

УДК 681.5.015

Кошман В.Д.

магистрант, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Республика Беларусь, г. Минск, vika.koshman.00@mail.ru

Гиль С.В.

доцент, кандидат технических наук, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Республика Беларусь, г. Минск, sonet@bsuir.by

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Представлен анализ современного направления в компьютерном проектировании - генеративного дизайна (ГД), раскрыты его отличительные особенности, роль в решении прикладных практических задач, рассмотрены перспективы его использования. Разработан алгоритм применения ГД на примере оптимизации формы кронштейна элерона, представлена связь ГД с топологической оптимизацией и аддитивными технологиями.

Анализ тенденций развития проектирования различных научно-технических областей показал растущий интерес специалистов из многих стран к технологиям ГД. Это в первую очередь связано с бурным развитием инновационных компьютерной и производственной сферы, расширением применения облачных технологий и нейросетей, а также исследованием и созданием новых материалов и подходов к производству, например аддитивным. Новые возможности позволяют проектировать и производить изделия, обладающие конфигурацией ранее невозможной в воспроизведении, или требующей больших временных и/или материальных затрат на производство.

«Генеративный дизайн (англ. Generative Design; син. «порождающий дизайн») в широком смысле - подход к проектированию и дизайну цифрового или физического продукта (сайт, изображение, мелодия, архитектурная модель, деталь, анимация и т.д.), при котором человек делегирует часть процессов компьютерным технологиям и платформам», - раскрывает термин В.Н. Княгинин в книге «Про-

мышленный дизайн Российской Федерации: возможность преодоления дизайн барьера» [1]. В ГД инженер или дизайнер непосредственно не ищет решения, а описывает задачу и её ограничения программе, после чего система генерирует варианты решения. В отличие от традиционных инструментов дизайна и проектирования, генеративные системы полуавтономно создают и первично отбирают варианты решений, что изменяет характер взаимодействия человека с системой: программа воспринимается не как инструмент, а как полноценный участник процесса создания чего-то нового и уникального.

Некоторым специалистам может показаться, что ГД аналогичен топологической оптимизации объектов, что является правдой, но эти два направления имеют как подобия, так и отличия. Генеративный дизайн использует топологическую оптимизацию (ТО), но не каждый проект, созданный с учетом оптимизации топологии, является примером генеративного дизайна. Цель ТО - это определение оптимального распределения материала в области проектирования при заданных нагрузках с удовлетворением критериев оптимизации [2]. Топологическая оптимизация предлагает всего один вариант оптимизации модели, а генеративный дизайн предлагает множество вариантов. Кроме того, топологическая оптимизация требует наличия готовой 3D-модели, в то время как при использовании генеративного дизайна, программа создает изначальный прототип самостоятельно. Некоторые варианты новых форм и решений, полученных с помощью ГД, представлены на рис. 1:

