

Д. А. Кириллов,  
студент

А. В. Ильин,

доц., канд. техн. наук

А. А. Сутормина,

ведущий инженер

Уральский федеральный университет,

Екатеринбург

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ. ИНТЕГРИРОВАНИЕ РЕШЕТЧАТЫХ СТРУКТУР В ДЕТАЛИ И АГРЕГАТЫ АВТОМОБИЛЕЙ

3D-печать позволяет пользователям легко создавать сложные формы. Изменяя внутреннюю геометрию напечатанных деталей, они могут достичь довольно впечатляющих механических свойств. Одним из лучших способов достижения хороших соотношений прочности и веса, желаемого поглощения удара и звука и больших площадей поверхности является печать объектов с решетчатой структурой.

*Ключевые слова:* аддитивные технологии, автомобилестроение, решетчатые структуры, топологическая оптимизация, вибрационная защита.

## ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY. INTEGRATION OF LATTICE STRUCTURES INTO VEHICLE PARTS AND ASSEMBLIES

3D printing allows users to easily create complex shapes. By changing the internal geometry of printed parts, they can achieve quite impressive mechanical properties. One of the best ways to achieve good strength-to-weight ratios, desired shock-to-sound absorption, and large surface areas is to print objects with a lattice structure.

*Keywords:* Additive technologies, automotive, lattice structures, topological optimization, vibration protection.

3D-печать позволяет пользователям легко создавать сложные формы. Изменяя внутреннюю геометрию напечатанных деталей, они могут достичь довольно впечатляющих механических свойств. Одним из лучших способов достижения хороших соотношений прочности и веса, желаемого поглощения удара и звука на площадях поверхности является печать объектов с решетчатой структурой.

3D-печать дала решеткам новые уровни доступности. **Решетчатые структуры с 3D-печатью** гораздо проще изготовить из-за объема контроля над внутренней геометрией, предлагаемой технологией. Это не только аппаратное обеспечение. Например, программное обеспечение для оптимизации топологии облегчает точное планирование структур.

Кроме того, послойный стиль осаждения позволяет лучше контролировать полые секции, которые имеют решающее значение для создания крошечных узлов, балок и распорок во внутренней геометрии объектов. Другими словами, методы изготовления, такие как обработка на станках с ЧПУ, не позволяют управлять такими деталями.

Основными преимуществами решетчатой структуры являются простота устройства и высокий предел прочности, которые могут быть достигнуты. Она также имеет большие эстетические преимущества с ее открытыми пространствами, сложными узлами и гораздо большими возможностями дизайна. Тем не менее есть и структурные преимущества, которые выходят за рамки просто веса или внешнего вида.

Еще одним преимуществом, которое она имеет, является использование большей части пространства с низким потреблением материала. Решетки могут расширить конструкцию, чтобы улучшить ее общую площадь поверхности без больших затрат с точки зрения материалов, поскольку они простираются через узлы с большим количеством открытого пространства между ними.

Регулируя толщину и положение узлов, балок или распорок, разработчики могут интегрировать некоторые новые функции, связанные с тем, как компонент взаимодействует с силами и звуком. Использование решеток дает разработчикам гораздо больший контроль над амортизацией, контролем

удара и гашением вибрации (шума). Аналогично дизайнеры могут уменьшить ударное напряжение или использовать элементы, которые действуют как жертвенные признаки, защищающие критические компоненты объекта.

#### **Особенности дизайна**

Существует много параметров, которые определяют, насколько хорошо работает решетчатая структура и какими характеристиками она обладает. Рассмотрим основные.

#### **Клеточная структура**

Существует огромное количество клеточных структур, которые представляют собой отдельные строительные блоки в решетке. Каждая ячейка представляет собой повторяемую форму и может иметь различные формы и размеры. Обычно клеточные структуры имеют стандартные формы, такие как кубы, звезды, шестиугольники, алмазы и так далее. Однако многие дизайнеры могут смешивать и сочетать эти формы для создания определенных характеристик материала для системы. Не все структуры одинаковы, поэтому важно выбрать, какие фигуры повторяются и в каком порядке.

