

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МОДЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ФАСОННЫХ ОТЛИВОК ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

К.В. Никитин, А.Ю. Баринов, В.Н. Дьячков, К.А. Денисов

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Фасонные отливки ответственного назначения из черных и цветных сплавов находят широкое применение в основополагающих отраслях промышленности; машиностроении, авиа- и ракетостроении. При этом с развитием техники к отливкам предъявляются все более высокие требования по геометрической точности, прочности и надежности в эксплуатации. Наряду с повышающейся конкуренцией в производстве фасонного литья, важное значение приобретает себестоимость литой продукции и сроки ее изготовления [1].

Поэтому актуальными становятся задачи по разработке комплекса технологических решений, направленных на обеспечение требуемого качества с одновременным снижением себестоимости и сроков производства отливок ответственного назначения за счет использования аддитивных технологий в качестве инструмента для создания разовых моделей и модельной оснастки на этапе подготовки производства [2].

Цель — разработка и внедрение комплекса технико-технологических решений для получения моделей с применением аддитивных технологий для подготовки производства фасонных отливок ответственного назначения литьем по выплавляемым моделям.

Методы. С целью определения зольного остатка в условиях прямого выжигания моделей из огнеупорной керамической формы разработан тестовый образец, имеющий следующие конструктивные особенности: наличие охватываемых и охватывающих поверхностей керамической оболочкой; наличие радиусов скруглений и острых углов на образце для оценки напряжений в керамической оболочке; образцы изготавливаются на 3D-принтере модели DesignerXL по FDM-технологии с варьируемой степенью заполнения (плотностью) 5–15–30 (%) для анализа влияния внутренних опорных структур модели на величину зольного остатка. Выжигание модели производится при температуре 600 °С в течении 4 ч, затем оболочку вскрывают и взвешивают зольный остаток.

Результаты. При анализе зольности полимерных композиций (график зольности представлен на рис. 1) наименьшие значения получены у композиций на основе полилактида (PLA) и полиметилметакрилата (PMMA).

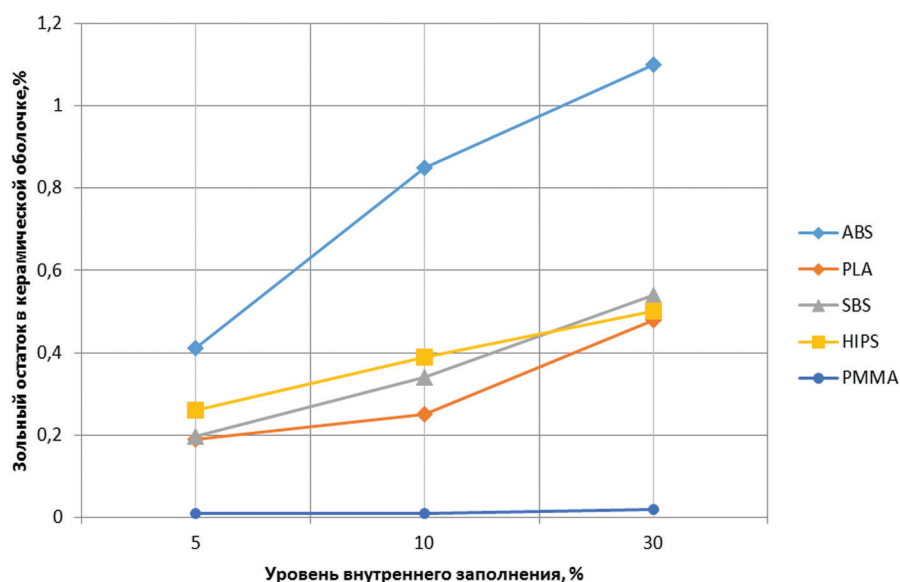


Рис. 1. Графическая зависимость зольного остатка от плотности опорных структур

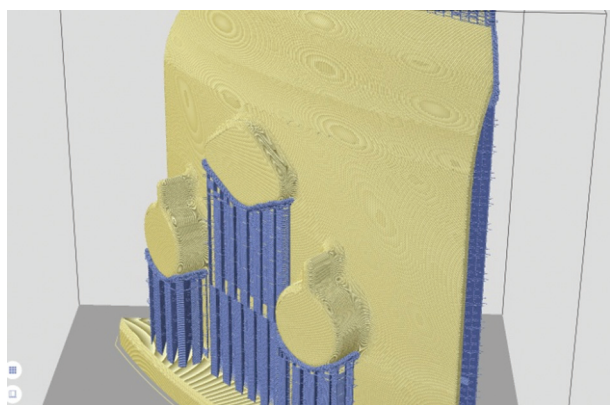


Рис. 2. Внешний вид комбинированной воско-полимерной модели с поддерживающими структурами в программной среде PolygonX (фрагмент)

