

## ➤ ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН: НА ПОРОГЕ НОВОЙ ЭПОХИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Г**енеративный дизайн — принципиально новая технология проектирования. Основана она на применении программного обеспечения, способного самостоятельно, без участия конструктора, генерировать трехмерные модели, отвечающие заданным условиям. Фактически в системе "человек — машина" компьютеру передаются творческие функции, и он с ними отлично справляется.

Эта технология уже начинает применяться в качестве основного инструмента автоматизированного проектирования. Причиной тому рост вычислительных возможностей и чрезвычайно быстрое развитие 3D-печати — технологии, в полной мере способной к производству деталей и объектов, разработанных с помощью нового инструмента.

Сегодня стоимость 3D-печати и цена 3D-принтеров уже снизились до уровня,

позволяющего говорить о промышленном производстве на их основе. Что касается возможностей тандема "генеративный дизайн — аддитивные технологии", то они таковы, что ряд аналитиков именуется их применение не иначе как очередной промышленной революцией.

Взглянув хотя бы на несколько объектов, смоделированных с помощью генеративного дизайна и воплощенных посредством аддитивных технологий



Рис. 1. Пешеходный мост через канал в Амстердаме. Проект компании MX3D



Рис. 2. Кроссовки известного бренда. Распределение и форма пор рассчитаны по технологии генеративного моделирования

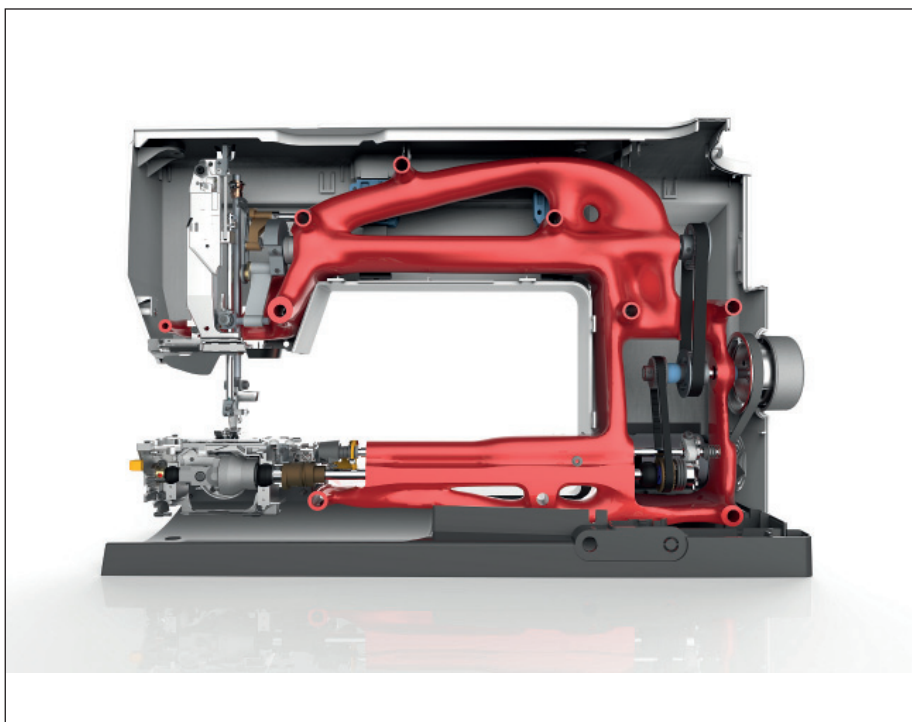


Рис. 3. Элемент конструкции швейной машины Bernina (красный цвет). Форма оптимизирована с применением генеративного дизайна

(рис. 1-3), в это совсем нетрудно поверить.

Авторы обзорных публикаций говорят о четырех направлениях генеративного дизайна:

- синтез формы;
- оптимизация поверхностей и структуры трехмерных решеток;
- оптимизация топологии (в соответствии с указанными параметрами убирается все лишнее);
- трабекулярные структуры (генеративный дизайн точно масштабирует и распределяет крошечные поры во всех твердых материалах, создает шероховатость поверхности).

