

МАКСИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ 3D-ПЕЧАТИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФАСЕТОВ

LIFECYCLE

INSIGHTS

МАЯТНИК ЦИКЛОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЧНУЛСЯ В ОБРАТНУЮ СТОРОНУ...

В течение последнего десятилетия маятник циклов проектирования резко качнулся в сторону виртуальных инструментов. В сложившихся обстоятельствах такая тенденция была оправдана. Цифровое прототипирование дает возможность быстро проанализировать форму, сочетаемость детали с другими элементами конструкции и ее функциональность. Оно обеспечивает очевидные преимущества по сравнению с созданием физических прототипов, на которое обычно тратится много времени и денег. Кроме того, виртуальная проверка характеристик изделий позволяет быстрее выполнять итерации проектирования на ранних этапах разработки. Циклы проектирования ускоряются.

Однако в последние несколько лет маятник циклов проектирования начал движение в обратную сторону благодаря новым технологическим преимуществам. 3D-печать (наложение слоев материала друг на друга для создания компонентов) стала значительно быстрее и доступнее. Это можно считать крупным прорывом. Деталь можно произвести буквально за несколько минут или часов.

3D-печать применяется во многих отраслях, но ее преимущества особенно заметны при проектировании и разработке изделий. Ее можно использовать в качестве дополнения к средствам виртуального прототипирования или как их низкотехнологичную замену. Но при этом 3D-печать сильно влияет для концептуальное, подробное проектирование, а также прототипирование и тестирование.

Многие инженерные организации внедряют 3D-печать. Однако существует ряд факторов, которые следует учитывать. Для

этой новой технологии требуются модели с геометрией сетки, которая приблизительно соответствует точной фасетной геометрии, в качестве входных данных. К сожалению, традиционные инструменты параметрического и прямого моделирования не могут работать с такой геометрией. Вместо них нужно использовать инструменты моделирования фасетов.

Большинство традиционных CAD-систем предлагают только параметрическое и прямое моделирование, вынуждая организации многократно преобразовывать модели с помощью дополнительного инструмента моделирования фасетов. Этот компромисс часто требует значительных усилий для исправления геометрии, нарушенной в процессе преобразования. К счастью, в новых CAD-программах сочетаются возможности параметрического, прямого моделирования и моделирования фасетов, что устраняет большинство вышеупомянутых проблем.

Цель данной электронной книги — подробно изучить эту и другие темы. Из нее вы сможете подчерпнуть информацию о 3D-печати и ее применении в процессе разработки. Кроме того, вы узнаете об использовании двух CAD-программ вместо одной. В совокупности эта информация поможет вам интегрировать 3D-печать в процесс разработки.

Виртуальные инструменты давали инженерным организациям значительные преимущества на протяжении многих лет. Теперь 3D-печать дополняет эти виртуальные возможности: с ее помощью можно быстро, просто и недорого создать физические прототипы.

3D-ПЕЧАТЬ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ

3D-печать сейчас у всех на слуху, и вполне заслуженно. Потенциал ее использования в разработке очень высок. Но прежде чем детально рассказать о том, как подготовить модели к печати, важно понять, как применять саму технологию. В этом разделе дается определение 3D-печати, разъясняются технические вопросы, которые необходимо учитывать при ее использовании, а также рассматривается ее применение на этапах концептуального, подробного проектирования и создания прототипов.

3D-ПЕЧАТЬ: ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

3D-печать — это аппаратная технология, в которой для создания физических компонентов используются методы аддитивного производства. Отдельные слои материала последовательно укладываются друг на друга, и в итоге получается готовая деталь. Для 3D-печати можно использовать различные материалы, включая пластмассы и металлы.

3D-печать открывает совершенно новые возможности проектирования, поскольку освобождает конструкторов от ограничений традиционных операций обработки. Это означает, что конструкторы могут, например, спроектировать полые или решетчатые детали, которые невозможно изготовить с помощью методов фрезерной или токарной обработки. Кроме того, разрабатываются новые подходы, объединяющие аддитивный и традиционный субтрактивный методы. Текущие исследования направлены на изучение различных свойств материалов, что дает инженерам возможность разрабатывать материалы, а не только изделия.

