

Системы прямого моделирования позволяют снизить затраты и облегчить работу конструкторов, производителей и всей цепочки поставщиков

©2014 Kubotek Corporation

www.kubotek3d.com

Коротко о главном

В последние годы намечается тенденция роста применения прямого моделирования при проведении проектно-конструкторских работ, поскольку эта CAD-технология обеспечивает более простой и надежный метод создания геометрии по сравнению с параметрическим моделированием, которое преобладало в последние 20 лет. Инструменты прямого моделирования позволяют модифицировать любой фрагмент конструкции, работать с геометрией, построенной практически в любой CAD-системе; прямое моделирование легко освоить и достичь в нём мастерства. Простота и быстрота работы – вот причина того, что почти все поставщики CAD-систем пытаются охватить технологию прямого моделирования.

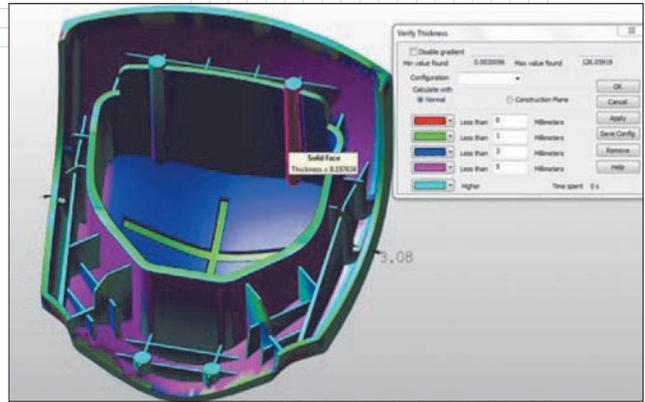
Функциональность последнего поколения систем прямого моделирования увеличилась за счет интеграции таких возможностей, как сравнение конструкций, их анализ методом конечных элементов, программирование обработки деталей на станках с ЧПУ.

Теперь пользователи могут быстро и точно идентифицировать все ревизии или различия 3D-моделей двух компонентов или узлов. Конструкторы могут просчитывать характеристики механических устройств, используя конечно-элементный анализ в знакомой среде прямого моделирования – без необходимости трансляции данных. Кроме того, предлагается возможность генерировать траектории инструмента для изготовления спроектированных деталей – тоже без выхода из среды прямого моделирования.

Путем интеграции этого дополнительного функционала и предложения его в рамках единой CAD-системы, передовые разработчики обеспечивают возможность улучшить эксплуатационные свойства изделий за счет оценки большего количества вариантов конструкций, а также ускорить разработку. Результат – продукция выводится на рынок быстрее, а её качество повышается. Кроме того, интеграция позволяет снизить расходы на консалтинг, лицензирование и администрирование ПО за счет существенного уменьшения количества программных инструментов, необходимых для разработки изделия.

Причина успеха прямого моделирования

Через без малого 30 лет после того как *Parametric Technology Corporation* в середине 1980-х представила *Pro/ENGINEER*, основным средством, которое использует большинство конструкторов для проектирования машиностроительных изделий,



всё еще остаются параметрические CAD-системы с иерархическим деревом, сохраняющим историю построений. Но у таких систем имеются свои ограничения, а работа с ними может оказаться излишне сложной. Основной недостаток параметрического моделирования заключается в том, что надо заранее знать, какие конструктивные элементы (КЭ) в дальнейшем надо будет модифицировать независимо, а какие следует связать с другими элементами. Чем сложнее модель, тем сложнее управлять взаимными зависимостями различных элементов. Изменение статуса ограничений, наложенных на КЭ, может стать такой трудной задачей, что проще будет заново создать модель “с нуля”. **Всё это делает параметрический метод моделирования сложным для освоения.** Кроме того, когда 3D-модель экспортируется в другую среду, то наложенные ограничения и связи КЭ, являющиеся проприетарными для каждого CAD-вендора, перестают работать.

