

З. Г. Пономаренко¹, А. Л. Речнева¹, д. т. н. Ф. Л. Капустин² (✉),
д. т. н. И. Д. Кашеев², д. г.-м. н. В. А. Перепелицын², А. А. Пономаренко²

¹ ОАО «ДИНУР», г. Первоуральск, Россия

² ФГАОУ ВПО «Уральский государственный университет», г. Екатеринбург, Россия

УДК 666.762.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОГНЕУПОРОВ

Рассмотрены состав и свойства продуктов регенерации отработанных формовочных смесей из кварцевого песка и пылевидной фракции, возможность их использования в составе сырьевой смеси динасовых изделий. Приведены результаты лабораторных и промышленных испытаний в технологии производства динаса для коксовых печей и определения свойств изделий, полученных с добавкой продуктов регенерации «горелой земли».

Ключевые слова: отработанные формовочные смеси, продукты регенерации, состав, свойства, технология, динасовые огнеупоры.

На машиностроительных и металлургических предприятиях для изготовления литейных форм используют формовочные смеси, состоящие преимущественно из кварцевого песка и связующих компонентов: бентонита, жидкого стекла и др. В зависимости от массы изделий расход формовочных смесей составляет от 5 до 13 т на 1 т готовых отливок. После получения отливок форму разбирают, а отработанные формовочные смеси (ОФС, или «горелые земли») вывозят в отвал [1]. В настоящее время в отвалах только машиностроительных предприятий скопилось несколько десятков миллионов тонн «горелой земли».

Одним из возможных способов утилизации ОФС является регенерация, заключающаяся в извлечении из них кварцевого песка для повторного использования. Регенерация ОФС сухим способом включает дробление кусков, магнитную сепарацию металлических включений, рассев с одновременным обеспыливанием песка и удалением связующего. При этом пылевидную фракцию не используют, ее вывозят в отвал, что загрязняет окружающую природу. В то же время, по оценке специалистов, продукты регенерации ОФС имеют достаточно хорошие показатели химического и зернового составов для того, чтобы их можно было применить в качестве кремнеземистого компонента сырьевой смеси портландцементного клинкера, а также в составе вяжущего искусственных грунтовых смесей и асфальтобетона.

В настоящей работе исследована возможность использования при производстве динасовых огнеупоров ОФС, образующихся в

литейном производстве АО «Сухоложский литейно-механический завод» (Свердловская область). На предприятии применяется следующий способ регенерации ОФС. Куски ОФС измельчают путем дробления. Из дробленой массы на ленточном конвейере с помощью магнита удаляют металлические включения, затем подают ее в барабанный измельчитель, через который продувается воздух с помощью дымососа. Пылевидная фракция ОФС выносятся из измельчителя потоком воздуха, улавливается в рукавном фильтре и вывозится в отвал. Образовавшийся песок в количестве не менее 50 % от общей массы ОФС выгружается из мельницы и используется в составе формовочных масс.

Свойства и состав продуктов регенерации ОФС представлены в табл. 1 и 2. Пылевидная фракция характеризуется удельной поверхностью, которая определена по методу воздухопроницаемости и равна 163 м²/кг. Из табл. 2 следует, что химический состав ОФС представлен в основном оксидом кремния, однако их пылевидная фракция содержит больше оксидов алюминия и железа, но меньше кварца. Содержание кварца в песке и пылевидной фракции составляет соответственно 94,3 и 88,5 %.

В ОАО «Динур» с участием специалистов Уральского федерального университета проведены лабораторные и опытно-промышленные испытания продуктов регенерации ОФС при изготовлении динасовых изделий. На основании лабораторных исследований определены два варианта состава вводимых добавок (песок + пыль) ОФС, обеспечивающие нормативные показатели образцов, %: (7,8 + 3,0) и (5,6 + 4,5) соответственно для первого и второго составов.

На первом этапе двухкомпонентную добавку вводили вручную (сверх 100 %) в кварцевитовую шихту динаса в смесительные бегуны. Пределы изменений параметров шихты динаса приведе-



Ф. Л. Капустин

E-mail: f.l.kapustin@urfu.ru

Таблица 1. Физические свойства продуктов регенерации ОФС

Материал	Влажность, %	Насыпная плотность, кг/м ³	Истинная плотность, г/см ³	Зерновой состав — содержание, мас. %, фракции, мм			
				1,25–0,63	0,63–0,315	0,315–0,16	>0,16
Песок [2]	0,03	1140	2,63	1,0	37,1	56,8	5,1
Пылевидная фракция	0,30	920	2,58	–	2,6	25,2	72,2

Таблица 2. Химический состав продуктов регенерации ОФС

Материал	$\Delta t_{\text{прк}}$, мас. %	Содержание оксидов, мас. %					Содержание кварца, %
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	прочие	
Песок	0,93	98,00	0,64	0,23	0,04	0,16	94,3
Пылевидная фракция	2,35	95,04	1,22	1,07	0,11	0,21	88,5

ны в табл. 3. Некоторые колебания свойств шихты обусловлены, по всей вероятности, погрешностью подачи добавок в смесительные бегуны. Опытные изделия формовали на фрикционных прессах до плотности сырца не менее 2,30 г/см³, затем обжигали их в туннельной печи до максимальной температуры 1390–1400 °С. Выход годных динасовых изделий из опытной шихты составил 98,9 %, что соответствовало уровню качества изделий, производимых по традиционной технологии.

