системы и в первую очередь плоские CAD системы.

В основе моделирования эти системы используют плоские примитивы (базовые объекты), такие как отрезок, дуга, полилиния, кривая и пр. Все остальное основывается на способах их построения, редактирования, копирования, позиционирования.

Удобство и полнота применения этих способов и составили главную почву для соперничества плоских CAD систем на первом этапе развития.

Следующим шагом стало формирование библиотек стандартных элементов плоской графики, каждый из которых является комплексом базовых объектов. Это в значительной мере упростило оформление графической документации, которая, как правило, содержит множество подобных фрагментов. К ним относятся и специальные обозначения: отклонений, сварки, качества поверхности и пр., а также графические изображения типовых элементов: механических, электронных, гидравлических и других изделий.

В такой комплектации плоские CAD системы получили очень широкое распространение в проектных и конструкторских отделах. Они в первую очередь решили задачу снижения трудоемкости в области оформления чертежной документации. Вспомним, например, что ранее во многих странах для обеспечения этого процесса в ручном варианте в помощь конструкторам готовили специальный класс специалистов – техников - чертежников.

Еще одним достижением плоских некоторых CAD систем можно назвать функционал создания параметрических моделей. Создав такую модель, конструктор получает не одну плоскую модель, ее фрагмент или чертеж, а целую гамму их, отличающихся геометрией, за которые отвечают те или иные параметры, например размеры. Спра-

ведливости ради надо сказать, что создание таких моделей требует дополнительной подготовки и ресурсов времени.

С другой стороны, плоское моделирование имеет и другое предназначение. Именно для задач моделирования как такового.

Инженер при создании нового изделия всегда моделировал его конструкцию. Выполненная с той или иной точностью на бумаге или в электронном виде модель определяет взаимное расположение фрагментов конструкции, деталей, узлов и агрегатов. Именно при геометрическом моделировании определяется и уточняется большинство геометрических параметров будущего изделия.

Очевидно, что возникает естественное желание использовать созданную конструктором модель и для других задач проектирования и подготовки производства: расчетов на прочность, устойчивость, создания техпроцессов, программирования оборудования с ЧПУ и пр.

Заметим, что многие конструкторские задачи можно эффективно решать с помощью плоского моделирования. Более того, в основе объемного моделирования также лежат плоские элементы, по которым строится трехмерная модель. А это значит, что плоская модель является базой для объемной модели, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Добавим, что лучшие современные САМ системы для автоматизации программирования станков с ЧПУ могут работать, и по объемным и по плоским моделям, и по их гибриду.

Поэтому плоское моделирование это не только решение локальных задач конструктора и выпуска графической документации, но и более серьезная общая задача конструкторско-технологической подготовки производства.

Просматривается вроде бы такая логическая цепочка процесса подготовки на базе плоского моделирования: проектирование и плоское моделирование с выпуском чертежей, объемное моделирование (при необходимости), расчеты, техпроцессы, технологическая документация, программирование ЧПУ.

Очевидно, что на практике можно столкнуться с объективными и субъективными причинами, которые нарушают эту стройную схему сквозной подготовки производства. При этом, как правило, наблюдается неоднократный повтор геометрического моделирования одного и того же объекта разными специалистами.

Назовем три наиболее часто встречающиеся причины и приведем рекомендации по их устранению:

1. Модель не является обязательным документом и результатом деятельности конструктора, а является лишь артефактом решения его локальных задач. Использование же чертежей и их фрагментов в качестве плоских моделей проблематично из-за особенностей и правил оформления КД, которые разрешают и даже зачастую требуют утрировать геометрию в документе.

Решение здесь состоит в принятии соответствующего стандарта предприятия по вопросам проектно-конструкторского моделирования.

2. Отсутствует единое информационное конструкторско-технологическое пространство, в котором модель может быть доступна для программных инструментов различных специалистов. Суть не только в том, что обмен геометрией между различными системами не всегда бывает 100%, но самое главное в том, что доработка чужих моделей под свои цели в своей системе процесс совсем не тривиальный.

Решить эту задачу позволяет внедрение на различных рабочих местах интегрированных CAD/CAM/CAPP систем, которые как раз для этого и предназначены.