Еще одним преимуществом 3D-печати является ее скорость и доступность. 3D-принтер можно разместить в конструкторском отделе, как и обычный принтер. Кроме того, для печати детали обычно требуется не более нескольких часов, что позволяет быстро создавать прототипы.

Обратите внимание, что методы аддитивного производства доступны уже относительно давно. Однако ограничения в отношении их безопасного использования, традиционно высокая стоимость и ограниченность материалов не позволили этой технологии стать общедоступной для проектирования. Усовершенствования в последние несколько лет позволили преодолеть многие из этих проблем.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Конструкторы должны иметь возможность преобразовывать 3D-модели в выходные данные, с которыми может работать оборудование для 3D-печати. Как правило, это файл STL. Эти и другие форматы моделей, используемые для 3D-печати, представляют собой фасетные модели.

Фасетные модели имеют плоские грани, которые приблизительно соответствуют точной геометрии, создаваемой с помощью методов параметрического и прямого моделирования, которые широко используются в процессе проектирования. В результате получается геометрия сетки, которую нельзя изменять или редактировать с использованием возможностей параметрического или прямого моделирования. Вместо этого для изменения такой геометрии используют фасетное моделирование.

Преобразование точно смоделированной геометрии, созданной в процессе проектирования, в геометрию сетки, которая требуется для 3D-печати, является необходимым шагом для применения этой перспективной новой технологии. Кроме того, конструкторам иногда необходимо изменять геометрию сетки, созданную с помощью 3D-сканирования, перед производством посредством 3D-печати. Это может выполняться для перемещения, добавления или удаления отверстий, пазов и другой геометрии.

3D-ПЕЧАТЬ И КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

При концептуальном проектировании инженеры анализируют некоторое количество идей, которые потенциально могут соответствовать требованиям по форме, сочетаемости с другими деталями и функциональным требованиям. Изначально они ищут конструкции, которые в целом соответствуют этим требованиям. Затем, в зависимости от функции, которую конструкция выполняет в более крупном изделии или системе, конструктор изучает альтернативные варианты или переходит к другой конструкции.

Применение 3D-печати в концептуальном проектировании — это полезная возможность. Она дает конструкторам и другим специалистам по разработке изделий возможность физического взаимодействия с конструкциями, которые до этого были исключительно виртуальными. Конструкторы могут иметь достаточные возможности пространственной визуализации, но у других важных участников процесса концептуального проектирования они могут отсутствовать. Печать детали и возможность физически взаимодействовать с ней могут оказаться для них более эффективным методом работы, чем ее просмотр на экране.

