

## ОСОБЕННОСТИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

© 2021 Д. Н. Козлова, А. П. Преображенский, Н. М. Токарева, В. В. Шунулина

*Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

*ООО «3Д-комплекс» (Воронеж, Россия)*

*В статье рассматриваются некоторые характеристики аддитивных технологий и быстрого прототипирования. проблемы создания строительных конструкций, удовлетворяющих требованиям прочности и устойчивости.*

*Ключевые слова: прочность, строительная конструкция, устойчивость.*

Задачи, связанные с быстрым прототипированием, направлены на получение прототипов изделий за максимально короткие сроки.

В ходе осуществления анализа аддитивных технологий используют понятие «прототип».

Когда выполняются научно-исследовательские работы, требуется быстрым образом получать прообразы изделий. Проведение отработок геометрий деталей является весьма важным для данного этапа. Осуществляются оценки по эргономическим качествам.

По особенностям собираемости и правильности в компоновочных решениях ведется проверка.<sup>1</sup>

В этой связи поддержка «быстрого» изготовления деталей в рамках «обходных технологий» дает возможности заметным образом сократить сроки разработок требуемых объектов.

Что анализируют в качестве прототипа? Рассматривают соответствующие модели. В ряде случаев они бывают масштабными, которые требуются для того, чтобы вести некоторые испытания.

Кроме того, поддерживается предварительная проверка функциональности элементов систем.

Формируют многие из прототипов в виде поисковых дизайнерских моделей, которые имеют некоторые особенности в кон-

фигурациях, цветовых гаммах раскрасок и др.

Каким образом можно создавать новую продукцию? Происходит движение от точки, где есть замысел до места SOP (Start of Production). Это движение базируется на итерациях. Мы исходим из того, что будут создаваться прототипы или опытные образцы для нескольких серий. Это определяется тем, какая, с точки зрения разработки образцов, будет сложность. Изготовление предсерийных образцов изделий ведется на завершающих этапах. Требуется дорогая оснастка, но ее не обязательно применять на первых этапах [1, 2].

Конфигурации объектов в ходе процессов испытаний и доводок могут характеризоваться заметными изменениями. То есть оснастки могут отличаться по прототипам и условиям серийных производств.

Аддитивные технологии характеризуют возможности достижения функциональных прототипов без того, чтобы прибегать к дорогостоящим технологическим оснасткам [3, 4]. То есть, использование способов быстрого прототипирования дает возможности не изготавливать деревянные или металлические модели и формы. Для производств изготовление полноценной литейной оснастки осуществляется тогда, когда уже испытания завершены, скорректирована конструкторская документация, а также осуществлена необходимая технологическая подготовка.

Аддитивные технологии, с точки зрения технологий, направленных на «быстрое прототипирование», используют большей частью для начальных стадий в проектах. Тогда проводится воспроизведение геометрических образов объектов.

Для подобных стадий, в основном, прибегают фактурой поверхностей, а также

Козлова Дарья Николаевна – Воронежский институт высоких технологий, студент, kozl99daryanik@yandex.ru.

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, app@vvt.ru.

Токарева Наталия Михайловна – ООО «3Д-комплекс», генеральный директор, tokkarrewwa\_\_561@mail.ru.

Шунулина Виктория Владимировна – Воронежский институт высоких технологий, студент, shunul33vvv@yandex.ru.

характеристиками прочности и другими свойствами материалов. Проводится выбор среди имеющихся модельных материалов, таких, которые будут наиболее подходящими, с точки зрения целей в ходе визуализации. Бывает, что на основе имеющихся свойств моделей можно осуществлять функциональные испытания прототипов. Функциональное моделирование будет тем более совершенным, чем большим будет ассортимент в модельных материалах [5].

Чтобы осуществлять процессы прототипирования во многих случаях прибегают к недорогим 3D-принтерам. Технологии применяются самые разные. Это ведет к тому, что могут быть выбраны те решения, которые будут наиболее эффективными. В качестве критерия ориентируются на баланс «цена – качество». Это связано с тем, что наблюдалось заметное уменьшение цен по принтерам в среднем уровне, а также по расходным материалам. Но одновременно был рост в характеристиках надежности технических устройств, а также в качестве созданных аддитивных объектов [6, 7].

В ходе формирования крупногабаритных моделей, а также моделей, к которым предъявлялись соответствующие требования относительно качества поверхности, а также прочностных параметров, исследователи и практики ориентируются на такие AM-технологии (SLA, SLS), которые более затратные.

Такие технологии, как FDM, SLA, SLS или Poly-Jet позволяют создавать объекты с некоторым уровнем качества поверхностей моделируемых объектов. Тогда ключевой критерий связан с характеристиками чистоты поверхностей.