Ключевой особенностью прямых CAD-модельеров является то, что при редактировании готовой 3D-модели не имеют значения те параметрические шаги, с помощью которых она создавалась – для редактирования нужна только геометрия как таковая. Поскольку прямое моделирование фокусируется только на геометрии, то любую 3D-модель, независимо от её сложности, можно разобрать на части, удобные для редактирования. Как следствие, для работы можно использовать любые поступающие к вам CAD-модели, и ничего не надо воссоздавать заново.

Кроме того, технология прямого редактирования размеров помогает быстро управлять изменениями. Размеры могут служить в качестве временных геометрических ограничений, и изменения можно делать на лету. Базовые конструктивные элементы можно редактировать, просто выбирая их и корректируя параметры. Прямое моделирование дает

пользователю возможность разобрать 3D-модель на части, сделать изменения и заново собрать – независимо от того, как эта модель была создана.

Ключевой особенностью технологии прямого моделирования является то, что при редактировании любой CAD-модели не имеют значения те параметрические шаги, с помощью которых она создавалась.

Последнее поколение систем прямого моделирования дает конструкторам возможность определять (*define*) физические компоненты и сборки гораздо быстрее, чем раньше, позволяя избежать неудобств, сложности и риска, связанных с параметрическими связями и ограничениями (*constraints*). Простота и интуитивная понятность прямого моделирования означает, что новые пользователи могут освоить его гораздо быстрее, чем параметрическое моделирование – как правило, для этого достаточно одного-двух дней. В то время как сложность параметрического моделирования обычно ограничивает пользовательскую базу теми инженерами, которые по роду своей деятельности занимаются созданием и модификацией геометрии большую часть своего рабочего времени, прямое моделирование доступно и неосновным пользователям, которые занимаются такими вопросами, как материальное снабжение, производство, контроль качества, продажи и маркетинг – они тоже могут открывать CAD-модели и вносить свой вклад, редактируя их для своих нужд.

Встроенные средства сравнения CAD-данных

Проектировщикам часто требуется сравнить разные версии конструкций, чтобы точно определить их отличия. Такая необходимость может возникнуть тогда, когда конструкторы, расчетчики или технологи предлагают изменения или новые варианты. Иногда эти изменения документируются в виде пометок прямо в CAD-файле (*redlining*). Затем CAD-файл с маркированными изменениями возвращается к хозяину конструкции (*design master*), который и вносит в нее желаемые изменения. После этого исправленный файл необходимо тщательно сравнить с тем файлом, в котором были сделаны пометки – чтобы убедиться в том, что все отмеченные изменения отражены в новом варианте конструкции. Кроме того, надо проверить, не было ли в ходе модификации случайно изменено еще что-нибудь. Этот процесс может повторяться на последующих этапах рабочего процесса – производство, анализ и контроль качества, когда требуется проверить геометрию конструкции на идеальное соответствие с мастер-файлом.

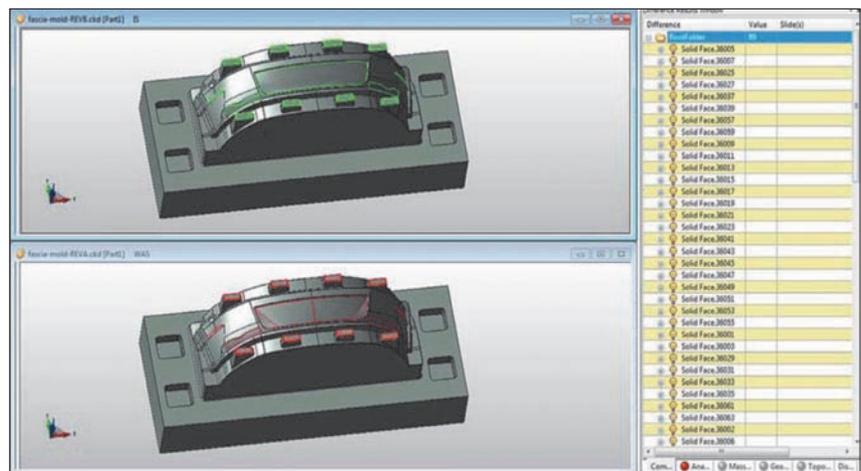
Помимо этого, изменения в конструкцию в любой момент может внести заказчик. Ревизии и изменения могут прийти в виде нового CAD-файла, в котором отличия могут быть документированы или не документированы. Задача разработчика – обеспечить, чтобы все изменения были воплощены в конечном продукте. Единственный способ гарантии того, что в производственном процессе используются корректные данные, – тщательное сравнение производственного файла с мастер-файлом заказчика.

