

Изготовление крупногабаритных выжигаемых моделей отливок с помощью аддитивных технологий

И.Д. Марканов, А.В. Балякин, Е.С. Гончаров

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

Обоснование. Применение выжигаемых моделей, полученных методом аддитивных технологий для литья крупногабаритных тонкостенных заготовок газотурбинных двигателей (ГТД) и энергетических установок (ЭУ), дает существенный эффект. Основное преимущество по сравнению с традиционной технологией, требующей изготовления пресс-форм для получения выжигаемых или выплавляемых моделей, сокращение времени получения первой отливки и снижение затрат на оснастку [1].

Цель — разработка и внедрение в производственный цикл технологии производства крупногабаритных тонкостенных отливок для промышленных газотурбинных двигателей и энергетических установок, отличающиеся повышенной размерной точностью, а также обоснование выбора метода FDM-печати для изготовления заготовки отливки из пластика [2].

Методы. В ходе исследования для изготовления модели применялся метод FDM-печати. В качестве используемого пластика был выбран PLA.

Требования к пластику, из которого будет изготовлена заготовка:

1. Простота печати (не требует закрытой камеры, как ABS).
2. Малая зольность.
3. Низкая водопоглощаемость.
4. Хорошая обрабатываемость.
5. Низкая усадка.
6. Низкая пластичность, высокая твердость.

Чтобы проверить соответствие материала вышеуказанным требованиям, нужно исследовать свойства, которые будут зависеть от таких факторов, как температура печати, расположение на печатном столе и т. д.

Для определения механических свойств при растяжении по ГОСТ 34370, с использованием 3D-принтера были изготовлены образцы по ГОСТ 33693. Образцы выращивались с различной ориентацией на столе построения 3D-принтера: горизонтально, вертикально и под углом 45°, при разных температурах экструзии материала (215, 225 и 235 °С).

На шероховатость образца оказывает влияние его расположение на платформе построения, а также направление укладки расплавленной нити. Так, для получения наименьшей шероховатости при выращивании необходимо располагать модели максимальным размером вдоль направления выращивания. Образцы, которые были изготовлены перпендикулярно направлению выращивания, имеют наиболее грубую шероховатость поверхности. Также были исследованы остальные вышеуказанные свойства материала. Шероховатость была исследована с помощью профилометра ИШП-210, испытание на растяжение и разрыв были проведены на разрывной машине MTS 322 Test Frame, водопоглощение и зольность были определены с помощью муфельной печи и эксикатора.

Результаты. Была спроектирована электронная модель отливки детали «Корпус наружный», конструкция которой адаптирована под технологические возможности и ограничения промышленного 3D-принтера TS1212-6, проведено исследование материала, используемого при изготовлении заготовки (3D-печати) для выявления его свойств и ограничений [3]. Был изготовлен опытный образец крупногабаритной тонкостенной отливки детали «Корпус наружный», а также проведено экономическое сравнение предложенной технологии с традиционной технологией получения заготовки и контроль геометрических размеров крупногабаритной тонкостенной отливки детали с помощью 3D-сканирования.

Выводы. В ходе исследования была разработана и внедрена в производственный цикл технология производства крупногабаритных тонкостенных отливок для промышленных газотурбинных двигателей

и энергетических установок, отличающихся повышенной размерной точностью, а также обоснован выбор метода FDM-печати для изготовления заготовки отливки из пластика.

Ключевые слова: аддитивные технологии; 3D-печать; модель; отливка; свойства; пластик.

Список литературы

1. Балякин А.В., Гончаров Е.С., Злобин Е.П. Анализ технологических возможностей и ограничений 3D принтеров для изготовления прототипов ГТУ // Материалы докладов Всероссийского научно-технического форума по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова, посвященный 110-летию ПАО «ОДК-КУЗНЕЦОВ»; Октябрь, 5–7, 2022; Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2022. С. 20–22.
2. Балякин А.В., Гончаров Е.С., Злобин Е.П. Анализ технологических возможностей и ограничений 3D-принтеров для проектирования моделей отливок // Материалы XLV Международной научной конференции: «Исследования молодых ученых»; Октябрь, 20–23, 2022; Казань: ООО «Издательство Молодой ученый», 2022. С. 1–7.
3. Вдовин Р.А., Балякин А.В., Гончаров Е.С., Злобин Е.П. Изготовление выжигаемых моделей с использованием FDM печати // Материалы докладов Всероссийского научно-технического форума по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова, посвященный 110-летию ПАО «ОДК-КУЗНЕЦОВ»; Октябрь, 5–7, 2022; Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2022. С. 47–49.

Сведения об авторах:

Илья Денисович Марканов — студент, группа 2413-240305D, институт двигателей и энергетических установок; Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: ilyamarkanoff355@gmail.com

Андрей Владимирович Балякин — научный руководитель, старший преподаватель кафедры технологий производства двигателей, старший преподаватель кафедры инженерной графики, инженер инжинирингового центра Самарского университета, инженер научно-исследовательской лаборатории пластического деформирования специальных материалов; Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: balaykinav@ssau.ru

Евгений Станиславович Гончаров — аспирант кафедры технологий производства двигателей, группа А304, инженер кафедры технологий производства двигателей, лаборант-исследователь инжинирингового центра Самарского университета, старший лаборант научно-исследовательской лаборатории пластического деформирования специальных материалов, институт двигателей и энергетических установок; Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: goncharov.es@ssau.ru