Сегодняшний, пусть еще небольшой опыт доказывает, что развитие этих направлений несет с собой революционные изменения в архитектуре, машиностроении, производстве мебели, спортивной обуви и многого другого. Для практического применения в проектировании ведущие производители ПО для САПР разработали программные пакеты в виде отдельных приложений.

Специализированное ПО для генеративного дизайна отличается высокой мощностью и может применяться в различных отраслях производства. У него много плюсов, но не менее перспективны и приложения, встроенные в функционал САПР. Такие решения позволяют проектировщикам получать результаты быстро и на качественно новом уровне, но оставаясь при этом в своей системе моделирования. Свой вариант такого функционала предложила компания Siemens PLM Software.

### Генеративное моделирование в Solid Edge ST10

Для машиностроения особый интерес представляет оптимизация топологии — она приносит мгновенный эффект в виде экономии материалов и энергоресурсов, а также увеличения производительности. Именно этот вид генеративного дизайна реализован в Solid Edge ST10.

Топологическая оптимизация представляет собой поиск оптимальной формы детали при заданных условиях закрепления и нагружения. Подчеркнем, что оптимальной в данном случае считается форма, обеспечивающая наименьший вес.

В Solid Edge ST10 при запуске генеративного проектирования конструктор указывает область, в пределах которой будет формироваться деталь. Для этого задается ее приблизительная форма. На ней фиксируется расположение элементов

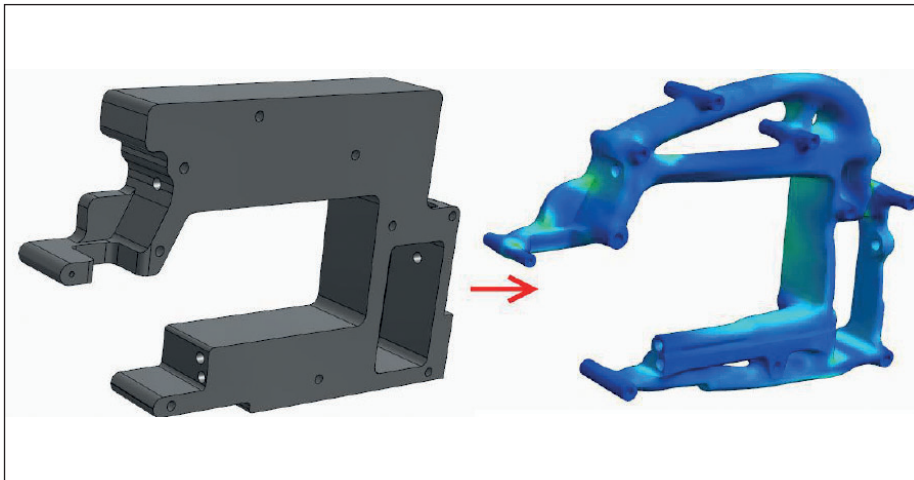


Рис. 4. Топологическая оптимизация в Solid Edge ST10. С помощью генеративного моделирования создается деталь с минимальной массой, отвечающая исходным требованиям по прочности и схеме крепления

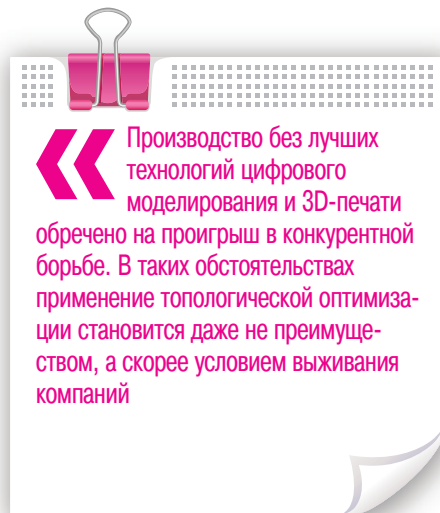
крепления; указываются области, которые не должны меняться, и нагрузка. Далее с помощью открывающегося диалогового окна конструктор задает процент снижения массы, коэффициент запаса по прочности.