#### **Материал**

Материал также влияет на размер и плотность, поскольку он имеет свою жесткость, вес и свойства, которые следует учитывать. Мягкие материалы обычно требуют меньшей и более плотной популя-

с более тонкими элементами и ячейками большего размера.

#### **Ориентация решетки**

Угол, под которым печатаются ячейки, может изменить свойства структуры решетки, поскольку это влияет на количество и размещение необходимых опор.

#### **Выводы и дальнейшие перспективы исследования**

Различные производственные отрасли используют возможности 3D-принтеров для осветления металлических конструкций. Это особенно полезно для автомобильной, аэрокосмической и авиационной промышленности, где транспортные средства должны быть максимально легкими, чтобы поддерживать скорость и эффективность использования топлива. Иногда это позволяет компаниям снизить вес компонентов до 70 %.

Ноттингемский университет сосредоточился на 3D-печати сложных металлических решетчатых конструкций. При этом они снизили вес автомобильных компонентов, уменьшив их плотность. Эти новые конструктивные элементы позволяют автомобилю весить меньше в целом, и, следовательно, он станет более экономичным.

Аналогичным образом NanyangVenture 8 представлял собой электромобиль, созданный студентами и сотрудниками Технологического университета Наньянга (рис. 1).

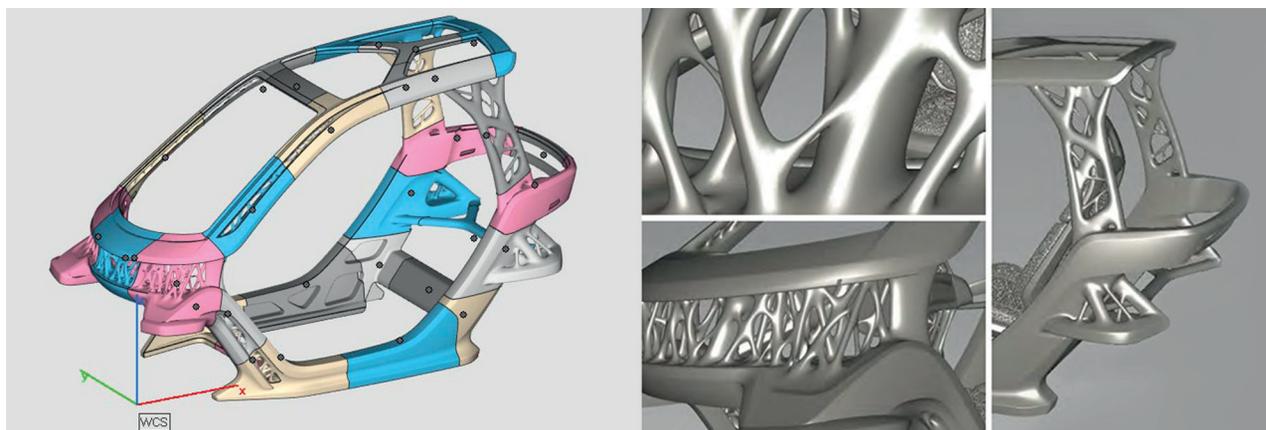


Рис. 1. Кузов автомобиля из сотовой структуры, напечатанный на 3D-принтере

ции клеток для уменьшения провисания во время печати. Более мягкие, менее жесткие материалы также обычно требуют более толстых элементов и узлов. В качестве альтернативы, решетки, напечатанные из более жесткого материала, обычно обеспечивают больший диапазон конструкции

Автомобиль имеет более 150 деталей, напечатанных на 3D-принтере, включая приборную панель, различные решетки, дверные защелки, но самое главное, что внешняя оболочка и кузов состоят из сотовой структуры, которая повышает ее прочность.