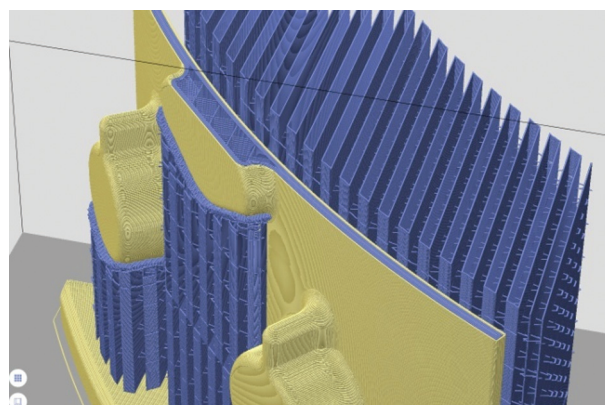


Рис. 3. Внутренняя структура воско-полимерной модели в программной среде PolygonX (фрагмент)

Таким образом, перспективными материалами для аддитивного производства моделей в технологическом процессе литья по выплавляемым моделям можно считать материалы на основе полилактида и полиметилметакрилата с соблюдением следующих условий:

- плотность опорных структур в диапазоне 5–15 %;
- отсутствие пластификаторов и красителей при непосредственном производстве филамента;
- использование специально разработанных ступенчатых режимов выжига полимерных моделей, совмещенных с прокалкой керамической оболочки.

Однако в современном литейном производстве зачастую используются комбинированные модельные блоки, состоящие из полимерных моделей и стандартизированных элементов литниково-питающих систем, выполненных из модельных восков, таким образом, при производстве керамических огнеупорных форм провести операцию выжига не представляется возможным без предварительной операции вытопки воскового модельного состава [3].

Для получения крупногабаритных фасонных моделей наиболее целесообразно использование комбинации материалов, где в качестве материала опорных структур и внутренней оболочки применяется воско-полимерная композиция из наполненного воска с добавлением полимерных материалов на основе полилактида и полиметилметакрилата, а для создания внешней оболочки используются наполненные воски, близкие по составу к литейным и имеющие температуры начала каплепадения от 80 °С. На рис. 2 и 3 показано расположение внутреннего каркаса вместе с опорной структурой модели из тугоплавкой воско-полимерной композиции и внешней оболочки, выполненной из наполненного модельного воска.

Выводы. Использование воско-полимерных моделей, полученных средствами аддитивных технологий, в стандартном технологическом процессе предприятия позволяет:

- снизить тепловую нагрузку на рабочие механизмы машин аддитивного производства;
- упростить ручное удаление поддерживающих структур;
- сохранить взаимодействие в системе «модель – огнеупорная керамическая оболочка» подобно классическому процессу на этапе вытопки модельных блоков [4];
- проводить регенерацию воско-полимерных композиций для последующего повторного использования благодаря однородности поддерживающих структур [5].

Ключевые слова: аддитивное производство; воск; зольность; литье по выплавляемым моделям; модель; полимер.

Список литературы

1. Морозова Е.А., Муратов В.С. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебно-методическое пособие*. Самара: СамГТУ, 2012. 296 с.
2. Баринов А.Ю., Дьячков В.Н., Никитин К.В. *Применение быстрого прототипирования для получения единичных и мелкосерийных отливок литьем по выплавляемым моделям // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Проектирование и перспективные технологии в машиностроении, металлургии и их кадровое обеспечение»*. Чебоксары: ЧГУ, 2017. С. 123–127.

3. Дьячков В.Н., Никитин К.В., Баринов А.Ю. Технология подготовки керамических форм к заливке при литье по выплавляемым моделям // Литейщик России. 2015. № 10. С. 27–30.
4. Дьячков В.Н., Соколов А.В., Никитин К.В., Баринов А.Ю. Влияние состава керамических оболочек на их свойства при литье по выплавляемым моделям // Труды XII съезда литейщиков России. Нижний Новгород, 2015. С. 420–426.
5. Дьячков В.Н., Соколов А.В., Никитин К.В., и др. Исследование технологических свойств модельных составов для литья по выплавляемым моделям [текст] // Литейщик России. 2015. № 10. С. 25–27.

Сведения об авторах:

Константин Владимирович Никитин — научный руководитель, доктор технических наук, декан факультета машиностроения, металлургии и транспорта, профессор кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии»; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: tlp@samgtu.ru

Антон Юрьевич Баринов — заведующий лабораторией аддитивных технологий; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: ant.barinoff2014@yandex.ru

Виктор Николаевич Дьячков — кандидат технических наук, доцент кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии»; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: dyachkow@list.ru

Константин Андреевич Денисов — студент, группа 1-ФММТ-21ФММТ-102М, факультет машиностроения, металлургии и транспорта, Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: denisoyka@yandex.ru