

УДК 72.021.009

кандидат искусствоведения, ассистент **Вергунова Н.С.**
кафедра «Дизайн архитектурной среды»

Харьковского национального университета строительства и архитектуры
ORCID:0000-0002-8470-7956

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА. 3D-ПЕЧАТЬ

Аннотация. В статье представлены некоторые материалы и технологии, способствующие симбиотической трансформации архитектуры и дизайна, происходящей на основе инновационных процессов. Обозначены инновационные установки для формирования парадигмы аддитивного производства в будущем, представлены практические примеры применения технологий аддитивного производства, в частности 3D-печати, в формировании архитектурных сооружений и отдельных объектов архитектурной среды.

Ключевые слова: 3D-печать, аддитивное производство, поддерживающая технология, топологическая оптимизация, оптимизация формы, теория оптимального управления.

Постановка проблемы. В большинстве информационных источников рассматриваются семантические преобразования архитектуры и дизайна в целом, но не раскрывается их комплексное сближение и интеграция. В общетеоретическом осмыслении проблематики использованы работы следующих исследователей: Ф.К. Фролова, В.Н. Бабича, А.Г. Кремлева, К. Шу, П. Шмитта и других авторов.

Цель исследования заключается в выявлении некоторых материалов и технологий, способствующих симбиотической трансформации архитектуры и дизайна, происходящей на основе инновационных процессов, их последующему анализу для дальнейшего уточнения интеграции методов архитектурного и дизайнерского проектирования, которые наметились в искусстве постмодернизма второй половины XX века и, вероятнее всего, получат дальнейшее развитие в XXI столетии.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- рассмотреть некоторые материалы и технологии, способствующие симбиотической трансформации архитектуры и дизайна;
- выявить инновационные преобразования обозначенных материалов и технологий в контексте архитектуры и дизайна.

Изложение основного материала. В приложении к архитектуре и дизайну инновационным процессом разнонаправленного характера, является технология 3D-печати, свойственная многим сферам человеческой деятельности, в том числе медицине, пищевой промышленности, тяжелому машиностроению и другим. Литературные источники, раскрывающие общие положения технологии 3D-печати в контексте аддитивного производства, указывают на первостепенность разработки новых расходных материалов и новых устройств послойного синтеза, адаптированных под нужды современного общества. Вместе с тем, более перспективным путем развития аддитивных технологий выступает возможность изменения свойств «рабочего» вещества как такового, направленная на оптимизацию не только конфигурации объекта, но и внутренней структуры материала, из которого этот объект выполнен.

С позиций промышленного сегмента, в отличие от потребительского видения аддитивности, 3D-печать предстает, прежде всего, как опорная или поддерживающая технология (Enabling technology) [4], направленная на кардинальные изменения в подходах к проектированию, производству и сертификации объектов, в том числе путем изготовления функциональных деталей нового типа для машиностроения как отрасли обрабатывающей промышленности по созданию машин, оборудования и других средств производства.

По мнению некоторых исследователей, инновационные преобразования 3D-печати будут способствовать внедрению новых методов проектирования, в частности, топологической оптимизации (Topology optimization, TO) и универсализации 3D-принтера как инструмента производства конструкций произвольно сложной формы [4; 6]. Более того, преобразования затронут и другие области применения 3D-печати в качестве вспомогательной технологии для традиционных методов производства, а именно прототипирование (англ. prototyping, др.-греч. πρῶτος – «первый» и τύπος – «отпечаток», «оттиск»; «первообраз»), изготовление макетов и мастер-моделей, оснастки и прочих вспомогательных технологических приспособлений.

Подробное объяснение топологической оптимизации представлено в публикации Ф.К. Антонова «Порошок, уходи» [4]. Так форма любой конструкционной детали и материал ее изготовления определяются функциональным назначением изделия с соответствующими алгоритмами работы, взаимным расположением детали относительно других частей конструкции изделия с учетом действующих внешних нагрузок: массовых и поверхностных сил, температуры, давления и других физических величин окружающей среды.