3. Точность конструкторских моделей недостаточна для других специалистов. Встречаются два типа подобных ошибок. Первые связаны собственно с самим конструктором, который еще не вполне освоил процесс моделирования. Вторые связаны с возможностями самой конструкторской CAD системы, которая, например, предназначена больше для черчения, чем для моделирования. С подобным тоже приходится сталкиваться на практике.

Решение данной проблемы состоит в исполнении предыдущих двух рекомендаций.

Опыт показывает, что на тех предприятиях, где подобные мероприятия были выполнены, наблюдается резкое снижение сроков конструкторско-технологической подготовки производства и сокращается количество ошибок практически в каждом звене этого процесса.

Прочитав вышеизложенное, наш уважаемый конструктор наверное скажет: «Еще один хомут на шею! Я и так должен придумать кенгуру, которого еще никто не видел, начертить его по ЕСКД, а теперь еще и моделировать должен?!»

А действительно, ведь мы загрузили конструктора не совсем свойственными ему задачами.

Мы дали ему электронный кульман с библиотеками стандартных обозначений и элементов, но отобрали техника-чертежника. Мы дали ему электронные средства моделирования, но отняли специалистов по плазово-шаблонному моделированию.

Что же конструктор может получить от CAD системы для своей непосредственной творческой деятельности? И вообще возможно ли ожидать от CAD систем чего-то подобного?

Вернемся к геометрическому моделированию.

Смеем утверждать, что при проектировании конструктор мыслит не графическими примитивами, а несколько иными геометрическими объектами, которые можно назвать прообразами будущего, еще не существующего материального объекта.

Отрезки и дуги носят скорее вспомогательный характер для конкретного изложения результата или визуализации обстановки вокруг области проектирования.

Прообразы же имеют неконкретный, расплывчатый, или самый общий вид в начале процесса проектирования. Затем их детали уточняются, "белые пятна" заполняются подробностями, размытые очертания приобретают конкретные формы. Очень похоже на работу скульптора, который постепенно отсекает от камня все лишнее или наоборот добавляет глиняные фрагменты.

Еще в восьмидесятых годах прошлого века специалисты, которые позже основали группу компаний ADEM, начали исследова-

ние вопроса поддержки конструкторского творчества с помощью методов геометрического моделирования. Первые результаты были представлены в отечественной системе CherryCAD. Развитие эти методы получили в российской интегрированной CAD/CAM/CAPP системе ADEM-VX.

Расскажем об основных принципах креативного моделирования, воплощенных в плоской части системы ADEM-VX.

Первое, что было предложено, – наряду со стандартными примитивами ввести понятие объекта типа «контур». Этот объект дает возможность производить над ним всякого рода редактирования: скругление углов, срезание фасок, вытягивание части, вставка дополнительных ребер и прочее. Но самое главное, что при его деформациях учитываются все сопряжения частей.

Второе – подобные объекты считать твердыми плоскими телами. А именно, дать возможность производить над ними булевы операции: объединение, пересечение, дополнение. Это позволяет быстро получать результат моделирования одного объекта из нескольких других (рис.2).

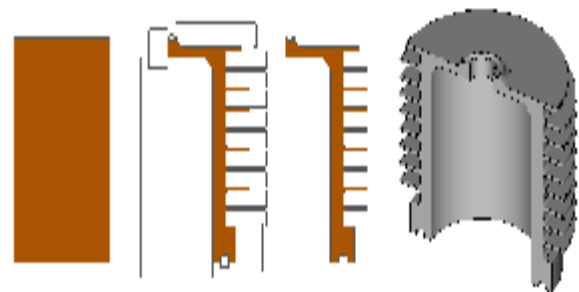


Рис. 2. Исходный прообраз, дополнительные образы, результат булевой операции, объемная модель

Третье – реализовать возможность частичного или полного затенения одного объекта другим. Это позволяет получать общий плоский результат без разрушения и переделки объектов (рис.3).

Четвертое – реализовать параметризацию модели постфактум. Тем самым исключить для пользователя необходимость принимать решение о связях между примитивами до того момента, когда ему это потребуется. Если сразу нагружать конструктора заботой о связях, до того как образ сформировался,

то это будет сильно тормозить творческий процесс (рис.4).