Еще одна причина для сравнения CAD-файлов – переход компании на работу с другой CAD-системой или необходимость использовать несколько разных систем, если это вызывается требованиями заказчиков. Чтобы обеспечить геометрическую идентичность 3D-моделей, следует проверить CAD-файлы до и после процесса трансляции.

Современные системы прямого моделирования имеют встроенные средства для точного математического сравнения CAD-геометрии.

Традиционный подход к сравнению CAD-моделей предполагает размещение облаков точек на поверхности каждой модели, а затем измерение разницы между позициями соответствующих точек на обеих моделях. Проблемой этого подхода является то, что маленькие КЭ легко пропустить, а выборочное сравнение пробных точек не обязательно идентифицирует все отличия между двумя файлами. Более точный метод опирается на принципы сопоставления геометрических шаблонов для математического сравнения всей геометрии и идентификации всех отличий между файлами. Такой подход работает и с родными CAD-файлами, и с файлами стандартных для отрасли нейтральных форматов. Сравнение и 3D-геометрии, и такой базирующейся на модели конструкторской информации, как допуски и маркировка, гарантирует, что будут идентифицированы и осмыслены все изменения.

Последнее поколение систем прямого моделирования имеет встроенные средства для сравнения

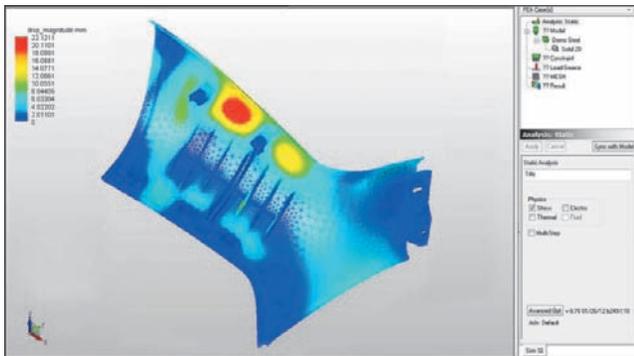


соответствия геометрических шаблонов, поэтому пользователи могут не только просматривать и редактировать, но также и сравнивать САD-файлы. Интеграция этого функционала позволяет пользователям точно документировать конструкторские изменения, сделанные в ходе подготовки производства.

Встроенные инструменты инженерного анализа позволяют улучшить конструкцию

Традиционный подход к проектированию заключается в следующем: сначала полностью и детально определить конструкцию, затем изготовить физический прототип и протестировать его, чтобы оценить характеристики. Это дорогой и трудоемкий путь, что ограничивает количество прототипов. В свою очередь, это ограничивает количество альтернативных вариантов конструкции, которое может быть рассмотрено. Некоторые компании привлекают для расчета и анализа конструкций специалистов-аналитиков – своих или сторонних (а иногда и тех, и других), но это увеличивает расходы на проектирование. Взаимодействие с аналитиками приводит к задержкам из-за необходимости переноса конструкторской геометрии в САE-среду и/или объяснения инженеру-расчетчику замысла проектировщика. Задержкам способствуют и дискуссии по оценке результатов анализа и внесению возможных улучшений в конструкцию, которые возникают между конструктором и аналитиком.

