

свойства амортизаторов и демпфирующие свойств самой листовой рессоры, что позволит в дальнейшем проводить оценку параметров плавности хода.

Важным свойством данной модели является возможность определения силового взаимодействия элементов подвески с учетом их упругих свойств. Значения сил и реакций, полученные в результате моделирования, используются для расчета напряженно-деформированного состояния с помощью конечно-элементных комплексов. За счет этого еще на стадии проектирования можно получить представление о нагруженности и выявить "слабые" места конструкции.

С помощью вышеописанных методов создана модель передней рессорной многолистовой подвески перспективного полноприводного грузового автомобиля, прототипом которого послужила подвеска автомобиля МАЗ-6501. Были определены следующие параметры: стрела прогиба собранного рессорного пакета (по значениям радиусов листов в свободном состоянии); снята силовая характеристика, определена траектория движения точки, расположенной в месте заделки рессоры, для согласования рулевого управления; определены реакции в точках крепления рессоры к раме автомобиля; определены силы взаимодействия листов в точках контакта. Результаты расчета показали высокую сходимость с данными экспериментов. Относительная погрешность по основному параметру - стреле прогиба в собранном состоянии - не превысила 5%.

Литература. 1. Using ADAMS / Solver Version 9 Part Number 91 SOLVUG-01. 2. Пакицкий А.А., Бернацкий А.К. Обеспечение ресурса рессорных подвесок. – Минск: Наука и техника, 1988. - 166 с.

УДК 629.114:681.3

Д.С. Трубашевский

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ: РЕВОЛЮЦИЯ В ДИЗАЙНЕ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*НИРУП "Белавтотракторостроение"
Национальная академия наук Беларуси
Минск, Беларусь*

Компьютерные технологии в настоящее время развиваются с необыкновенно высокими скоростями. Во времена зарождения электронно-вычислительной техники человек ощутил неоспоримые преимущества компьютеров и их обеспечения и возложил максимум усилий для их изучения. Сейчас ЭВМ распространены настолько широко, что многие и не мыслят себе будущее и тем более настоящее без электронных помощников. И это касается не только высоких скоростей работы с данными, сокращением времени решения задач и получения результатов, но и дает неоспоримое преимущество в реализации творческих замыслов. Безусловно, это и нашло свое отражение в проектировании автотракторной техники.

В настоящее время существует множество компьютерных пакетов, которые решают проблемы, связанные с конструированием техники, отмечая при этом такой архаизм, как кульман (хотя есть и некоторые преимущества у метода построения геометрии "от руки" при помощи линейки, карандаша и лекала. Это позволяет инженеру слиться с конструкцией и почувствовать размеры). Однако преимуществ, касающихся использования для этих же целей компьютеров гораздо больше.

Итак, современные компьютерные программы позволяют создавать автомобиль. Причем автомобиль создается целым штатом квалифицированных специалистов, каждый из которых занят решением определенной задачи. Это и дизайнеры и конструктора и технологи... Современные алгоритмы позволяют следить за каждым изменением, вносимым в конструкцию, и тотчас же производить параметризацию (т.е. изменение размеров конструкции в целом при изменении какого-то одного элемента). Таким образом современный автомобиль просчитывается полностью на компьютере и в случае необходимости (а такое происходит непрерывно вследствие постоянного улучшения конструкции и унификации) ждет изменений и дополнений, которые осуществляет его творец: человек.

Современный автомобиль. На что же обращает внимание потенциальный покупатель в первую очередь? Верно. Это его внешнее строение или дизайн. Понятно, что понравиться каждому он не может, но быть неповторимым, оригинальным должен. В этом то и состоит сложность создания образа фирмы в воплощаемых формах для дизайнеров.

Существует большое количество пакетов 3D-моделирования для создания внешнего строения автомобилей или будем называть их пакетами моделирования поверхностей. Одни из этих пакетов несут в себе возможность создания параметрических чертежей и 3D моделей наряду с созданием и редактированием NURBS-кривых или кривых Безье и NURBS-поверхностей, расчетом динамики движения автомобиля или его узлов, разбиением деталей методом конечных элементов для дальнейшего анализа напряженных деформаций, созданием анимации (для визуализации тех или иных процессов), рендерингом моделей и др. В большей или меньшей степени такими средствами для работы обладают пакеты CATIA, Unigraphics, CADD5, Pro/Engineer, EUCLID и др. Их преимущество состоит в том, что для завода нет острой необходимости приобретать различные пакеты, когда один в состоянии решить многие проблемы. Также преимущества имеются в работе с данными (внутренние форматы данных пакетов прекрасно работают во всех приложениях имеющегося комплекса). Но есть и некоторые недостатки. Часто в погоне за решением некоторых проблем данные пакеты не могут выполнять задачи, требующие более глубокого анализа. Они хорошо справляются с задачами построения трехмерных чертежей (электронные кульманы). Хотя, допустим, создание поверхностей, они позволяют решать на высоком уровне, но вот скорость, удобство и интуитивный интерфейс имеют недостатки, которые в большей степени отсутствуют в пакетах узкой специализации.