Эти и другие факторы определяют «совокупность напряжений и деформаций, возникающих при действии на материальное тело внешних

нагрузок» [1], иными словами «поле внутренних усилий в детали – напряженно-деформированное состояние» [4]. Возможности сопротивления материала этим внутренним усилиям определяет способности детали выдерживать те или иные внешние нагрузки, при этом распределение внутренних усилий зависит не только от внешних нагрузок, но и от ее формы и материала изготовления. Оптимизация как таковая состоит в достижении максимальной эффективности того или иного процесса, в данном случае в продолжительной работе детали/изделия по прямому назначению с длительным сохранением целостности материала и конструкционного решения, следовательно, необходимым обеспечением оптимальных значений внутренних усилий и их распределений, возникающих во всех режимах работы изделия.

Топологическая оптимизация наряду с оптимизацией формы (Shape optimization) является частью области теории оптимального управления (Optimal control theory), направленной на формирование закона управления для достижения заданной системой критериев оптимальности (Optimality criterion), по значению которых оценивается максимальное удовлетворение поставленным требованиям [2; 9; 10]. Оптимизация формы, в отличие от топологической оптимизации, направленная на поиск оптимальной формы, удовлетворяющей заданным функциональным требованиям и ограничениям, более локальна и лимитирована фиксированными топологическими свойствами объекта. Таким образом, топологическая оптимизация способствует более кардинальной реорганизации изделия, охватывая не только его внешнюю форму, но и внутреннюю структуру.

В некоторых странах 3D-печать является стратегическим направлением развития архитектурной и дизайнерской деятельности. В частности в ОАЭ эта стратегия предусматривает 3D-печать четверти всех зданий и сооружений в стране к 2030 году. В мае 2016 года в Дубай состоялось открытие офиса «Dubai Future Foundation», внешние модули и элементы внутренней отделки которого были напечатаны на 3D-принтере. Также были проведены все необходимые инженерные коммуникации. Одноэтажное офисное здание, площадью 250 квадратных метров, напечатано из «смеси цемента, армированного пластика и армированного стекловолокном гипса» [5]. Процесс печати, сборки и установки элементов архитектурного сооружения занял 17 дней. По подсчетам руководителей проекта применение 3D-печати в качестве основной технологии создания тех или иных элементов объекта позволило вдвое сэкономить затраты на строительство офисного сооружения.

Особую актуальность этот и другие процессы приобретают в контексте общемировых тенденций смещения ориентиров аддитивного производства с полимеров на металлы. Несмотря на то, что формирование и развитие технологий 3D-печати в 1980-х годах основывалось на применении полимеров,

которые, согласно исследованию британской аудиторско-консалтинговой компании «Ernst & Young», проведенном в 2016 году [6], занимают более половины рынка в промышленном сегменте 3D-печати, область их применения принципиально ограничена.

Конструкционные недостатки полимеров могут быть восполнены металлами, тем более, что разработки по 3D-печати в этом направлении ведутся еще с 1990-х годов. Среди различных технологий 3D-печати изделий из металлических материалов следует отметить лазерное спекание, лазерную наплавку, электронно-лучевую наплавку и их производные. «В качестве исходного сырья используются, как правило, металлические порошки с фиксированным размером гранул, высокими требованиями к качеству и минимальными допусками» [4].

Отдельные исследователи и крупные компании сходятся во мнении, что «в любой экспертной дискуссии относительно проблем и перспектив промышленной печати сегодня всерьез обсуждают только металлы: области применения, проблемы стоимости и качества сырья и оборудования, экономику процессов, вопросы сертификации и испытаний», на сегодняшний день специалисты «...не видят альтернативы металлам в аддитивном производстве» [4; 7; 8]. Повсеместные исследования и поиск решения проблем с качеством спекания, плотностью (пористостью) получаемых из металла изделий предполагают дальнейшую адаптацию и внедрению технологий послойного синтеза, в том числе посредством совершенствования элементов проектного процесса разрабатываемого объекта, одним из которых является метод топологической оптимизации.

В качестве примера комплексного объекта дизайнерской и архитектурной деятельности, выполненного посредством 3D-печати, можно привести проектное решение прототипа металлического моста от нидерландской компании MX3D, представленного осенью 2015 года. Особенностью этой компании является использование в процессе 3D-печати автоматических манипуляторов с инструментами для экструдирования и сваривания металла, вместо традиционных «коробок для печати», ограничивающих габаритные размеры объекта. Таким образом, появляется возможность свободной пространственной манипуляции в процессе создания формы, построения ее морфологической структуры в тех или иных размерах [3].