Последнее поколение систем прямого моделирования помогает преодолеть описанную выше проблему, предоставляя встроенные функциональные возможности для расчета и анализа характеристик конструкции непосредственно в среде прямого моделирования. Окно анализа обеспечивает естественный пошаговый процесс постановки задач для анализа с заданием нагрузок, ограничений и сеток для твердотельных моделей. Назначенные для проведения анализа твердотельные модели остаются доступными для редактирования средствами прямого моделирования. Когда в модели сделаны изменения, на их основе автоматически обновляются нагрузки, ограничения и сетки. Анализ методом *Strain-Enriched Finite Element Analysis (Sefea)* использует меньшее количество узлов, что ускоряет расчеты, и требует меньше системных ресурсов;



при этом получаемые результаты практически идентичны тем, что дают прежние методы. Такой подход делает возможным решение более сложных задач с меньшими затратами времени за счет упрощения моделей.

С помощью инструментов инженерного анализа, предлагаемых в знакомой и удобной среде прямого моделирования, конструкторы могут за считанные минуты самостоятельно оценить различные варианты конструкции. Интеграция средств геометрического моделирования и инженерного анализа устраняет необходимость транслировать данные для поддержки коммуникации между проектировщиками и аналитиками, равно как и необходимость тратиться на внешний анализ. Таким образом, проектировщики могут оценить намного больше альтернативных вариантов, чем раньше, что в большинстве случаев позволяет повысить эффективность конструкции еще до этапа изготовления физического прототипа. Значительное сокращение периода получения результатов анализа способствует ускорению выхода изделия на рынок.

Интегрированные САМ-средства экономят время и позволяют избежать ошибок

Конструкторы и технологи традиционно работают каждый в своей специализированной программной среде. Конструкторы используют САD-системы с деревом построения, для изучения которых надо много времени. Когда проектирование завершено, готовый файл передается технологу-программисту, которому приходится транслировать его для работы с 3D-моделью в САМ-системе. Работа в разных средах требует дополнительных затрат времени на трансляцию данных. Когда каждая дисциплина использует собственную 3D-модель, существует потенциальная возможность появления различий в этих моделях, результатом которых могут стать случайные производственные ошибки или брак.

Объединение средств прямого моделирования и функционала САМ позволяет преодолеть эти проблемы и дает конструктору и технологу-программисту возможность работать в одной и той же интуитивно понятной и простой среде. Функционал для программирования обработки на станках с ЧПУ интегрирован в среду прямого моделирования (включая механизм поддержания ассоциативной связи с САD-моделью, что позволяет автоматически пересчитывать траекторию инструмента при изменении исходной геометрии). Реализована поддержка полного спектра машинных циклов сверления, полноценных циклов 3D-контурной обработки (черновой и чистовой), возможность программировать обработку множественных карманов в рамках одной траектории. В число стратегий 3D-осевой обработки входят контурная обработка с перемещением по оси Z, зигзаг, однонаправленная и отслеживающая поверхность черновая обработка, а также множество видов чистовых траекторий:

планарные, радиальные, плато, потоковые, карандашные.

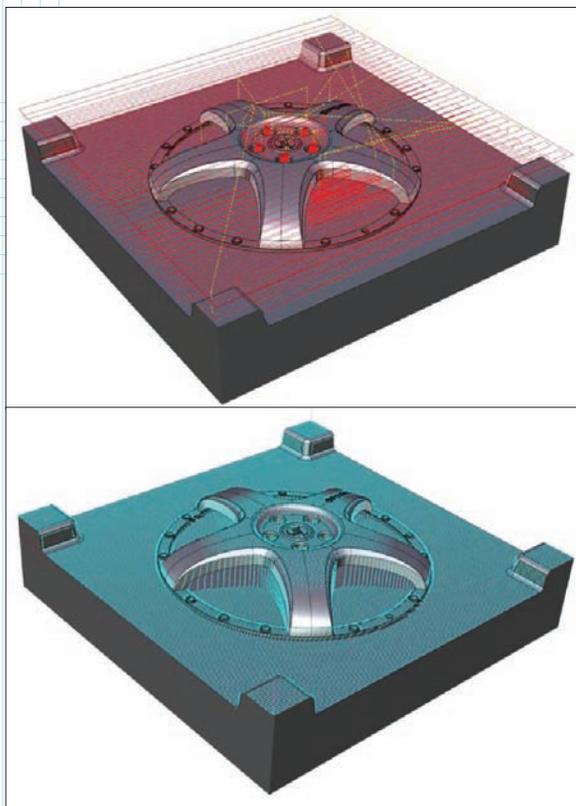
Пользователи могут симулировать обработку на экране компьютера для валидации траектории – чтобы убедиться в возможности изготовить нужную деталь и в отсутствии столкновений инструмента со станком или заготовкой. Кроме того, симуляция обработки дает возможность технологам найти способы сократить продолжительности машинного цикла.