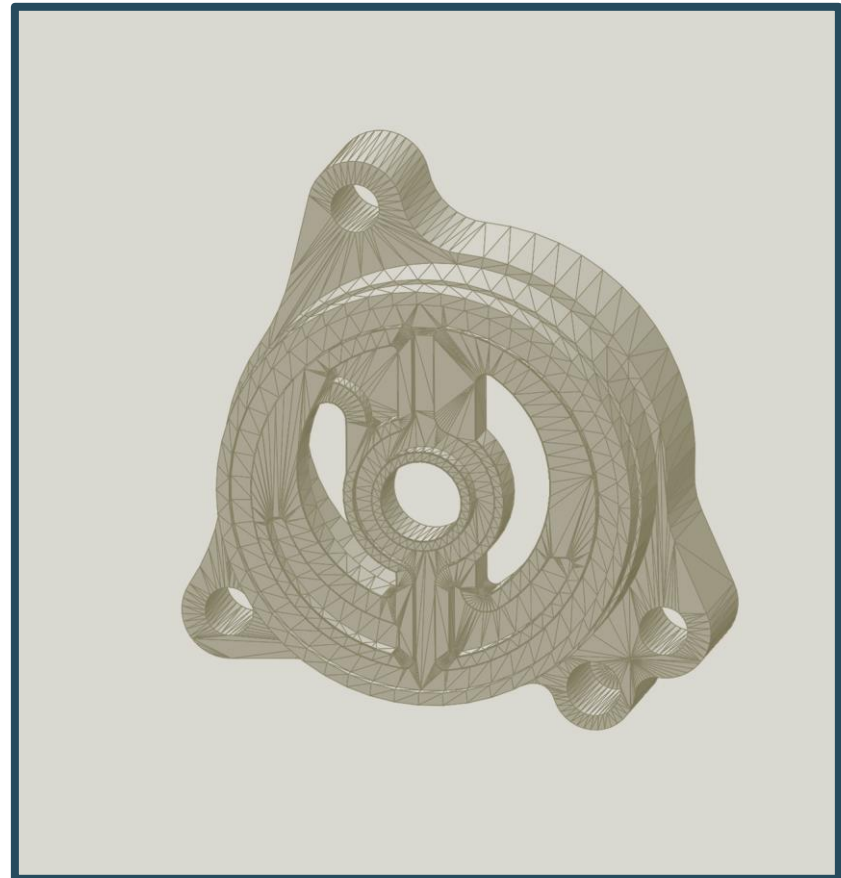
С точки зрения проектирования у этой технологии также есть ряд преимуществ. Печать нескольких перспективных концепций позволяет конструкторам сравнить их с помощью физического изучения конструкции. Печать результатов структурного численного моделирования позволяет более точно их визуализировать. Кроме того, печать уменьшенных моделей всей системы с цветовой кодировкой для облегчения интерпретации может помочь в совместной работе. Со временем их можно будет даже обновлять, добавляя новые распечатанные детали для большей точности.

Цифровые геометрические представления этих конструкций сильно различаются. Некоторые специалисты используют технику проектирования «сверху вниз», которая позволяет сохранить место для конкретных компонентов. Другие создают 2D или 3D-эскизы, разработанные на основе кривых, линий, поверхностей и другой простой геометрии. Однако на этом этапе такие представления обычно еще не являются полноценной, детализированной 3D-моделью. 3D-модели создаются на этапе подробного проектирования.

Использование моделирования фасетов в концептуальном проектировании является важным фактором для 3D-печати. После экспорта концептуальной геометрии в формат, подходящий для 3D-печати, конструкторам может

потребоваться добавить, удалить или изменить эти конструкции. В других случаях может потребоваться улучшить качество геометрии сетки. Фасетное моделирование также предоставляет такие возможности.

В целом, доступно много вариантов эффективного использования 3D-печати для производства физических прототипов для анализа и других этапов процесса разработки.



3D-ПЕЧАТЬ В ПОДРОБНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

На этом этапе разработки инженеры добавляют детали в отобранный вариант конструкции, одновременно проверяя его на соответствие требованиям по форме, сочетаемости с другими компонентами и функционалу. Чтобы улучшить характеристики, они изучают альтернативные опции для различных областей проектирования. Это особенно актуально для инженеров, которые ищут баланс между такими конфликтующими требованиями, как вес и способность выдерживать нагрузку; стоимость и собственные частоты.

Много лет назад проверка формы, сочетаемости с другими компонентами и функциональности в рамках подробного проектирования в значительной степени зависела от прототипов и макетов, разработка которых была дорогостоящей и отнимала много времени. В последнее время инженерно-технические организации широко используют виртуальные прототипы для достижения аналогичных целей при валидации. Однако с более широким распространением 3D-печати у таких организаций появилась возможность использовать как виртуальные прототипы, так и быструю и недорогую 3D-печать.

Интересно, что 3D-печать позволяет проверить многие характеристики изделия, которых нет у виртуального прототипа. В некоторых отраслях качество изделия определяется по его весу и балансу в руке. Внешний вид и ощущения от использования также сложно оценить виртуально. У некоторых изделий должна быть определенная текстура или тактильные качества, отличающие их от других. Исследования таких физических показателей очень трудно провести без 3D-печати.