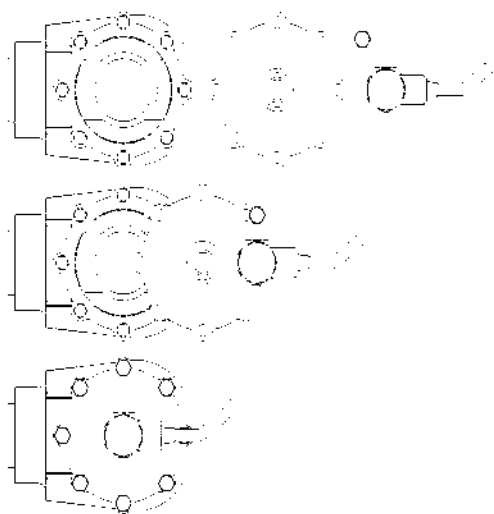


Рис. 3. Затенение плоскими элементами позволяет быстро и эффективно получить результат без разрушения и доработки фрагментов

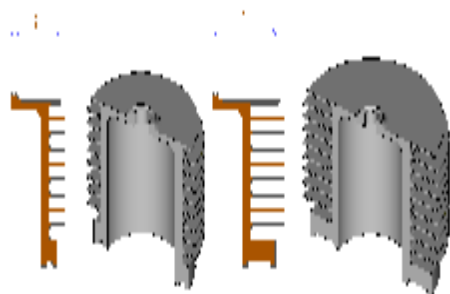


Рис. 4. Параметризация постфактум, измененный прообраз и объемная модель

Все эти особенности создают комфорт именно для творчества конструктора, при работе в плоскости. Кстати твердые тела и

булевы операции уже давно стали стандартом при работе с объемными моделями. Но, несмотря на то что они очень полезны и в плоскости, систем имеющих эту возможность, кроме тех, что упомянуты выше, мы не встречали.

Итак, плоское моделирование в современных условиях ни в коей мере не теряет своего значения. Являясь геометрической основой любого другого моделирования, оно играет по сути дела ключевую роль в процессе автоматизации проектно-конструкторско-технологической подготовки производства.

Библиографический список

1. Кунву, Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/ Ли Кунву. –СПб.: Издательский дом «Питер», 2004.
2. Компьютерные чертежно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении/ А.В. Быков, [и др.]; под ред. Л.А. Чемпинского – Самара: Академия, 2002.

References

1. Kunwoo Lee «Principles of CAD/CAM/CAE Systems», Addison-Wesley, 2004
2. Bykov A., Gavrilov V., Ryzhkova L., Chempinsky L., «CAD systems for designers and technologists...», Akademia, 2002.

CREATIVE 2D-MODELING

©2009 A. V. Bykov, K. S. Karabcheyev

Rational Technologies ltd.

The CAD system world already became 3D. But 2D modeling is still actual for many of engineering tasks. This article gives the retrospective for 2D modeling tools in CAD systems and explains some special methods, used in ADEM-VX system. Samples are given in 2D solid mechanism and layer-mechanism for assembly creation in 2D.

CAD, 2D modeling, 2D solid mechanism, ADEM-VX, and layer-mechanism for assembly

Информация об авторах

Быков Андрей Вилич, кандидат технических наук, директор центра разработок CAD, ООО «Рациональные технологии». E-mail: Bykov@yandex.ru. Область научных интересов: разработка систем плоского и объемного моделирования, черчения, оформления КД.

Карабчиев Константин Сергеевич, ведущий специалист, начальник отдела технологий обучения ООО «Рациональные технологии». E-mail: ksk@adem.ru. Область научных интересов: разработка систем плоского и объемного моделирования.

Bykov Andrey Wilich, Candidate of Engineering Science, chief of R`n`D-department of Rational Technologies ltd. E-mail: Bykov@yandex.ru. Area of research: CAD/CAM/CAPP systems.

Karabcheyev Konstantin Sergeevich, expert CAD/CAM/CAPP of Rational Technologies ltd. E-mail: ksk@adem.ru. Area of research: CAD/CAM/CAPP systems.