Выводы. Положения, изложенные в статье, свидетельствуют о том, что новые сущности технологии 3D-печати регулярно появляются и постоянно совершенствуются, постепенно трансформируясь в доступный универсальный инструмент. Приведенные в статье примеры практического применения этой технологии убеждают в появлении новых подходов в проектной деятельности архитекторов и дизайнеров. Кроме того, эти технологии позволяют кардинально

изменить процесс строительства архитектурного сооружения или производства дизайнерского продукта, значительно сокращая время вывода этих объектов на потребительский рынок.

Проектирование на основе топологической оптимизации формы и внутренней структуры объекта; адаптивные конструкции со встроенными функциональными компонентами; реорганизация производственного процесса на основе более гибких и эффективных подходов, все это может быть рассмотрено как инновационные установки для формирования парадигмы аддитивного производства в будущем. В свою очередь, подобные изменения затрагивают проектные и производственные процессы, характерные разным областям человеческой деятельности, в том числе архитектуре и дизайну.

Литература.

1. Напряжённо-деформированное состояние [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. — Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Напряжённо-деформированное_состояние.htm
2. Самойленко В.И. Техническая кибернетика [Текст] : учеб. пособие / В.И. Самойленко, В.А. Пузырев., И.В. Грубрин — М. : МАИ, 1994. — 280 с.
3. Печать домов на 3D принтере [Электронный ресурс] // Информационный портал «Make 3D». — Режим доступа : <http://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>
4. Порошок, уходи [Электронный ресурс] // Информационный портал «3Dpulse». — Режим доступа : <http://www.3dpulse.ru/authors/antonov-fedor-konstantinovich/poroshok-uhodi/>
5. Dubai 3d printing strategy [Электронный ресурс] // Официальный сайт организации «Dubai future foundation». — Режим доступа : <http://www.dubaifuture.gov.ae/our-initiatives/dubai-3d-printing-strategy/>
6. How will 3D printing make your company the strongest link in the value chain? [Электронный ресурс] // EY's Global 3D printing Report 2016. — Режим доступа : <http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-global-3d-printing-report-2016-full-report/%24FILE/ey-global-3d-printing-report-2016-full-report.pdf>
7. Metal 3D printing at scale [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Desktop Metal». — Режим доступа : <https://www.desktopmetal.com/products/production/>
8. Metal Additive Manufacturing Market Continues Rapid Expansion [Электронный ресурс] // Информационный портал «3D printing». — Режим доступа : <https://3dprinting.com/metal/metal-additive-manufacturing-market-continues-rapid-expansion/>
9. Optimal control [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. — Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Optimal_control.htm

10. Optimality criterion [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. — Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Optimality_criterion.htm

МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО СПРИЯЮТЬ СИМБІОТИЧНІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ТА ДИЗАЙНУ. 3D-ДРУК.

Вергунова Н.С.

У статті представлені деякі матеріали і технології, що сприяють симбіотичній трансформації архітектури та дизайну, що відбувається на основі інноваційних процесів. Позначені інноваційні установки для формування парадигми адитивного виробництва в майбутньому, представлені практичні приклади використання технологій 3D-друку у формуванні архітектурних споруд та окремих об'єктів архітектурного середовища.

Ключові слова: 3D-друк, адитивне виробництво, підтримуюча технологія, топологічна оптимізація, оптимізація форми, теорія оптимального керування.

MATERIALS AND TECHNOLOGIES CONTRIBUTING TO SYMBIOTIC TRANSFORMATION OF ARCHITECTURE AND DESIGN. CONCRETE.

Vergunova N.

The article covers the question of some materials and technologies that contribute to the symbiotic transformation of architecture and design, based on the innovative processes. Guidelines in the formation of future paradigm of additive manufacturing are emphasized. Practical examples of use 3D printing technologies in creation of architectural buildings and individual objects of architectural environment are also presented.

Keywords: 3D printing, additive manufacturing, enabling technology, topology optimization, shape optimization, optimal control theory.