В некоторых функциональных областях 3D-печать является более доступным средством валидации, чем виртуальное прототипирование. Вне всяких сомнений, виртуальное тестирование позволяет проверить изделие всеми возможными способами. Вы можете использовать симуляцию, чтобы проверить, сломается ли изделие при определенных нагрузках, подвержено ли оно

намагничиванию или перегреву. Но для проведения таких видов анализа требуется программное обеспечение для симуляции, знания этого ПО и опыт работы в соответствующей предметной области. Проверка подобных показателей на распечатанной детали требует гораздо меньше технологических знаний. Некоторым инженерным организациям выгоднее использовать 3D-печать.

Цифровым геометрическим представлением конструкции на данном этапе служит подробная 3D-модель. Такие модели часто создаются с помощью параметрического и прямого моделирования, которое дает скругленную геометрию. Ключевой возможностью подробного проектирования является преобразование таких моделей в геометрию сетки, которую можно отправить на 3D-принтер. Однако также необходимы и другие функции. Конструкторам требуется возможность модифицировать фасетные модели, чтобы добавлять, удалять или изменять геометрию, которая представляет изменения конструкции или улучшения для печати.

В целом, 3D-печать удобно применять в рамках подробного проектирования. Она служит отличным дополнением к виртуальному прототипированию и дает множество преимуществ. Использование фасетного моделирования для управления геометрией сетки предоставляет конструкторам важный набор возможностей, позволяющих использовать 3D-печать при подробном проектировании.

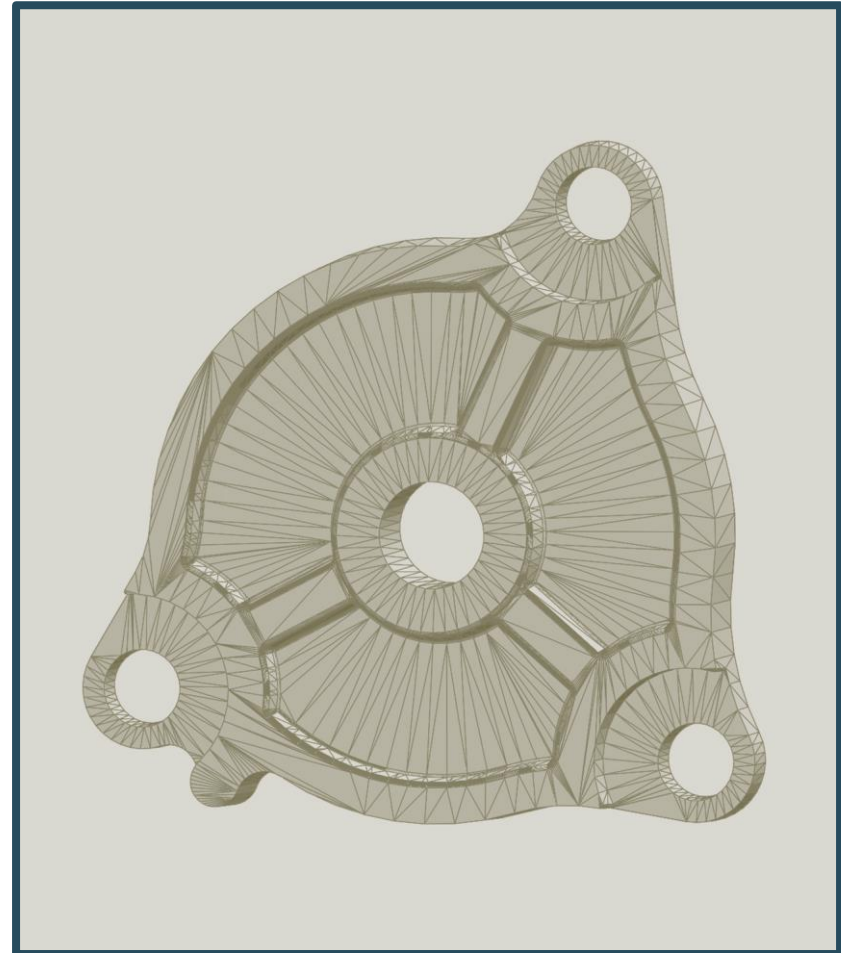
3D-ПЕЧАТЬ В ПРОТОТИПИРОВАНИИ И ТЕСТИРОВАНИИ

