

ТОЧНОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЮМОБОРФОСФАТНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

С.С. Верцюх, Л.Г. Знаменский

Изготовление сложнопрофильных тонкостенных художественных отливок с высоким качеством поверхности обуславливает повышенные требования к применяемым при их производстве керамическим формам и стержням.

Используемые в литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) объемные керамические формы из наливных самотвердеющих смесей на основе гипсовых связующих с кремнеземистым наполнителем, относительно недорогие. Однако, гипсовые формы не позволяют получать отливки из черных сплавов с высокой температурой заливки из-за разложения гипса при температурах выше 1200 °С, что приводит к поражению отливок газовыми раковинами по всей поверхности [1]. В качестве альтернативы гипсовым связующим было выдвинуто предположение о возможности применения смесей на металлофосфатах. Условиям ЛВМ удовлетворяет наливная самотвердеющая смесь на основе водного раствора алюмоборфосфатного концентрата (АБФК), как связующего, и диспергированного кварцевого песка в качестве основного компонента наполнителя. Для ускорения формообразования (20...30 мин) и исключения сушки изготавливаемых форм и стерж-

ней используется химическое затвердевание смеси за счет введения отвердителя к АБФК (периклаза). При этом варьирование количества периклаза в смеси позволяет регулировать продолжительность ее затвердевания.

В процессе приготовления суспензии АБФК подвергается гидролизу с образованием раствора фосфорной кислоты, который взаимодействует с железом на частицах мелкодисперсного кварцевого песка с выделением водорода. Этот процесс, протекающий на границе «связующее–наполнитель», и химическое затвердевание смеси обеспечивают формирование равномерной пористой структуры керамических форм и стержней. Такая структура создает условия для повышения их газопроницаемости, в том числе после прокалики. Это иллюстрируется рисунком, на котором представлена структура излома формы после прокалики, снятая на электронном растровом низковакуумном микроскопе JEOL JSM 6460LV с волновым анализатором.

Диспергирование частиц кварцевого песка до зернистости 10...100 мкм обеспечивает высокое качество отпечатка форм, а также их требуемые физико-механические характеристики. При этом диспергирование может быть осуществлено помолом исходного кварцевого песка, например, марок $3K_3O_2O_3$ или $5K_3O_2O_3$ (ГОСТ 2138–91) в вибромельницах с получением мелкодисперсного наполнителя на основе кремнезема.

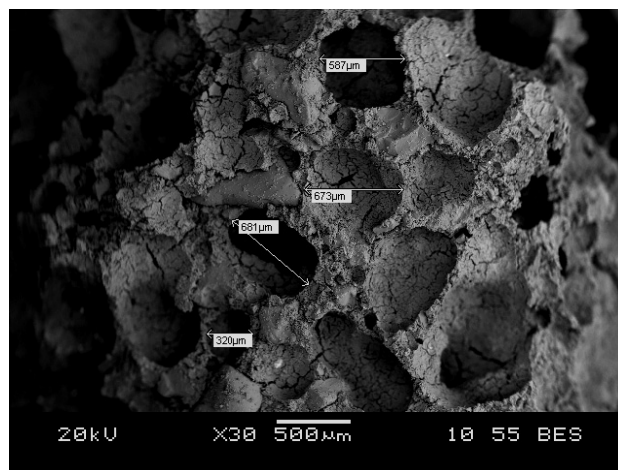


Рис. 1. Структура керамической формы

Для повышения трещиностойкости предлагается введение в состав смеси высокопористого материала – керамзита (ГОСТ 9757–90), который создает своеобразный барьер, блокирующий возникновение и развитие трещин. Поэтому достигается минимальная склонность к образованию трещин (СОТ) форм и стержней в процессе их прокалики.

Разработанная смесь [2] имеет следующий состав:

- алюмоборфосфатный концентрат – 15...20 % мас.;
- мелкодисперсный кварцевый песок – 54...60 % мас.;
- керамзит – 10...15 % мас.;
- порошкообразный отвердитель (периклаз) – 1...2 % мас.;
- вода – остальное.

Подготовку смеси для изготовления форм при производстве отливок литьем по выплавляемым моделям осуществляют следующим образом. Взвешивают расчетное количество АБФК и отвердителя к нему, керамзита и мелкодисперсного кварцевого песка. Затем отмеряют необходимое количество воды и готовят водный раствор АБФК плотностью 1250...1350 кг/м³.

В предварительно подготовленный водный раствор АБФК засыпают мелкодисперсный кварцевый песок, керамзит и перемешивают их в течение 15...20 мин при скорости вращения крыльчатки 3000...6000 об/мин.

Содержание в смеси АБФК менее 15 % мас. отрицательно сказывается на прочности и осыпаемости готовых форм, а, следовательно, приводит к снижению качества поверхности готовой отливки. Причиной этого является недостаток связующего материала в формовочной смеси.