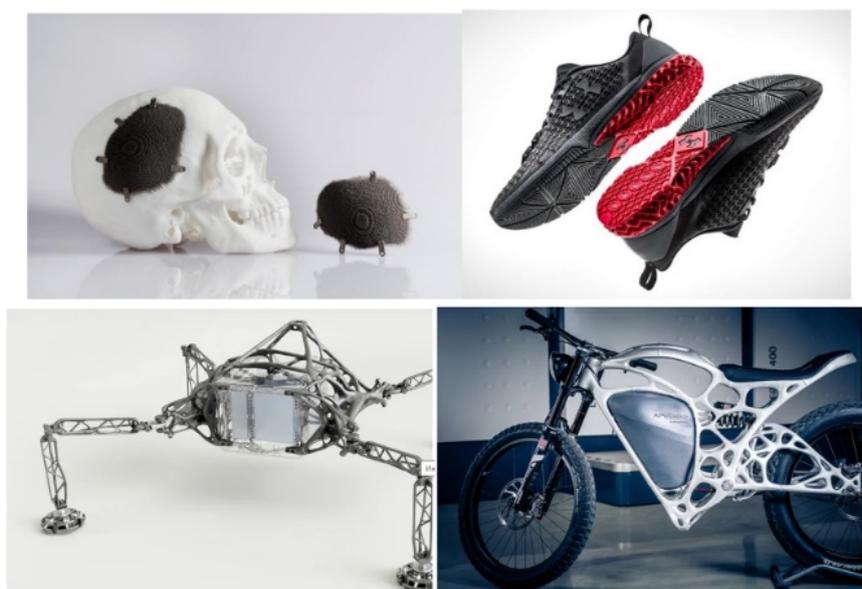


Рис. 1. Примеры реализации ГД в разных производственных сферах

При этом необходимо выделить важную проблему, которая оказывает непосредственное влияние на масштаб применения технологии ГД в различных научно-технических областях. Это недостаток подготовленных квалифицированных специалистов данного профиля на рынке труда. Генеративный подход к проектированию далеко не новый, но вот инструменты и внедрение инновационных технологий, качественно реализующие его, появились относительно недавно. Специалист в сфере ГД должен свободно владеть знаниями из нескольких смежных областей, уметь быстро и качественно осваивать новые направления, уметь структурировать и анализировать информацию, получаемую от программ. Инженеры и/или конструкторы, не имеющие опыта в представлении проблемы в виде набора параметров, могут столкнуться с нечетко определенными конструктивными ограничениями или нагрузками, что в конечном итоге приведет к неточностям модели или объекта. Данную проблему поможет решить широкое освещение современных технологий и привлечение молодых специалистов по средствам материальной и/или не материальной мотивации. В качестве вариантов подобного просвещения и развития могут выступать конкурсы лучших дизайнерских решений и проектов, курсы по освоению данной технологии, а также введение дополнительного времени на изучение ГД в учебный процесс высших технических учреждений образования. ГД дает возможность для новых идей, выбора оптимальных решений.

В качестве примера научно-исследовательской работы рассмотрим задачу применения алгоритма использования технологии ГД в решении инженерной задачи по оптимизации формообразования элементов типовых конструкций.

У ГД нет чётких алгоритмов, поэтому для структуризации и систематизации был разработан алгоритм применения ГД. Он состоит из следующих этапов:

- Определение класса объектов, для которых рекомендовано применение ГД (наиболее подходящие для использования ГД в выбранном инженерном направлении: соединительные группы, опорные и корпусные детали).

- Подбор материалов (подходят изотропные материалы, т.к. они наиболее распространены при аддитивном производстве).

- Первичная постановка задачи (определения основных входных параметров системы: приложение сил, распределение нагрузки, выбор статичных областей и т.д.).

- Расчёт (проводится САД-системой по системе «чёрного ящика», т.е. пользователь не может непосредственно вмешиваться в этот процесс).

- Промежуточные уточнения задачи (при необходимости).

-Верификация (проверка прочностных характеристик, уточнение формы и т.д.).

Если исходить из экономической целесообразности производства улучшенной детали и опыта реализации таких деталей у зарубежных исследователей, можно определить, что наиболее актуальными областями для применения ГД в инженерии будут: автомобильная, железнодорожная, авиационная, аэрокосмическая отрасли, так как для этих выделенных направлений вопрос сохранения прочности при уменьшении массы стоит особенно остро. Далее, сужая область исследования, определяются элементы типовых узлов или конструкций, для которых наиболее актуально использование оптимизации формы. Чаще всего это силовые элементы с преимущественно статическими нагрузками, такие как кронштейны, рамы, рычаги, корпуса, крепления и т.д.

В представленной работе была выбрана задача совершенствования формы кронштейна навески элерона самолёта. Элерон - подвижная концевая часть крыла, используемая для аэродинамического управления креном летательного аппарата. На рис. 2 приведена схема и фото крыла самолёта.

