

Технологическая подготовка производства и реверсивный инжиниринг в CAD-системе PowerSHAPE Pro



Компания Delcam (www.delcam.com), у которой насчитывается более 45-ти тысяч заказчиков по всему миру, является одним из крупнейших в мире разработчиков САМ-систем, предназначенных для разработки управляющих программ для станков с ЧПУ. Ее флагманский программный продукт – САМ-система PowerMILL, получила широкое распространение среди специализированных производителей сложной инструментальной оснастки. Эти предприятия берут за основу компьютерную 3D-модель готового изделия и создают на ее основе технологическую оснастку (в том числе и пресс-формы), которая изготавливается на станках с ЧПУ. Для эффективной работы таким заказчикам требуется простая в использовании, но весьма функциональная САД-система (геометрический моделировщик). Чтобы полностью удовлетворить производственные потребности своих заказчиков и сделать их работу максимально производительной, Delcam также разрабатывает собственную САД-систему PowerSHAPE.

САД-система PowerSHAPE (www.powershape.com) поддерживает поверхностное, твердотельное и фасетное (триангуляционное) 3D-моделирование. Единое пространство 3D-модели PowerSHAPE может одновременно содержать в себе твердые тела и поверхности с точным математическим описанием, облака сканированных 3D-точек, а также триангули-



Рис. 1. Возможность наложения на поверхности с точным математическим описанием художественного 3D-рельефа – одна из уникальных особенностей САД-системы PowerSHAPE Pro

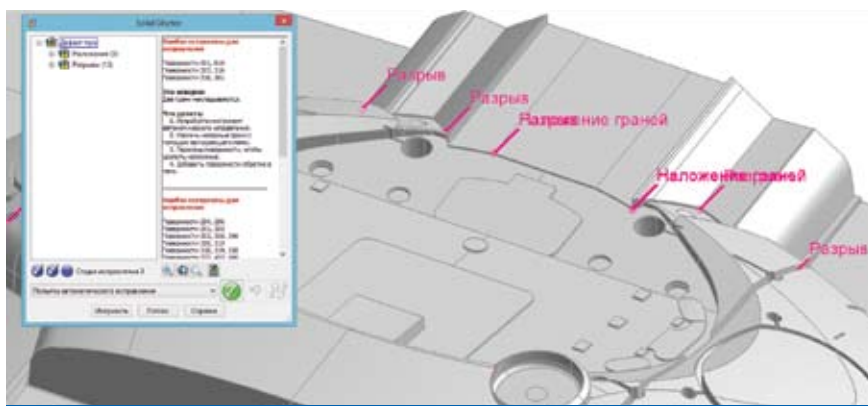


Рис. 2. Модуль Solid Doctor позволяет выявить и устранить большинство ошибок в импортированной твердотельной САД-модели

рованные поверхности, представленные в виде набора треугольников, соединенных между собой вершинами. Все перечисленные типы элементов могут взаимодействовать между собой, например твердое тело или поверхность можно «обернуть» триангулированной поверхностью с рельефным изображением (рис. 1). В то же время, к триангулированным поверхностям можно применять булевы операции, в частности можно построить линию пересечения триангулированной поверхности с плоскостью, поверхностью или твердым телом. Кроме того, PowerSHAPE Pro обладает широкими возможностями по предварительной обработке и фильтрации облака сканированных 3D-точек. Это позволяет в рамках одной САД-системы выполнять все этапы процесса реверсивного инжиниринга – от 3D-сканирования прототипа до технологической проработки твердотельной модели, пригодной для качественной обработки на станке с ЧПУ. У пользователей PowerSHAPE Pro отсутствует необходимость многократного конвертирования 3D-данных из различных программ, что значительно упрощает работу и исключает вероятность появления ошибок при импорте и экспорте информации.

Возможности САД-системы PowerSHAPE ориентированы на эффективное решение задач конструкторско-технологической подготовки производства, поэтому она часто используется в тандеме с одной из разрабатываемых компанией Delcam САМ-систем (например, PowerMILL, FeatureCAM, PartMaker и др.). Одна из основных задач PowerSHAPE – диагностика и исправление всех выявленных в импортированной САД-модели недостатков. Для автоматизированной диагностики и «лечения» импортированных твердотельных 3D-моделей служит модуль Solid Doctor (рис. 2), основанный на функционале ядра Parasolid. Если возможностей этого модуля окажется недостаточно, то пользователь PowerSHAPE может вручную отредактировать границы обрезки поверхностей, чтобы впоследствии сшить твердое тело. Аналогичный функционал по диагностике и «лечению» 3D-моделей в конкурирующих САД-системах встречается редко.