Свойства опытных изделий приведены в табл. 4. Установлено, что по физико-механическим параметрам опытный динас обоих составов соответствует требованиям ТУ 1533-005-00188162–96. По фазовому составу динас представлен кристобалитом (33–35 %), тридимитом (48–54 %) и исходным кварцем (2,4–6,5 %).

Выпуск промышленной партии фасонного динаса с введением в шихту песка и пылевидной фракции ОФС осуществляли по технологической схеме производства в ОАО «ДИНУР». Испытания показали, что полученные изделия с добавкой продуктов регенерации ОФС по своим свойствам близки к промышленному динасу и соответствуют требованиям ТУ 1533-005-00188162–96 [3] (табл. 5). Микроструктура и минеральный состав опытного динаса не имеют заметных отличий от этих показателей серийных динасовых огнеупоров, изготовленных из аналогичной по химическому составу шихты с идентичным зерновым составом компонентов. Количество пылевидной фракции ОФС в шихте динаса может быть увеличено в 2,0–2,5 раза взамен молотого кварцита с контролем Fe₂O₃ и других примесей.

Таблица 3. Свойства опытной шихты динаса

Значение	CaO, %	Влажность, %	Зерновой состав — содержание, мас. %, фракции, мм		
			>2	<0,5	<0,09
Максимальное	2,80	5,1	9,0	68,0	41,0
Минимальное	2,22	4,5	3,0	58,0	30,0
Среднее	2,46	4,7	5,9	61,3	36,9

Таблица 4. Свойства опытных изделий коксового динаса

Состав	Плотность, г/см ³	Открытая пористость, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Температура начала размягчения под нагрузкой 0,2 МПа, °С	Химический состав, мас. %				Фазовый состав, %		
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	кристобалит	тридимит	кварц
1	2,35–2,37	18,7–21,7	30,6–42,2	1650	94,70	1,04	1,45	2,36	33–41	45–48	4,6–11,8
2	2,35	17,3–17,8	34,4–51,3	1650	94,49	0,94	1,52	2,69	33–39	49–54	2,4–3,1

Таблица 5. Свойства динасовых изделий

Состав	Плотность, г/см ³	Открытая пористость, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Температура начала размягчения под нагрузкой 0,2 МПа, °С	Химический состав, мас. %		Фазовый состав, %		
					SiO ₂	Fe ₂ O ₃	кристобалит	тридимит	кварц
Опытный	2,35	19,1	47,5	1640	94,8	1,41	33	53	5,3
Промышленный ОАО «ДИНУР»	2,35	18,7	46,8	1640	94,7	1,44	32	51	6,3
По ТУ 1533-005-00188162–96	≤2,35	≤22,0	≥30,0	≥1640	≥94,0	≤1,50	Не норм.		≤6,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследования и выпущены опытная и промышленная партии динасовых огнеупоров с использованием продуктов регенерации отработанных формовочных смесей. Показано, что

состав и свойства полученного динаса соответствуют требованиям ТУ 1533-005-00188162-96 «Изделия огнеупорные динасовые для коксовых печей».

Библиографический список

1. **Титов, Н. Д.** Технология литейного производства / Н. Д. Титов, Ю. А. Степанов. — М. : Машиностроение, 1974. — 472 с.
2. ГОСТ 22551-77. Песок кварцевый, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности. Технические условия. — Введ. 01.01.1979. — М. : Изд-во стандартов, 1996. — 16 с.

3. ТУ 1533-005-00188162-96. Изделия огнеупорные динасовые для коксовых печей. Технические условия. — Первоуральск: ОАО «ДИНУР», 2006. — 22 с. ■

Получено 02.02.16

© З. Г. Пономаренко, А. Л. Речнева, Ф. Л. Капустин,
И. Д. Кащеев, В. А. Перепелицын,
А. А. Пономаренко, 2016 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



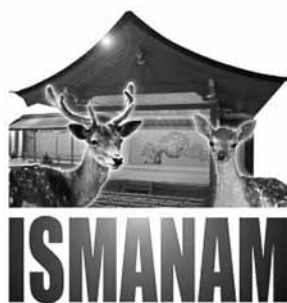
ISMANAM 2016 — 23-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО МЕТАСТАБИЛЬНЫМ, АМОРФНЫМ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ МАТЕРИАЛАМ

3–8 июля 2016 г.

Университет Тохoku, г. Сендай, Япония

Темы:

- Нанокристаллические и субмикронные зернистые материалы
- Металлические, оксидные и полимерные стекла
- Нанопористые материалы
- Сыпучие металлические стекла
- Тонкие пленки и покрытия
- Квазикристаллические материалы
- Атомная и электронная структура
- Механосинтез, механическое легирование
- Магнитные свойства частиц от нано- до макродиапазона
- Механические, химические свойства, фазовые превращения
- Теоретическое и компьютерное моделирование
- Ближайшие и долгосрочные перспективы



<http://ismanam2016.org/>