Интеграция САМ-средств в среду прямого моделирования сберегает время технологов и проектировщиков за счет устранения этапа трансляции и уменьшает вероятности возникновения ошибок, поскольку они работают с одной и той же 3D-моделью. Работая в общей среде с конструкторами, технологи получают гораздо больше возможностей влиять на процесс проектирования и более простым способом подсказывать изменения, которые улучшают деталь в аспекте технологичности. Конечным результатом этого являются повышение эффективности процесса разработки и ускорение вывода изделия на рынок.

Преимущества систем прямого моделирования с интегрированными средствами сравнения и анализа 3D-моделей и поддержки производства

Современные системы прямого моделирования имеют существенные преимущества перед параметрическими моделлерами. В числе преимуществ – способность обеспечить эффективное редактирование конструкций независимо от происхождения САД-данных и отсутствие необходимости накладывать условия и ограничения на конструктивные элементы, которая ограничивает возможность будущих изменений.

При выборе САД-системы прямого моделирования важно рассмотреть, как она соотносится с полным процессом создания изделия. Традиционные системы прямого моделирования ограничивались только этапом конструирования, поэтому пользователю, чтобы получить все необходимые возможности, требовалось отдельно покупать программное обеспечение для сравнения САД-файлов, анализа методом конечных элементов и подготовки УП для станков с ЧПУ. Цена каждого из этих инструментов варьируется в пределах от 3000 до 20 000 долларов. Обучение пользователей, администрирование и поддержка каждой системы требует



дополнительных затрат. Кроме того, 3D-модели надо экспортировать из одной системы в другую, что занимает время и повышает вероятность появления ошибок.

Современные пакеты прямого моделирования имеют существенные преимущества по сравнению с параметрическими, включая возможность эффективного редактирования любых 3D-моделей.

Если же инвестировать средства в покупку современной системы прямого моделирования с интегрированными возможностями сравнения САД-моделей, а также средствами САЕ и САМ, то вы получите весь этот критически

важный функционал в одной среде, сможете избежать больших расходов, растянутых сроков исполнения заказов и появления ошибок при передаче данных между разными программными системами. Интегрированность обеспечивает значительную экономию за счет уменьшения расходов на покупку лицензий, на обучение, администрирование и поддержку ПО.

Сэкономленные средства и время окажут огромное положительное влияние на процесс разработки изделия, так как у конструкторов появится возможность оценить больше альтернативных решений, а также гарантии, что в процессе внесения изменений 3D-модель не разрушится. Кроме того, технологам и специалистам других дисциплин будет проще и удобнее вносить свой вклад в производственный процесс. Конечным результатом станет выпуск более качественных изделий с лучшими характеристиками, причем поставляться они будут в более короткие сроки.

Ярким представителем нового поколения систем прямого моделирования является пакет *KeyCreator 2014* компании *Kubotek Corporation*. 🍌

Хотите больше узнать про прямое моделирование? Закажите прямо сегодня демонстрационную или бесплатную пробную версию *KeyCreator Direct CAD* на сайте kubotek3d.com/keycreator!

Приобрести систему *KeyCreator Direct CAD* и другие продукты компании *KUBOTEK* можно в ГК ЦОЛЛА & COLLA, info@mastercam-russia.ru.