В этом же окне задается еще один важный параметр генеративного моделирования — время работы программы. От него зависит точность получаемой модели, поскольку именно он ограничивает количество итераций.

Решение, полученное в результате топологической оптимизации, имеет фасетный вид. Можно сразу же отправить его на 3D-печать, но функционал Solid Edge ST10 этим не ограничивается. В десятой версии впервые применяется технология объединенного моделирования (Convergent Modeling™): BREP и фасетное представление объединяются в одной модели, что дает возможность редактировать продукт генеративного дизайна.

По завершении процесса оптимизации работа над деталью может быть продолжена. Никаких действий, связанных с "проблемным" переводом сетки в точное представление, не требуется. Конструктор может добавлять и убирать какие-то элементы, могут выполняться Булевы операции; если идет работа над сборкой, то возможно вычитание тела одной детали из другой и т.д. Сеточное представление при этом постоянно обновляется. Таким образом, Solid Edge ST10 не просто обеспечивает применение качественно новой технологии генеративного моделирования, но еще и предлагает удобную возможность модификации результата.

Компьютерная оптимизация топологии дает удивительные и совершенно необычные варианты геометрии. Она позволяет снизить вес изделий без ухудшения прочностных характеристик, оптимизировать расход материала, соответственно снижая стоимость изделия. Однако при всем этом сразу же возникает вопрос о технологичности продукта.



Действительно, даже беглого взгляда на оптимизированную модель (рис. 4) достаточно, чтобы убедиться в неприменимости здесь традиционных способов обработки металлов резанием и давлением. Единственное, на что можно рассчитывать, — это литье, технологию весьма энергоемкую и проблемную с точки зрения экологии. Есть ли смысл в такой оптимизации и в чем революционность Solid Edge ST10?

Ответ на этот вопрос однозначен и положительный. Топологическая оптимизация — несомненный шаг вперед, а Solid Edge ST10 — прорывная система автоматизированного проектирования. Чтобы отбросить последние сомнения, достаточно пройти по несложной логической цепочке:

- 1) уже в пределах ближайшего десятилетия увеличит свои возможности и станет массово доступна 3D-печать;
- 2) генеративный дизайн дает лучшие решения, но они требуют именно 3D-печати;
- 3) применение генеративного дизайна и 3D-печати качественно изменит продукцию машиностроения, строительства и других отраслей, но нужны САПР, обеспечивающие их интеграцию в обычный процесс проектирования.

Siemens PLM Software создала такую САПР для машиностроения — Solid Edge ST10. Это первая САПР, дающая возможность в полной мере использовать преимущества генеративного дизайна и аддитивных технологий.

Уже сейчас можно сделать вполне обоснованный прогноз, что производство без лучших технологий цифрового моделирования и 3D-печати обречено на проигрыш в конкурентной борьбе. В таких обстоятельствах применение топологической оптимизации становится даже не преимуществом, а скорее условием выживания компаний.

Сказанное можно дополнить еще одним аргументом в пользу топологической оптимизации. Дело в том, что она дает наилучший по заданным условиям вариант, а такой вариант всегда интересен и полезен разработчику — даже в отсутствие возможностей его реализации. Пусть идеала достичь нельзя, но можно к нему приблизиться, создавая модели под традиционные технологии. Для этого Solid Edge ST10 располагает одним из самых эффективных в мире арсеналов проектирования.

*Олег Лукманов*

*При подготовке статьи использованы материалы компании Siemens PLM Software*

*С демонстрацией технологии генеративного дизайна в Solid Edge ST10 можно ознакомиться на сайте [www.cad-expert.ru/new\\_tech](http://www.cad-expert.ru/new_tech).*