На этапе прототипирования и тестирования конструкция производится физически и тестируется. Цель состоит в том, чтобы убедиться, что она действительно соответствует всем установленным требованиям. Кроме того, выпущенная конструкция может вернуться на этот этап в случае ошибки. Прототипирование и тестирование могут применяться для определения основной причины сбоя перед разработкой модифицированной версии.

3D-печать можно применять при прототипировании и тестировании в разных целях. С ростом возможностей печати с помощью производственных материалов, включая пластмассы и металлы, 3D-печать может использоваться для создания компонентов, подходящих для этого этапа разработки. Фактически, 3D-печать ускоряет разработку деталей по сравнению с применением субтрактивных или других методов производства. Экспортировать готовую к печати модель проще и быстрее, чем создавать программы для ЧПУ. Это может способствовать дальнейшему ускорению разработки изделия.

Однако для создания компонента с помощью 3D-печати не всегда достаточно просто нажать кнопку. Обычно необходимо подготовить 3D-модель. Это могут быть небольшие изменения в конструкции, которые не влияют на производительность. Но это также может включать в себя добавление опорных конструкций, таких как решетки, для поддержки выступающего материала в компоненте. В этих случаях необходима возможность модификации геометрии сетки в 3D-модели для добавления, удаления и внесения изменений. И для этого вам и пригодится фасетное моделирование. Оно позволяет выполнять такие изменения вместо постоянного неэффективного переключения между средами параметрического, прямого и фасетного моделирования. На самом деле, это одно из самых важных преимуществ единой среды, которая предоставляет все три возможности моделирования. Изменения можно вносить в одной программе, а не переключаться между двумя или несколькими.

Таким образом, преимущества 3D-печати в прототипировании и тестировании очевидны. Ее можно использовать для ускорения различных этапов процесса. Моделирование фасетов также является важным инструментом, так как позволяет вносить изменения для 3D-печати.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХ РАЗНЫХ РЕШЕНИЙ

3D-печать предоставляет важные возможности в процессе концептуального, подробного проектирования, прототипирования и тестирования. Однако использование нескольких отдельных решений, как это часто бывает при 3D-печати, создает затруднения в цифровом рабочем процессе.

ДВА ВИДА ГЕОМЕТРИИ, ТРИ ВИДА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Традиционное геометрическое моделирование обычно подразделяется на два вида: параметрическое и прямое. Параметрическое моделирование используется для поэтапного создания модели с помощью параметрических возможностей управления размером. При прямом моделировании геометрия изменяется операциями вытягивания или перетаскивания. В данных методах моделирования используется «граничные представления», в которых геометрия представлена плоскими или мягко изогнутыми поверхностями.

Геометрия сетки, напротив, содержит облако точек, представляющих внешнюю поверхность конструкции. В некоторых CAD-приложениях она превращается в твердотельную геометрию путем создания плоских треугольников или трапеций и их объединения в «водонепроницаемое» твердое тело. Моделирование фасетов позволяет конструкторам регулировать качество получаемой сетки и изменять геометрию, добавляя или удаляя материал.

Как отмечалось ранее, бывают случаи, когда конструкторам необходимо управлять геометрией сетки, иногда одновременно с геометрией, созданной с помощью параметрического и прямого моделирования. На различных

этапах разработки конструкторам нужна возможность добавлять, удалять и изменять геометрию моделей, используемых для 3D-печати.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХ РАЗНЫХ РЕШЕНИЙ

В традиционных CAD-приложениях, используемых для создания 3D-моделей, параметрическое и прямое моделирование применяются вместе, в результате чего получаются граничные представления. Эти мощные инструменты моделирования можно использовать для быстрого производства компонентов, разработки концепций и подробных конструкций. К сожалению, только немногие поставщики решений предлагают моделирование фасетов вместе с традиционными методами.