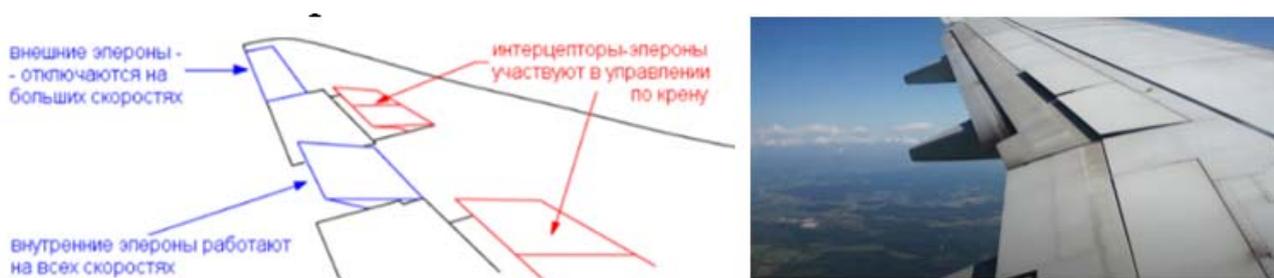


Рис. 2. Составные части крыла самолёта

Элерон подвешивается между нервюрами на нескольких кронштейнах, которые установлены на заднем лонжероне крыла. Кронштейны производятся или из сплава алюминия на основе кремния, или из титана. Оба материала являются изотропными и применяются при аддитивном производстве деталей различными компаниями, например: Sprint 3D и другими.

С помощью процессов аддитивного производства детали со сложной геометрией могут быть изготовлены с легкостью. Тем не

менее, нельзя не отметить и высокую стоимость аддитивного производства, как превалирующего для реализации такого рода изделий, относительно традиционных методов изготовления. Однако, в ряде областей этот недостаток нивелируется, например, в медицине при производстве имплантов экономится дорогостоящий материал, а его структура снижает вероятность отторжения организмом пациента. В машиностроении снижение веса автомобиля на 10% приводит к экономии топлива на 3%, а в самолётах уменьшения веса на каждый 1% приводит к снижению расхода топлива примерно на 0,75%.

После определения детали и материалом, в соответствии с предлагаемым выше алгоритмом исследования, следует первичная постановка задачи, для этого необходимы: модель исходной детали, окружающая геометрия, приложение сил (распределение нагрузки), статичные области и другое.

Несмотря на то, что для ГД необязательно наличие готовой модели изделия, конкретную форму с нюансами работы сразу могут себе представить только опытные инженеры, поэтому для упрощения восприятия было проведено первичное моделирование изделия. Чертёж кронштейна навески элеронов со схемой приложения сил представлен на рис. 3.