Таким образом, мы подошли к главному вопросу. Создание поверхностей узкоспециализированными пакетами.

Если проследить ассортимент программных продуктов для решения этой проблемы, то наиболее важными для автомобильной промышленности являются пакеты Alias AutoStudio от компании Wavefront и ICEM surf.

Система ICEM surf является продуктом компании PTC (Parametric Technology Corporation), известной таким "тяжелым" пакетом CAD/CAM как Pro/Engineer, предназначена для интерактивного виртуального моделирования и анализа сложных трехмерных поверхностей технических изделий. Почему же профессионалы выбирают ICEM surf? Чем же этот продукт привлекает внимание авто производителей?

Система применяется как мощное и высокоэффективное средство для создания художественного дизайна изящных и точных поверхностей любой сложности с наивысшим качеством. При помощи ICEM Surf возможно моделирование изделий, получаемых из листового металла и пластмассы, художественных изделий из стекла и керамики. Особенно большое распространение система ICEM Surf получила в автомобильной промышленности. Почти все автомобильные компании Западной Европы исполь-

зуют ее в задачах дизайна. У нас же останавливает ее распространение не только высокая стоимость, но и узкая специализация, а также не очень развитая реклама.

ICEM surf: создание поверхностей. И все? Человек, знакомый с проблемой моделирования сложных поверхностей может сказать, что это не так уж и мало, если учесть еще и тот факт, что количество настроек для создания и редактирования просто огромно. Возможности ICEM surf не даром захватывают дух даже выдавших виды специалистов.

На примере перспективной модели 15-метрового трехосного автобуса АМАЗ-107, разработанной по программе ГНТП "Белавтотракторостроение" попробуем окунуться в мир этой системы.

Итак, как же создается новая геометрия в ICEM surf? В качестве исходных данных для построения поверхностей использовались эскизы. Также в ICEM surf возможно получение цифровой модели, полученной, например, съёмом данных с гипсовой или какой-либо другой мастер модели или результаты с контрольно-измерительной машины, что важно при использовании в качестве образца макетов или мастер моделей.

Основу моделирования в ICEM Surf составляет механизм кривых и поверхностей Безье, позволяющий легко и просто осуществлять быстрое создание и динамическую модификацию поверхностей произвольной формы. Управление формой поверхности производится перемещением отдельных точек управляющего полигона простым движением мыши.

В ICEM surf имеется уникальная возможность в динамике контролировать качество получаемой поверхности с помощью средств анализа кривизны, а также линий отражения или бликов.

Система ICEM Surf имеет развитые средства диагностики, контроля качества и визуализации моделируемых поверхностей. Использование при этом механизма отражения света позволяет визуально контролировать гладкость поверхности и быстро добиваться необходимых результатов за счет удобных средств модификации поверхностей или их частей.

Использование различных по цвету и расположению динамических источников света позволяет получить фотореалистичное изображение проектируемого объекта в процессе его создания, удовлетворяющего самым взыскательным требованиям.

ICEM Surf обладает многочисленными удобными для дизайнера опциями, такими, например, как автоматическое получение зеркально-симметричной формы с условием гладкости и непрерывности по кривизне между создаваемой половиной и её не существующей симметрией. Например для автобуса таким образом были построены таких сложные детали, как передок с лобовым стеклом, крыша и задок. Очень просто можно построить в системе поверхность сопряжения с условием непрерывности по 1-ой и 2-ой производной. При необходимости можно перейти к использованию B-сплайнов и NURBS-поверхностей, а также преобразовать модель в конечно-элементное представление.

Следующим достоинством (возможно только в системе ICEM surf) являются средства легкого переноса уже созданной на базе одной поверхности формы, например, типовую подштамповку, на другую поверхность путем простой подмены ссылочной поверхности.