Поскольку большинство CAD-систем не работают с геометрией сетки, инженеры вынуждены искать другие решения для выполнения работы. Некоторые поставщики, особенно те, которые продают аппаратное обеспечение для лазерного сканирования, предлагают отдельные решения, подобные CAD-системе, в которых есть функция моделирования фасетов. В теории инженеры могут использовать и традиционные CAD-системы, и специальные решения, подобные CAD. Но в такой схеме есть ряд минусов.

ОТСУТСТВИЕ ЕДИНОЙ СРЕДЫ

В процессе разработки у конструкторов часто возникает необходимость **поочередно** использовать параметрическое, прямое и фасетное моделирование. Например, пользователь может работать над фасетными данными, затем создать параметрический элемент, затем изменить что-то путем прямого моделирования, а затем снова перейти к моделированию фасетов. Если все три возможности не содержатся в едином решении, проектировщики и инженеры просто не смогут выполнить работу. Вместо этого они будут искать способ передачи данных проектирования между традиционным CAD-решением и специализированным приложением, подобным CAD-системе.

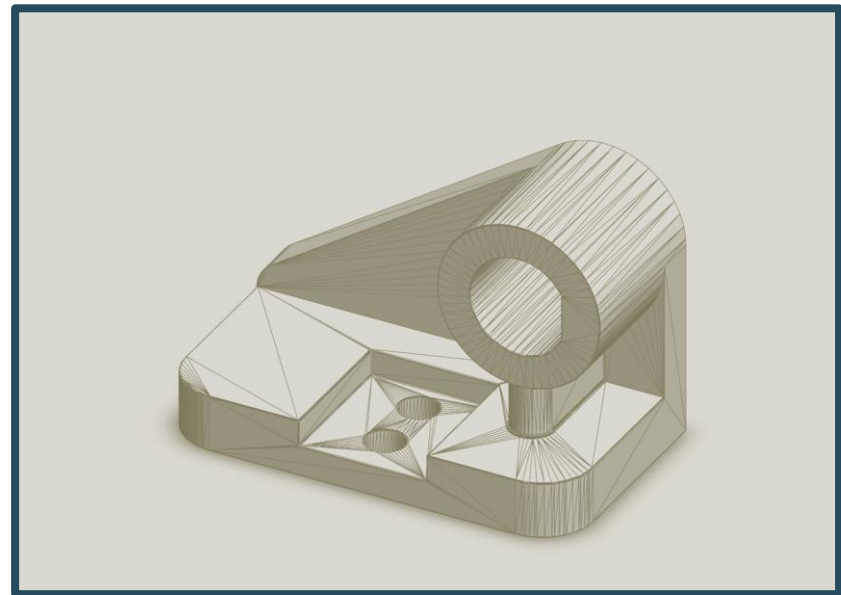
ОБМЕН ДАННЫМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Если вы знакомы с обменом геометрией между CAD-решениями, тогда вы, скорее всего, знакомы и с сопряженными с ним проблемами. Передача модели из одного программного обеспечения в другое часто приводит к неправильному расположению или исчезновению поверхностей, линий или точек. Это портит модель, потому что она теряет точность. Конструкторы вынуждены исправлять подобные проблемы каждый раз, когда геометрия передается из одного типа программного обеспечения в другой.

Перемещение геометрии между традиционными CAD-системами и специализированными решениями, подобными CAD, ничем не отличается. Оно вызывает те же проблемы. В результате конструкторы теряют много времени и, скорее всего, это затруднит разработку.

ОСНОВНЫЕ ТЕЗИСЫ

Конструкторы могут использовать для 3D-печати традиционные CAD-системы вместе со специальными приложениями, аналогичными CAD-системам, но это вызывает определенные затруднения в цифровом рабочем процессе. Такой подход не позволяет использовать параметрическое, прямое моделирование и моделирование фасетов поочередно, что ограничивает инженеров. Также инженерам требуется много времени на исправление ошибок, возникающих в результате передачи данных между двумя решениями. 3D-печать дает большие преимущества при разработке, но с его применением могут быть сопряжены трудности, если использовать два отдельных решения.



