

**Моделирование процесса полимеризации в аддитивном производстве  
керамических изделий методом лазерной стереолитографии**

**Научный руководитель – Касимов Аслан Рамазанович**

*Газизова Диана Рафаиловна*

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,  
Россия

*E-mail: gazizova-diana@mail.ru*

В данной работе разработана физико-математическая модель 3D печати керамики методом лазерной стереолитографии на основе уравнений для распространения лазерного излучения, поглощения этого излучения материалом и вызванного излучением процесса полимеризации. Уровень полимеризации позволяет определить упругие характеристики материала, которые затем использовались для предсказания деформаций путем решения уравнений механики деформируемого твердого тела.

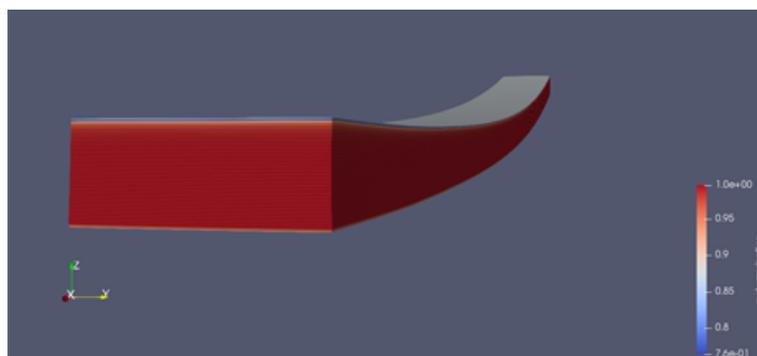
Процесс представляет собой движение лазерного луча параллельно подложке с постоянной скоростью сканирования и, в случае полимеризации поверхности, с постоянной скоростью шриховки, который освещает ультрафиолетовым светом слой керамической пасты. В зависимости от режима печати, изготовленная деталь представляет собой образец в форме параллелепипеда (или пластинки), в форме линий или точек. В качестве пасты используется смесь фотополимера с керамическим порошком. Для реализации численного решения был разработан программный компонент в вычислительной среде OpenFOAM. Код позволяет проводить расчёты для деталей произвольной формы, используя неструктурированные сетки. Трёхмерная визуализация решения для деформированной детали показана на рис.1.

Получены зависимости изгиба и усадки образца в зависимости от мощности лазера, а также проведена валидация модели на экспериментальных данных.

**Источники и литература**

- 1) J.W. Halloran. Ceramic stereolithography: Additive manufacturing for ceramics by photopolymerization. Annual Review of Materials Research 46 (2016), с. 19-40.
- 2) P. F. Jacobs. Rapid prototyping manufacturing: fundamentals of stereolithography. Society of Manufacturing Engineers, 1992.
- 3) S.Westbeek, J. van Dommelen, J.Remmers and M.Geers. Multiphysical modeling of the photopolymerization process for additive manufacturing of ceramics. In: European Journal of Mechanics-A/Solids 71 (2018), с. 210-223.
- 4) S.Westbeek, J.J.Remmers, J. van Dommelen and M.G.Geers. Multi-scale process simulation for additive manufacturing through particle filled vat photopolymerization. In: Computational Materials Science 180 (2020), с. 109

**Иллюстрации**



**Рис. 1.** Визуализация деформированной детали размером  $90 \times 5 \times 2 \text{ мм}^3$  при мощности лазера 135 мВт. Показано распределение степени полимеризации.