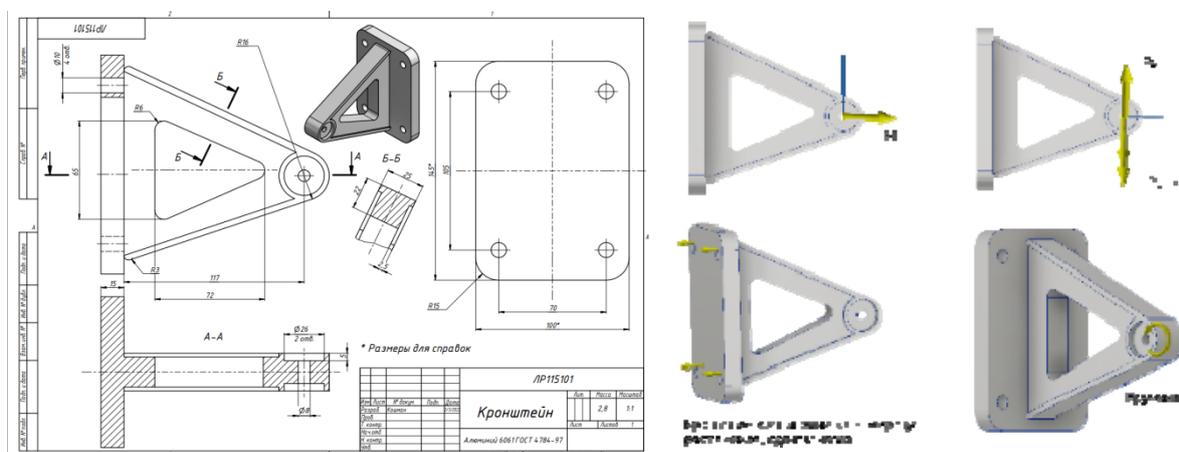


Рис. 3. Чертёж и схема распределения сил кронштейна навески элеронов

На рис. 4 приведена схема моделирования и вариант оптимизированной формы кронштейна после применения ГД в CAD-системе Autodesk Inventor. Форма кронштейна частично скорректирована вручную, для более плавных форм элементов, тем самым мы реализовали последний этап алгоритма ГД - верификацию.

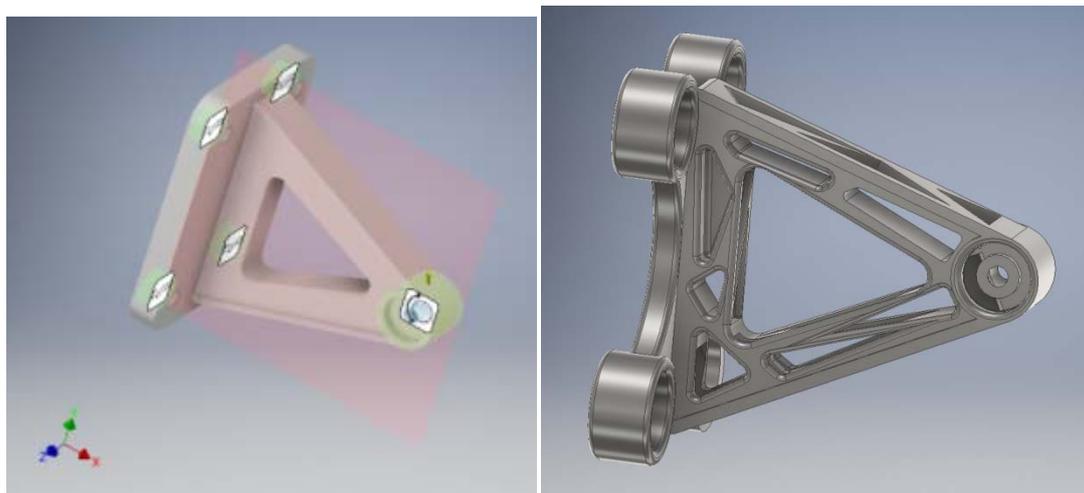


Рис. 4. Схема оптимизированного кронштейна навески элеронов

Таким образом оптимизирована форма детали на основе ГД, имеет вес на 35% меньше оригинала, без потери прочностных характеристик. Снижая временной интервал между идеей и воплощением, технология ГД ускоряют появление новых форм, функций и эстетики. Согласно прогнозу исследовательской компании Market Data Forecast [3], мировой рынок ГД к 2025 году увеличится до \$315 млн, это значит, что ежегодный рост составит около 20%, что соответственно может дать хороший прогноз занятости для квалифицированных специалистов данного направления. В совокупности с новыми технологиями и квалифицированными кадрами, генеративное творчество полностью перевернёт такие понятия, как производство, потребление, труд и инновации.

Список литературы

1. Промышленный дизайн Российской Федерации: возможность преодоления «дизайн-барьера»: учеб. пособие / под ред. М. С. Липецкой, С. А. Шмелевой; —СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 80 с.
2. Сысоева В. В., Чедрик В. В. Алгоритмы оптимизации топологии силовых конструкций // Учёные записки ЦАГИ. 2011. Т. 42, №2. С. 91-102
3. Generative Design Market Research Report – USA, 2022. – URL: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/generative-design-market>. – (дата обращения: 02.03.2022).

Материал отправлен 12.04.2022 года.