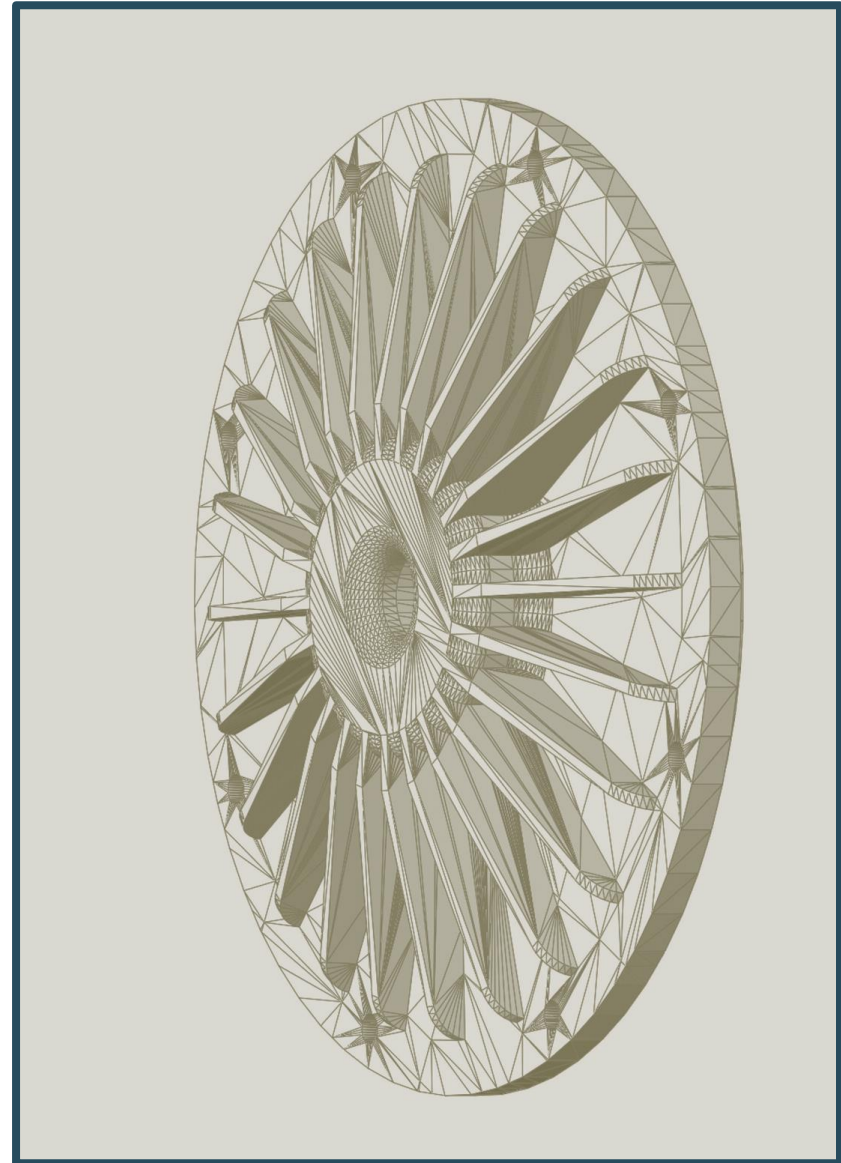
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОГО РЕШЕНИЯ

В прошлом году в некоторых CAD-системах стали предлагаться все три вида моделирования — моделирование фасетов, параметрическое и прямое. Важно учитывать осложнения, связанные с 3D-печатью.

