

ПРИМЕНЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКОГО АЛЮМОБОРФОСФАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО (АБФК) ДЛЯ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ

А.А Солодянкин, Л.И. Иванова

Перспективными в направлении обеспечения экологической безопасности процессов получения отливок с использованием стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС) являются ХТС на неорганических связующих материалах, например, на растворах алюмоборфосфатного концентрата (АБФК). По результатам проведенных исследований предложены состав и способ приготовления холоднотвердеющей смеси на связующем АБФК. Показана эффективность применения связующего АБФК для изготовления форм и стержней из ХТС.

Ключевые слова: неорганическое связующее; холоднотвердеющая смесь; алюмоборфосфатный концентрат; экологическая безопасность.

Для изготовления литейных стержней в России нередко применяется технология тепловой сушки, которая не предъявляет высоких требований к качеству сухих формовочных материалов, однако не может обеспечить точность стержней, вследствие их коробления в процессе нагрева. Это способствует повышению брака и энергоемкости процесса. Кроме того, данная технология отличается длительностью и не позволяет оперативно реагировать на запросы производства [1].

Технологический процесс получения стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС) предъявляет повышенные требования к качеству формовочных материалов, в частности, к содержанию в формовочном песке глинистой составляющей, но полностью исключает все недостатки вышеописанной технологии [2]. Для изготовления стержней из холоднотвердеющей смеси на алюмоборфосфатном связующем (АБФК) использовался кварцевый формовочный песок марки $3K_3O_2O_3$ Кичигинского месторождения. В соответствии с сертификатом, данная марка песка допускает содержание глинистой составляющей до 2 масс %.

Повышенное содержание пылевидной фракции приводит к увеличению расхода связующего и, как следствие, удорожанию технологии.

С целью уменьшения расхода связующего применялся способ плакирования наполнителя. Для этого использовался раствор карбоксиметилцеллюлозы натриевой (КМЦН).

Высокая смачивающая способность раствора КМЦН обеспечивает обволакивание частичек пылевидной фракции. После высыхания КМЦН образует плотную водонерастворимую пленку, которая блокирует негативное действие диспергированной глины.

Стержневая смесь готовилась по составу, представленному в таблице 1.

Таблица 1

Состав разработанной стержневой смеси

№ п/п	Наименование компонента	Количество, %
1	КМЦН:вода в соотношении 1:10	1 (сверх 100%)
2	Кварцевый песок марки $3K_3O_2O_3$	92...95
3	АБФК ($\rho=1,53 \text{ г/см}^3$)	6...4
4	Периклаз плавленный ПППл-95	2...1

При проведении экспериментов КМЦН смешивали с водой в соотношении 1:10 и давали настояться в течение суток. Подготовленную плакирующую смесь добавляли в кварцевый песок, тщательно перемешивали и высушивали в течение часа. Затем отмеряли необходимое количество песка, загружали в смесеприготовительные бегуны каткового типа для разрушения образовавшихся комков. В подготовленный наполнитель добавляли плавленный периклаз марки ПППл-95 (ТУ 1527-040-7266728-2008) и перемешивали в течение пяти минут. На следующем этапе в смесь вводили АБФК (ТУ113-08-606-87) согласно рецептуре и производили миксерование еще пять минут до равномерного увлажнения.

Из полученной смеси изготавливали стандартные образцы для испытания на прочность при разрыве и остаточную прочность («восьмерка») и газопроницаемость. Также бралась навеска смеси для расчета ее влажности и текучести. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики разработанной смеси

№ п/п	Наименование характеристик	Значение характеристик	
		разработанная технология	базовая технология
1	Текучесть смеси, мм	122	143
2	Газопроницаемость смеси, ед.	212	154
3	Влажность смеси, %	1,8	1,9
3	Прочность на разрыв, МПа		
	1 час	0,32	–
	3 часа	0,47	–
	24 часа	0,85	–
	После сушки при 200 °С	–	0,58
4	Остаточная прочность (осыпаемость), МПа	0,11	0,34

Остаточная прочность измерялась на тех же стандартных образцах для испытаний на растяжение после моделирования термического удара при заливке сплава АЛ9М. Для этого разогревали муфельную печь до температуры 700 °С, помещали внутрь образцы стержней и совместно остужали, затем проводили испытания. Низкая остаточная прочность обеспечивает снижение трудоемкости выбивки стержней из отливок.

По результатам проведенных исследований предложены состав и способ приготовления холоднотвердеющей смеси на связующем АБФК. Смесь для изготовления литейных форм и стержней, включающая раствор алюмоборфосфатного концентрата, периклазовый порошкообразный отвердитель и кварцевый песок, дополнительно содержит раствор карбоксиметилцеллюлозы при следующем соотношении ингредиентов, масс. %:

раствор алюмоборфосфатного концентрата.....	2...8;
периклазовый порошкообразный отвердитель.....	0,8...1,7;
раствор карбоксиметилцеллюлозы.....	1...3;
кварцевый песок.....	остальное

В разработанном способе приготовления смеси для изготовления литейных форм и стержней, включающим введение в кварцевый песок с периклазовым порошкообразным отвердителем раствора алюмоборфосфатного концентрата (АБФК), перед введением раствора АБФК его обрабатывают наносекундными электромагнитными импульсами с удельной импульсной мощностью 400...900 МВт/м³ [3], а также осуществляют плакирование кварцевого песка предварительно подготовленной суспензией из раствора карбоксиметилцеллюлозы и периклазового порошкообразного отвердителя с последующей обработкой плакированного песка в кипящем слое теплым воздухом с температурой 50...80 °С.

Применение в качестве связующего водного раствора алюмоборфосфатного концентрата и периклазового порошкообразного отвердителя обеспечивает требуемый цикл формообразования и исключает сушку изготавливаемых форм и стержней вследствие химического затвердевания смеси.

Введение в состав смеси дополнительно карбоксиметилцеллюлозы в количестве 1...3 масс %. создает условия для плакирования и равномерного распределения периклазового порошкообразного отвердителя смеси, а также повышение прочностных характеристик стержней и форм, в особенности сразу после затвердевания смеси.

Плакирование песка суспензией из раствора карбоксиметилцеллюлозы и периклазового порошкообразного отвердителя обеспечивает равномерное распределение отвердителя в объеме смеси. При этом плакированный песок может храниться в отдельной таре неограниченное время и при необходимости использоваться для подготовки ХТС, что обеспечивает высокую технологичность заявляемого способа приготовления смеси.

Обработка плакированного песка в кипящем слое теплым воздухом с температурой 50...80 °С создает условия для ускоренной подготовки плакированного отвердителем наполнителя и улучшение физико-механических свойств ХТС и качества отливок.

Обработка наносекундными электромагнитными импульсами (НЭМИ) повышает когезионную прочность и позволяет существенно улучшить физико-механические свойства смеси за счет ее электрофизической активации.

Разработанный состав холоднотвердеющей смеси на связующем АБФК и способ ее приготовления позволяют ускорить цикл формообразования, повысить прочность форм и стержней более чем в 2 раза, практически исключить осыпаемость форм и стержней, облегчить выбиваемость отливок, значительно улучшить качество поверхности сложнопрофильных, тонкорельефных отливок из черных и цветных сплавов.

Библиографический список

1. Солодянкин, А.А. Формовочные материалы и смеси: учебное пособие к лабораторным работам / А.А. Солодянкин, Л.И. Иванова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 93 с.
2. Болдин, А.Н. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.
3. Электроимпульсная и ультразвуковая обработка материалов в точном литье: монография / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина, Б.А. Кулаков, В.В. Крымский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 259 с.

[К содержанию](#)