ICEM surf предоставляет необходимую возможность пропорционального и непропорционального (произвольного) масштабирования групп поверхностей с сохранением всех и граничных условий, и, при необходимости, условий построения - скажем растянуть бампер не трогая фары, но увлекая за собой капот, или наоборот.

Более того, в последней версии добавлен еще и высококачественный рендеринг (рис.1), который позволяет осуществлять растеризацию модели с учетом свойств окружающей среды (чаще модель помещается в виртуальную комнату с целым рядом на-

страиваемых параметров включая задание вида источников света, цвета модели, теней, отражений и др.).

Используя функции системы, можно проектировать как наиболее ответственные поверхности автомобиля (так называемые поверхности класса А), так и невидимые поверхности с подштамповками (класс В) и технологические элементы формы (класс С).

Построенные в системе ICEM Surf модели поверхностей отличаются высоким качеством и могут быть обработаны системами подготовки программ для оборудования с ЧПУ без специальной подготовки.

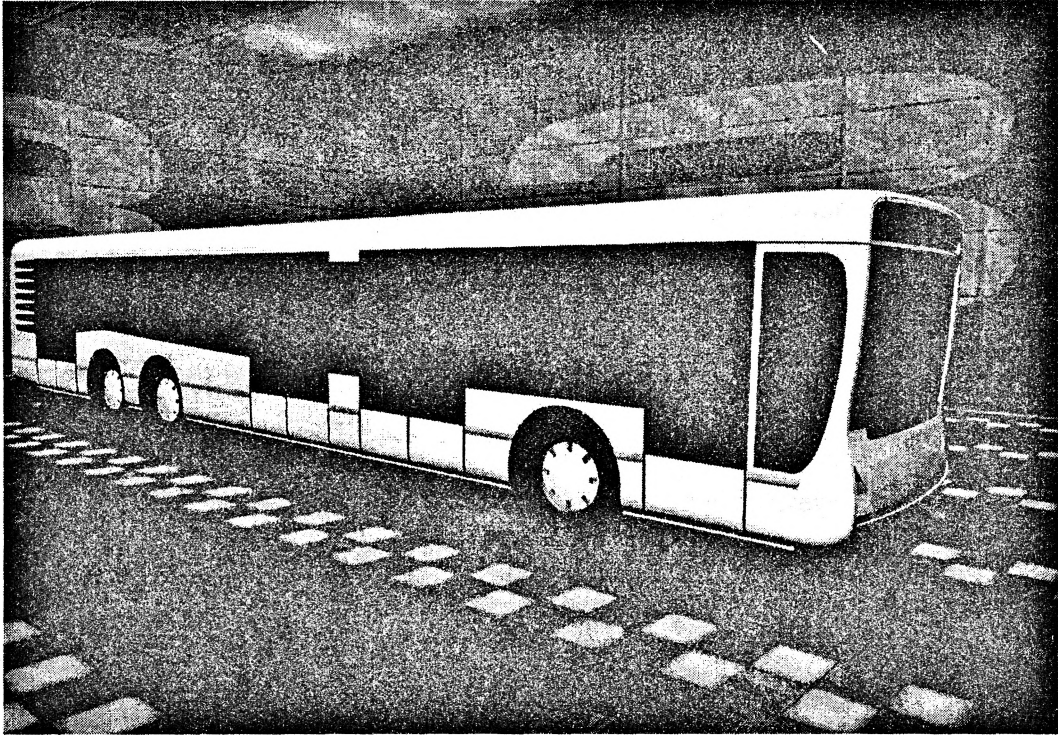


Рис. 1. Растриванное изображение перспективной модели автобуса АМАЗ-107 (правый бок и передок).

ICEM Surf обеспечивает передачу в CAD/CAM системы спроектированных поверхностей через стандартные интерфейсы IGES и VDA/FS, а главное имеет прямые интерфейсы с системами CADDSS5, CATIA и I-DEAS.

Система ICEM Surf не заменяет собой CAD/CAM системы высокого уровня, такие как CADDSS5 или CATIA. Она дополняет возможности таких систем и может эффективно применяться на этапах разработки концептуальной CAD-модели с последующим ее использованием и моделированием в САПР. Кроме того, ICEM Surf может решать множество задач сложного поверхностного моделирования в процессе конструкторского проектирования совместно с CAD/CAM системами.