Во многих случаях конструкцию необходимо изменить или настроить для 3D-печати. Однако среди доступных данных может оказаться модель с геометрией сетки. Как правило, эту модель необходимо преобразовать для CAD-систем. Впоследствии модель можно изменить с помощью методов прямого или параметрического моделирования, изменения конструкции или добавления опорных конструкций. Затем эту модель нужно снова экспортировать в формат, пригодный для 3D-печати. В CAD-системах, которые включают параметрическое, прямое и фасетное моделирование, доступны все инструменты, необходимые для непосредственного изменения геометрии сетки, что устраняет различные трудоемкие этапы процесса.

Очень важно, что новое поколение CAD-приложений позволяет инженерам избежать следующей задачи: *обмен данными проектирования*. Так как все возможности предлагаются в единой среде, перемещать 3D-данные, геометрию сетки или граничные представления между решениями не нужно. Вся работа можно сделать в единой среде. Конструкторам не нужно тратить время на исправление геометрии; вместо этого они могут сосредоточиться на проектировании.

В целом, добавление возможности фасетного моделирования к параметрическому и прямому моделированию является значительным преимуществом для конструкторов, стремящихся использовать 3D-печать в своих процессах разработки. Это позволяет избежать множества проблем и дает инженерам возможность сосредоточиться на проектировании.



ИТОГИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейчас лучшее время для внедрения 3D-печати. Она дает возможность быстрого создания физических прототипов. Наряду с инструментами симуляции для виртуального прототипирования она является эффективным способом проверки формы, сочетаемости с другими компонентами и функционирования в процессе разработки.

3D-ПЕЧАТЬ В РАЗРАБОТКЕ

3D-печать — это аппаратная технология, в которой для создания физических компонентов используются методы аддитивного производства. Отдельные слои материала последовательно укладываются друг на друга, и в итоге получается готовая деталь. Для 3D-печати можно использовать различные материалы, включая пластмассы и металлы.

Конструкторы должны иметь возможность преобразовывать 3D-модели в выходные данные, с которыми может работать оборудование для 3D-печати. Как правило, это файл STL. Эти и другие форматы моделей, используемые для 3D-печати, известны как фасетные модели.

В процессе разработки 3D-печать может принести значительные преимущества. В концептуальном проектировании и подробном дизайне ее можно использовать для создания физических деталей для сравнительных исследований характеристик, которые невозможно измерить в цифровом виде, таких как текстура, баланс и эстетика. В прототипировании и тестировании ее можно использовать для быстрого создания физических компонентов, тем самым ускоряя весь процесс разработки. Все эти методы применения дополняют использование виртуальных методов тестирования формы, сочетаемости с другими деталями и функционирования конструкции.

РЕШЕНИЯ

В традиционных CAD-приложениях, используемых для создания 3D-моделей и многого другого, параметрическое и прямое моделирование часто сочетаются, но моделирование фасетов нередко отсутствует. Поскольку в большей части CAD-систем работать с геометрией сетки нельзя, инженеры вынуждены использовать отдельные, специализированные решения, открывающие возможности моделирования фасетов. Конструкторы могут использовать эти две системы вместе, но не могут применять эти возможности взаимозаменяемо, из-за чего сталкиваются с проблемами преобразования данных.

В некоторых CAD-системах появились все три вида моделирования — моделирование фасетов, параметрическое и прямое. Эти системы позволяют инженерам избежать проблем, связанных с использованием двух разных приложений.

ВЫВОДЫ

3D-печать обеспечивает быстрый, простой и недорогой способ изготовления физических деталей. Тем не менее, на этой возможности могут негативно сказаться проблемы, возникающие при работе с двумя приложениями для моделирования. К счастью, CAD-системы, предлагающие параметрическое, прямое моделирование и моделирование фасетов, позволяют инженерно-техническим организациям полностью использовать потенциал 3D-печати.

© 2017 LC-Insights LLC



Чед Джексон (Chad Jackson), аналитик, исследователь и блогер в [Lifecycle Insights](#), предоставляет информацию о технологиях, поддерживающих проектирование, включая CAD, CAE, PDM и PLM. chad.jackson@lifecycleinsights.com.