

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИЧЕСКОЙ 3D ПЕЧАТИ НА ОСНОВЕ Al_2O_3

Верхошанский Я.Ю.¹, Ткачев Д.А.¹

¹) Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск,
Россия

E-mail: verkhoshanskiy@yandex.ru

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A MATERIAL FOR STEREOLITHOGRAPHIC 3D PRINTING BASED ON Al_2O_3

Verkhoshanskiy Y.Y.¹, Tkachev D.A.¹

¹) Tomsk State University, Tomsk, Russia

In this study, research was conducted on the development and researching of ceramic suspensions based on Al_2O_3 for stereolithographic 3D printing. The results of the rheological analysis, polymerization process, and the microstructure of the printed samples are presented in this study.

В настоящее время активно развиваются аддитивные технологии с использованием различных материалов (металл, керамика, композиты и т. д.) для создания изделий сложной формы. Одним из перспективных направлений является разработка керамических материалов для 3D-печати. Так как изготовление некоторых изделий со сложной геометрией по классическим технологиям (литьё, прессование) невозможно, предлагается применение аддитивных технологий. Анализ литературных данных в направлении методов аддитивного изготовления изделий из керамики показывает, что наиболее эффективным является способ формирования керамических изделий с использованием фотополимерных суспензий по методу стереолитографической 3D-печати (SLA, DLP, LCD). Использование фотополимерной печати дает возможность получать изделия высокого разрешения, что значительно повышает качество изделий из керамики [1]. В связи с этим целью данной работы была разработка и исследование фотополимерных суспензий на основе Al_2O_3 для стереолитографической 3D-печати.

В работе были исследованы реологические характеристики и параметры полимеризации керамических суспензий в зависимости от метода замешивания и содержания керамического порошка. Также в ходе исследования были изготовлены и исследованы образцы на основе разработанных суспензий с использованием фотополимерного 3D-DLP-принтера Anycubic Photon Mono X.

В результате исследования реологических характеристик было выявлено, что высокоэнергетическое планетарное перемешивание отрицательно влияет на вязкость получаемых суспензий по сравнению с верхнеприводным перемешиванием. Для снижения вязкости керамических суспензий предложена дополнительная модификация поверхности порошка с последующей обработкой

в ультразвуке и вакуумированием. Так, динамическая вязкость суспензии с содержанием 70 масс.% керамического порошка после предложенных обработок составила 100 Па*с, в то время как вязкость суспензии без обработок составляла ~800 Па*с.

По результатам исследований параметров полимеризации были рассчитаны параметры 3D-печати. Критическая энергия полимеризации для состава с 70 масс.% керамического порошка составила ~84 мДж/см². Также для разработки термического режима удаления связующего и спекания керамики были проведены термогравиметрические (ТГ/ДСК) исследования. В результате исследования микроструктуры напечатанных образцов было выявлено, что образцы характеризуются слоистой структурой с заданной толщиной слоя и имели равномерное распределение керамического порошка по всему объему исследуемых образцов. По результатам ТГ/ДСК-анализа был составлен одноэтапный термический режим для удаления связующего и спекания продолжительностью 72 часа с максимальной температурой 1650°C. В результате спекания были получены бездефектные образцы, плотность которых после спекания составила 89% от теоретической плотности исходного керамического порошка.

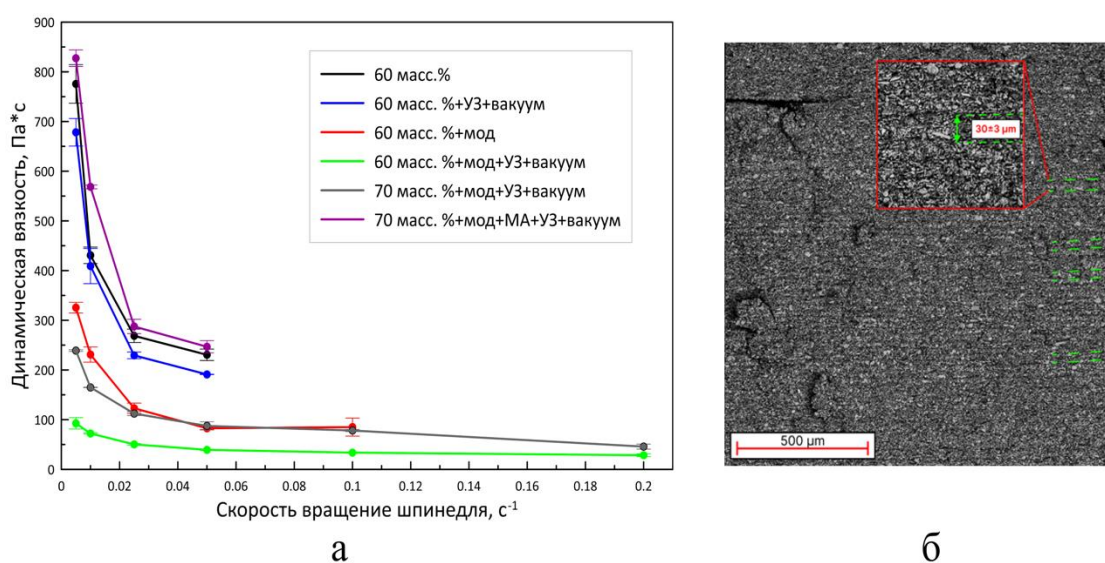


Рис. 1. Результаты исследования реологических характеристик (а) и микроструктуры напечатанных образцов (б)

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00724, <https://rscf.ru/project/23-29-00724/>

1. Zakeri S., Vippola M., Levänen E. Additive Manufacturing. Elsevier BV, T. 35, C. 101177 (2020)