Есть несколько этапов в технических процессах. Техническое устройство проводит построение модели послойным способом, исходя из того, какие были созданы перед началом построения «сечения».

Этот процесс может продолжаться достаточно большое время. Когда построение завершено, тогда в модели будет ступенчатая поверхность. Это удобно, с точки зрения практической реализации на станках. Для нее характерным будет то, что высота ступеньки соотносится с шагом построения.

Конструкции имеют разную форму. Пусть, например, мы хотим построить модель шара. Такая форма встречается в практических приложениях. Тогда на полюсе мы будем видеть плоскую площадку. Связано это с завершающим этапом технического

процесса. Степень шероховатости по участку, близкому к полюсам, будет иметь максимальную величину. Действительно, значение площади участка будет достаточно большим. Однако, если мы будем осуществлять движение к линии экватора, тогда качество поверхности будет расти.

Есть связь и с другими факторами. На характеристики качества поверхностей прототипов влияет ориентация моделей на рабочих платформах в ходе построений.

Плоские детали достаточно часто встречаются на практике. Если строится плоская деталь, то поместив ее горизонтальным способом, мы можем сформировать горизонтальную поверхность с низкой шероховатостью. Это достигается с привлечением соответствующих технологий. Чтобы обеспечить лучшие характеристики качества по боковым поверхностям, тогда следует проводить ориентацию модели под некоторым углом относительно плоскости платформы.

Проектирование деталей осуществляется в системах CAD. Качество исходных трехмерных CAD-моделей рассматривается в виде важного параметра, который влияет на качество поверхностей.

Могут быть разные модели, применяемые на практике.

Виртуальную модель рассматривают в виде 3D-поверхности, как замкнутую сетку, которая базируется на треугольниках. Есть зависимость шероховатости поверхности от качества формируемой сетки. Например, если применяется трехмерная модель с низким качеством, тогда вследствие макрошероховатости, присутствующей внутри файла, мы можем столкнуться с тем, что когда строится физическая модель, возникает и ложное представление относительно характеристик качества принтеров или относительно эффективности применяемых технологий.

Для определенных случаев степень по шероховатости поверхности может не иметь заметного значения, с точки зрения потребителей. Если это требуется, то поверхности моделей могут быть улучшены за счет осуществления ручной обработки. То есть, проводят шлифовку, полировку, окраску, лакировку.

Иногда такие операции техническим образом трудно осуществить. Также они могут привести к тому, что будет потеряна точность в модели.

Характеристики качества сформированных моделей определяются квалификацией сотрудников. То есть, модель должна быть ориентирована правильным образом внутри рабочей платформы перед тем, как осуществлять построение. Кроме того, необходимо соответствующим образом сделать выбор режима генерации поддерживающих структур. Качество также связано с тем, каким образом проходило формирование исходного 3D-файла.

Таким образом, в зависимости от требований на практике есть возможности для выбора соответствующих технологий, обеспечивающих необходимые характеристики качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Икрин В. А. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и пластичности: учебник для студентов, обучающихся по направлению 653500 «Строительство». – М: Изд. АСВ, 2004. – 424 с.
2. Леденёв В. В. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений : учебное пособие / В. В. Леде-

нёв, В. П. Ярцев. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 252 с.

3. Улыбин А. В. Применение ультразвукового метода для оценки зоны повреждения железобетона после пожара / А. В. Улыбин, С. Д. Федотов // Инженерно-строительный журнал, 2009. – № 7. – С. 38-40.

4. Прис Б. В. Моделирование железобетонных конструкций / Б. В. Прис, Д. Д. Дэвис. – Мн. : Высшая школа, 1974. – 222 с.

5. Киселев В. А. Строительная механика / В. А. Киселев. – М., 1980. – 616 с.

6. Гроздов В. Т. Дефекты строительных конструкций и их последствия / В. Т. Гроздов. – Изд. 3-е. – СПб. : ВИТУ, 2005 – 136 с.

7. Baechler C. Distributed recycling of waste polymer into RepRap feedstock / C.Baechler, M.DeVuono, J. M.Pearce // Rapid Prototyping. – 2013. – 19(2). – pp.118-25.

8. Белов В. Д. Новые материалы и ускоренная подготовка производства – гарантия успеха на рынке литейной продукции / В. Д. Белов, Н. А. Белов, В. В. Дрокина // Литейное производство. – 2009. – № 5. – С. 13-16.

## FEATURES OF ADDITIVE TECHNOLOGIES AND FAST PROTOTYPING

© 2021 D. N. Kozlova, A. P. Preobrazhenskiy, N. M. Tokareva, V. V. Shunulina

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)  
LLC «3D complex» (Voronezh, Russia)

*This paper discusses some of the characteristics of additive technologies and rapid prototyping problems of creating building structures that meet the requirements of strength and stability.*

*Key words: strength, building structure, stability.*