Предварительная подготовка водного раствора АБФК плотностью 1250...1350 кг/м³ обеспечивает требуемые реологические свойства смеси на стадии формовки. При плотности раствора более 1350 кг/м³ значительно возрастает вязкость суспензии, что затрудняет качественное воспроизведение формой конфигурации моделей, в особенности сложнопрофильных и тонкорельефных, например, для художественных отливок. При плотности водного раствора АБФК менее 1250 кг/м³ резко возрастает осыпаемость форм и стержней после прокалки в литье по выплавляемым моделям. Кроме того, это приводит к снижению седиментационной устойчивости и расслоению суспензии на стадии формовки, что обуславливает нетехнологичность этой операции [2].

Использование керамзита в составе смеси обеспечивает повышенную трещиностойкость керамических форм и стержней в процессе их прокалки.

Количество отвердителя раствора АБФК – периклаза в составе смеси 1...2 % мас. является оптимальным с позиций обеспечения требуемой продолжительности ее затвердевания. В таблице приведены характеристики разработанной смеси в сравнении с базовой, используемой в ЛВМ наливной формовочной массой на гипсовом связующем.

Результаты испытаний смеси

Показатели	Типы смесей	
	Смесь на гипсовом связующем (базовая)	Смесь на АБФК
1. Продолжительность затвердевания, мин	18...25	10...15
2. Текучесть по Сутгарду, мм	140...150	160...170
3. Газопроницаемость, ед.	1...2	4...5
4. Прочность на изгиб после выдержки на воздухе, МПа:		
1 час;	0,15...0,5	0,5...0,92
24 часа	1,9...2,2	5,0...6,6
5. Выбиваемость (остаточная прочность), МПа	0,35...0,4	0,01...0,03
6. СОТ, см ² /кг	12...18	0

Для исключения вероятности появления поверхностных дефектов на отливках в виде наростов и наплывов из-за адсорбции пузырьков воздуха

на поверхности выплавляемых моделей, а также с целью регулирования степени насыщения суспензии газовыми включениями, и, следовательно, пористости получаемой в дальнейшем формы предложено использование вакуумно-ультразвуковой обработки разработанной смеси. При этом оптимальная величина остаточного давления воздуха над формой составляет 1400...2000 Па, интенсивность ультразвука 13...15 кВт/м², при частоте 22 кГц [3].

Одновременно использование вакуума и ультразвука обеспечивает быструю дегазацию суспензии даже для высоких форм. При этом, регулируя параметры ультразвукового воздействия, можно выборочно воздействовать на газовые пузырьки воздуха, например, удалить крупные и оставить более мелкие. Кроме того, имеющие место акустические течения обеспечивают вывод пузырьков из под поднутрений и «карманов» сложнопрофильных, тонкорельефных моделей художественных отливок [3]. На рис. 2 представлены примеры художественных отливок, полученных с использованием разработанной технологии.

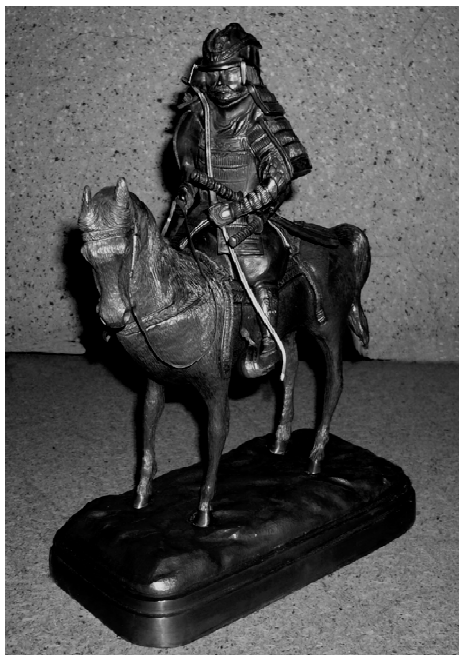


Рис. 2. Латунные художественные отливки (разработанная технология)

Учитывая улучшенный комплекс полученных технологических свойств смеси, ее универсальный характер, разработанная технология изготовления керамических форм и стержней может быть использована в точном литье из различных сплавов (бронзы, латуни, чугуна, стали и др.).

Библиографический список

1. Точное формообразование в художественном литье / Л.Г. Знаменский, В.К. Дубровин, И.Н. Ермаков, О.В. Ивочкина // Литейное производство. – 2001. – № 1. – С. 32.

2. Пат. 2385782 Российская Федерация. Смесь для изготовления форм и стержней в точном литье и способ ее приготовления / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина, А.С. Варламов. – № 2008141588/02; заявл. 20.10.2008. – 2010, Бюл. № 10.

3. Знаменский, Л.Г. Активация физическими полями литейных процессов: моногр. / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина, В.В. Ерофеев. – Челябинск: Изд-во ЦНТИ, 2009. – 249 с.