

УДК 621.742.4

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕСЧАНО-ПОЛИМЕРНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ; СРАВНЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ, ХАРАКТЕРИСТИК И ОСОБЕННОСТЕЙ

Иван Александрович Карпов⁽¹⁾, Маргарита Олеговна Савельева⁽²⁾

*Магистр 1 года⁽¹⁾, студент 5 курса⁽²⁾,
кафедра «Литейные технологии»*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

*Научный руководитель: В.В. Морозов,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Литейные технологии»*

Широкое применение в литейном производстве получил метод селективного отверждения песчано-полимерной смеси на 3-D принтерах. Этот метод основан на послойном нанесении предварительно смешанного с катализатором песка и последующего нанесения связующего материала. Связующий материал наносится в требуемых местах с помощью многоструйной печатающей головки, а по окончании построения несвязанный песок удаляется пылесосом.

Эта технология дает следующие преимущества:

- исключение изготовления оснастки для получения литейных форм, стержней и моделей из цикла подготовки производства;
- отсутствие необходимости технологической переналадки производства на любом его этапе;
- сокращение длительности технологической подготовки производства литых заготовок;
- повышение точности отливок за счет возможности объединения стержней в единый стержневой блок;
- пропадает необходимость в нанесении литейных уклонов.

Это метод требует применения специальных огнеупорных и связующих материалов. Основные материалы, применяемые при производстве форм и стержней на установках S-Max и S-Print компании ExOne:

- пески кварцевые, цирконовые, хромитовые и керамические различной зернистости для нанесения слоя песка толщиной 0,28 мм, 0,38 мм или 0,5 мм;
- силикатные, фурановые и фенольные связующие компоненты;
- специальные очистители различных марок, для очистки печатающей головки в автоматическом режиме. Выбор очистителя зависит от типа применяемого связующего, и должен являться его растворителем;
- отвердитель (катализатор), оптимизированный для использования со связующим материалом;
- дополнительные компоненты: магнетитовый песок в качестве противоужимной добавки, ингибитор магнезия, подавляющий реакцию материала литейной формы с магнием.

Эти материалы различаются между собой по характеристикам, эксплуатационным свойствам и стоимости.

Основной расход приходится на огнеупорный материал. Песок, который остался несвязанным, добавляется к чистому в качестве вторичного, что позволяет уменьшить его расход, однако в настоящий момент остро стоит вопрос регенерации связанного песка, т.к. он к повторному использованию непригоден.

Сравнительные характеристики песков, применяемых в 3-D печати литейных форм приведены в таблице 1. Относительная склонность к ужиминам оценивается следующим образом: 1 – наибольшая склонность, 5 – наименьшая склонность.

Таблица 2. Сравнительные характеристики песков, используемых для печати литейных форм

Материал	Кварцевый песок	Цирконовый песок	Хромитовый песок	Керамический сферический песок	Черный оксид железа
Противоужимная оценка	1	4	3	5	3
Потери при прокаливании, %	1,4	0,6	0,99	0,92	1,3
Кислотная потребность (ADV), мл	2,0	1,0	0,5	2,65	2,0
Проницаемость	>120	70	180	85	>120
Шероховатость (RMS), мкм	200 – 400	150 – 250	350 – 450	200 – 400	200 – 400
pH	7,1	6,8	8,3	7,2	7,1
Сравнительная стоимость	\$	\$\$\$\$	\$\$	\$\$\$	\$
Распространение в природе	глобальное	Северная Америка и Европа	Северная Америка	глобальное	Северная Америка

Анализ свойств и характеристик материалов, представленных в работе, а также практический опыт применения их в литейном производстве, показывают, что наибольшее применение находят кварцевые пески и фурановые смолы. Они имеют относительно невысокую стоимость, но достаточно высокие механические и эксплуатационные характеристики. К тому же данные материалы используются во многих других литейных технологиях. Преимущество использования для 3-D печати широко применяемых материалов заключается в том, что при переходе на эту технологию не требуется серьезных изменений в технологических режимах литья и плавки, а также в конструкции литниковых систем.

Исходя из этого можно сделать вывод, что их применение наиболее целесообразно и экономически выгодно. Применение же остальных материалов чаще всего ограничивается производством форм и стержней для ответственных и особо-ответственных деталей.

Литература

1. Г.С. Саначева, Н.М. Вострикова, И.В. Дубова. Органические связующие в литейном производстве // Журнал Сибирского федерального университета. – 2012 г.
2. Голотенков О.Н. // Формовочные материалы: Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2009. – 164 с.: ил.
3. ExOne. Сервер EXONE Digital Part Materialization. Режим доступа: <http://www.exone.com> (дата обращения: 5.12.2015).
4. Воробьев А. Фенолоформальдегидные смолы // Компоненты и технологии. 2003. № 7.
5. Болдин А.Н., Давыдов Н.И., Жуковский С.С. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия: справочник. – М.: Машиностроение, 2006. 507 с.
6. Васильев В.А. Физико-химические основы литейного производства: Учебник для вузов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 336 с.
7. Интернет сайт <http://victoria-3d.ru> (дата обращения 10.12.2015).