CAD-система PowerSHAPE изначально разрабатывалась с собственным уникальным геометрическим ядром, но несколько лет назад в нее была добавлена поддержка широко распространенного ядра Parasolid, что способствовало реализации функционала прямого редактирования (direct modelling), особенно востребованного при решении задач конструкторско-технологической подготовки производства. Прямое редактирование позволяет изменять форму (геометрические размеры) заданных групп элементов без использования традиционного иерархического дерева построения, а также дает возможность временно «погасить» или удалить из 3D-модели любые ненужные на данном этапе обработки элементы (пазы, отверстия, фаски и т.п.), причем в топологии CAD-модели не остается следов от их присутствия. При технологической подготовке производства данный метод (direct modelling) оказывается во много раз быстрее и удобнее, чем редактирование (удаление) отдельных элементов в дереве построения, что может сопровождаться ошибками перестроения и необходимостью изменения всей иерархической структуры CAD-модели.

Функционал прямого редактирования PowerSHAPE Pro непрерывно развивается. Например, в 2015-й версии появилась функция *Быстрое распознавание элементов (Smart Feature Manager)*, позволяющая за одну операцию выбрать в твердотельной 3D-модели все элементы заданного типа (рис. 3). При помощи этой функции пользователь может, например, выделить все отверстия, а затем одним действием задать им всем одинаковый диаметр или и вовсе удалить их из CAD-модели.

В процессе технологической подготовки производства нередко выясняется, что конструктор назначил для литой детали слишком маленькие радиусы скругления, препятствующие качественному заполнению пресс-формы расплавленным материалом. Функция *Быстрый выбор элементов (Smart Feature Selector)* позволяет выбрать из элементов требуемого типа только те, которые отвечают заданным критериям поиска (рис. 4). Например, можно за одну команду выбрать на твердотельной модели все скругления радиусом менее 2 мм, а затем увеличить их размеры до необходимого значения.

Функции *Быстрое распознавание элементов* и *Быстрый выбор элементов* будут также полезны в процессе

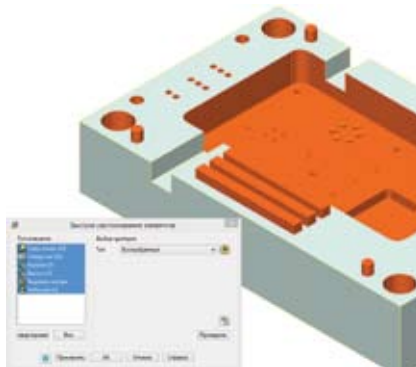


Рис. 3. Функция *Быстрое распознавание элементов (Smart Feature Manager)*, позволяет за одну операцию выбрать в твердотельной 3D-модели все элементы заданного типа

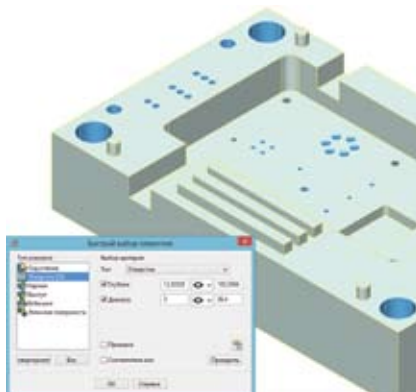


Рис. 4. Функция *Быстрый выбор элементов (Smart Feature Selector)* позволяет выбрать из элементов требуемого типа только те, которые отвечают требуемым критериям поиска

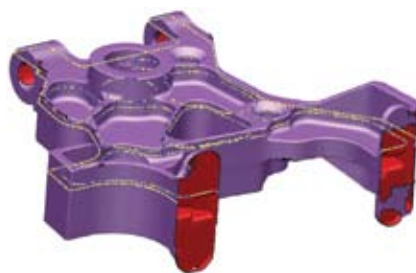


Рис. 5. Построение линий пересечения триангулированных поверхностей с плоскостями – наиболее часто встречающаяся задача в процессе реверсивного инжиниринга

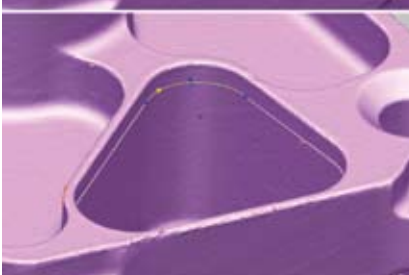
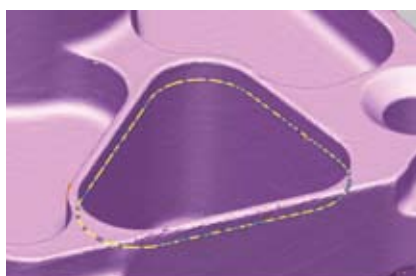


Рис. 6. В PowerSHAPE Pro 2015 реализовано автоматическое построение прямых отрезков и дуг окружностей на основе интерполяции сканированной сетки

реверсивного инжиниринга. Многие детали содержат в себе большое количество заведомо одинаковых конструктивных элементов, таких как массивы отверстий, ребра жесткости, различные защелки креплений и т.п. Новые функции для автоматизированного выбора элементов заметно повысят производительность работы пользователя.

PowerSHAPE Pro 2015 имеет широкие возможности по построению линий пересечения триангулированных поверхностей с плоскостями (рис. 5). В общем случае такая линия пересечения представляет собой ломаную кривую. В новой версии программа автоматически распознает прямые отрезки и скругления на основе заданной пользователем точности интерполяции (рис. 6). Данный метод использует триангулированную поверхность как вспомогательный ориентир и не выполняет точной привязки линий к сетке.



Рис. 7. Иллюстрация возможности выборочного наложения текстурированной 3D-поверхности на твердотельную деталь методом ортогональной проекции

Одна из самых сильных сторон CAD-системы PowerSHAPE – ее средства поверхностного 3D-моделирования, но сегодня аналогичный функционал можно встретить и в конкурирующих программах. Тем не менее благодаря комбинации поверхностного и фасетного 3D-моделирования у пользователей PowerSHAPE Pro появляется возможность конструировать относительно большие твердотельные CAD-модели с текстурированной поверхностью (рис. 7). В качестве примера можно привести пластиковые панели интерьера современных автомобилей, имеющие декоративное оформление лицевой стороны. Производители пресс-форм получают от проектировщиков автомобиля «гладкие» теоретические CAD-модели пластмассовых панелей, так как большинство CAD-систем не справляются с моделированием рельефных поверхностей. Производители пресс-форм наносят в PowerSHAPE Pro 3D-текстуру на импортированную CAD-модель, а затем станок с ЧПУ изготавливает матрицу с текстурированной поверхностью. Отметим, что рисунок и 3D-рельеф непосредственно самой текстуры можно смоделировать в программе ArtCAM (также разработка Delcam).

В процессе редактирования CAD-модели средствами прямого редактирования у пользователя часто возникает необходимость выделить ту или иную кромку для ее дальнейшего перемещения. В зависимости от формы поверхности ее кромки могут быть сильно фрагментированы, что раньше требовало от пользователя утомительного последовательного выбора всех стыкующихся участков. В новой версии CAD-системы все тангенциально расположенные кромки выбираются автоматически, что значительно упрощает выбор сложных кромок и замкнутых контуров. Функционал свободного редактирования поверхностей PowerSHAPE Pro может потребоваться, например, при удалении на 3D-модели поднутрений в локальных зонах.

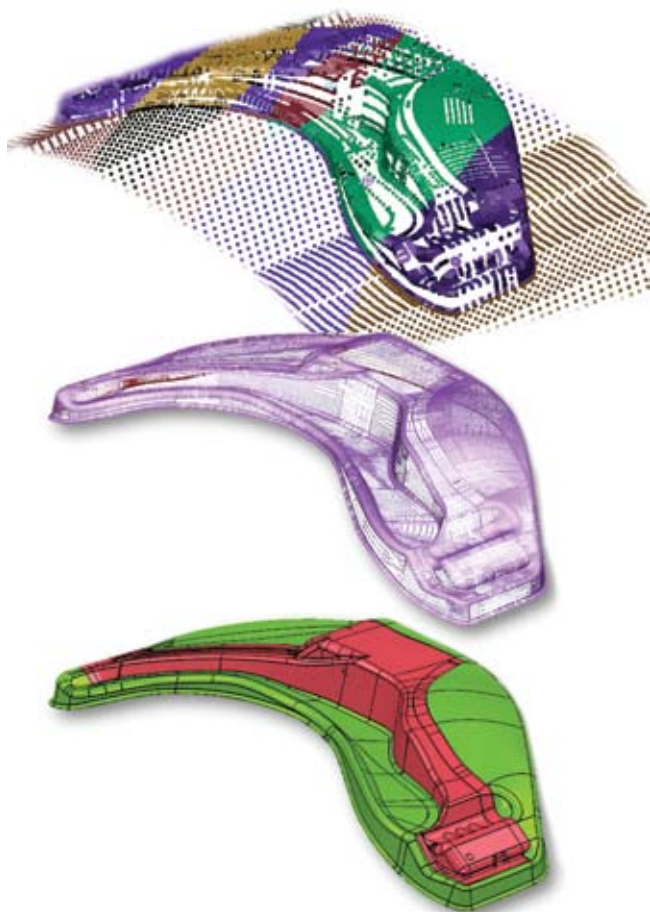


Рис. 8. Функция морфинга 3D-моделей может использоваться для деформации CAD-моделей штампов с целью компенсации пружинения штампованных деталей

Еще одна область применения PowerSHAPE Pro, – функция морфинга 3D-моделей (рис. 8), которая может использоваться для компенсации пружинения штампованных деталей и уменьшения коробления литых изделий. Для этого пользователю необходимо при помощи координатно-измерительной машины или 3D-сканера оцифровать изготовленную тестовую деталь, а затем импортировать полученный набор точек в PowerSHAPE Pro. На следующем этапе пользователь должен сравнить фактические данные замеров с теоретической CAD-моделью, после чего внести в геометрию формообразующих элементов необходимые глобальные и локальные изменения. Отметим, что первоначально функция морфинга использовалась для компенсации глобальной деформации высокоточных крупногабаритных матриц и пуансонов под действием силы тяжести с учетом особенностей их установки и закрепления. Естественно, что данный

метод не позволяет исправить грубые ошибки, допущенные еще на этапе численного моделирования процесса штамповки или литья в САЕ-системе.

В некоторых случаях фактическая форма детали может значительно отличаться от теоретической CAD-модели. Например, в процессе эксплуатации турбореактивных двигателей их лопатки постепенно вытягиваются под действием больших центробежных сил. Считается, что незначительные сколы на кромках лопаток компрессоров ТРД, возникающие вследствие попадания в двигатель посторонних предметов, экономически целесообразно восстанавливать методом плакирования. При этом возникает задача точного удаления излишков наплавленного металла и придания лопатке формы «как до повреждения». Ручные методы шлифовки и полировки крайне трудоемки и неспособны обеспечить стабильно высокое качество, поэтому компания Delcam непрерывно развивает собственную технологию адаптивной механообработки на станках с ЧПУ, суть которой заключается в установлении обратной связи между траекторией инструмента и результирующими размерами обработанной детали. На практике адаптивная механообработка реализуется при помощи устанавливаемой непосредственно на станок с ЧПУ прецизионной контактной измерительной системы (например, фирмы Renishaw) и CAD/CAM/CAI-систем разработки Delcam.

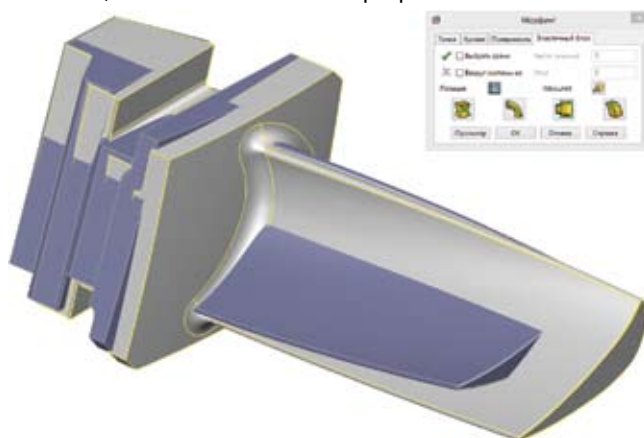


Рис. 9. Функция морфинга 3D-моделей может использоваться в технологии адаптивной механообработки, при которой фактическая форма детали сильно отличается от ее теоретической CAD-модели (для наглядности степень деформации лопатки увеличена на несколько порядков)

При помощи CAI-системы PowerINSPECT OMV измеряется фактическая форма детали, после чего данные замеров передаются в CAD-систему PowerSHAPE Pro, в которой средствами морфинга выполняется деформация теоретической CAD-модели до фактической формы (рис. 9). Затем полученная 3D-модель используется для генерации в САМ-системе PowerMILL адаптированных управляющих программ для фрезерования и шлифовки. Фрезерование может осуществляться на пятиосевых станках с ЧПУ, а шлифование и полировка – на промышленных роботах, оснащенных специальными насадками. Данная технология уже успешно используется многими ведущими предприятиями аэрокосмической отрасли.

Тел.: +7 (499) 685-00-69
 Более подробная информация
 о возможностях
 PowerSHAPE доступна на сайте
www.powershape.com/ru

