

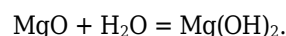
УДК 666.76:621.365.2.001.5

ВЛИЯНИЕ ВЛАГИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГНЕУПОРА МАГНЕЗИАЛЬНОГО СОСТАВА И МЕТОДЫ, УВЕЛИЧИВАЮЩИЕ ВЛАГОСТОЙКОСТЬ ОГНЕУПОРА

Проведено изучение влияния влаги и окружающей среды на прочностные свойства огнеупора магнезиального состава. Предложен метод увеличения влагостойкости огнеупора путем применения пропитки фосфатными связующими. По результатам работы определено, что наиболее эффективно алюмохромфосфатное связующее (АХФС). Промышленные испытания пропитанной этим связующим футеровки фурменного пояса горизонтального конвертера Кировградского медеплавильного завода показали увеличение срока службы на 12–15 %. Установлена целесообразность применения пропитанных огнеупоров в наиболее изнашиваемых частях футеровки тепловых агрегатов, таких как фурменная зона конвертеров, шлаковый пояс рудно-термических печей, шнуровые узлы электропечей.

Ключевые слова: фосфатные связующие, термостойкость, гидратация, удельная нагрузка, магнезиальный огнеупор.

Известно, что магнезиальный материал склонен к гидратации по реакции



При эксплуатации футеровок на основе огнеупоров магнезиального состава $\text{Mg}(\text{OH})_2$ при нагреве до 900 °С переходит в MgO пылевидной фракции, что ведет к снижению прочности кладки. Длительная доставка огнеупоров, например, в районы Крайнего севера, неудовлетворительные условия хранения, способствующие попаданию влаги из воздуха в готовые изделия, контакт магнезиальных изделий с водой при аварийных утечках из кессонов и других охлаждающих устройств способствуют ухудшению качества огнеупоров по сравнению с исходными показателями. Однако данных по изменению прочности огнеупоров в результате взаимодействия их с влагой в литературных источниках явно недостаточно.

Нами был проведен анализ изменения предела прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ огнеупоров в зависимости от продолжительности их хранения до установки в металлургические агрегаты. Это может быть хранение в складских помещениях заводов — изготовителей огнеупоров и металлургических комбинатов. Результаты исследо-

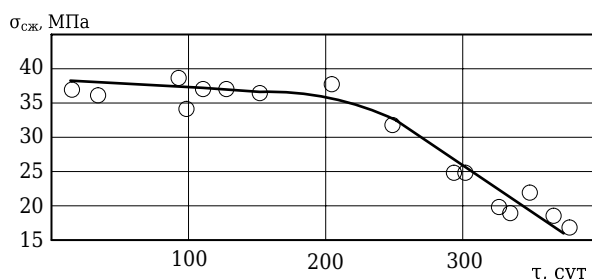


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ от продолжительности τ контакта огнеупора с влагой воздуха

ваний показывают, что с увеличением времени контакта магнезиального изделия с влагой воздуха механическая прочность его уменьшается (рис. 1) [1].

Для определения влияния влаги на прочностные характеристики огнеупора использовали исходные обожженные при 1530 °С магнезиальные образцы (ПХС) размерами 36×36×50 мм и образцы таких же размеров, пропитанные алюмохромфосфатным связующим (АХФС). Для пропитки обожженные образцы выдерживали в течение 0,5 ч в связующем и затем прокачивали при 900 °С. Подготовленные образцы помещали в емкость с водой на 1, 15, 30 сут. После выдержки в воде их вынимали и для удаления механически связанной воды просушивали при 150–200 °С в течение 0,5 ч, после чего образцы взвешивали. По разнице между конечной и исходной массой образца судили о количестве образованного $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Данные экспериментов, приведенные в табл. 1 и 2, показывают, что ко-



А. В. Гуляева
E-mail: a.gulyaewa2012@yandex.ru

Таблица 1. Испытание исходных образцов магнезиального состава на гидратацию

Масса образца, г		Увеличение массы		Средний прирост массы, %
начальная	конечная	абсолютное ΔP, г	относительное ΔP/P, %	
<i>Выдержка в воде 1 сут</i>				
190,5	190,5	0	0,10	0,08
158,0	158,0	0	0,0	
186,7	187,0	0,3	0,16	
167,4	167,5	0,1	0,05	
<i>Выдержка в воде 15 сут</i>				
183,0	183,6	0,6	0,32	0,28
149,6	150,1	0,5	0,33	
207,0	207,9	0,9	0,32	
145,8	146,1	0,3	0,23	
<i>Выдержка в воде 30 сут</i>				
187,0	188,2	1,2	0,64	0,55
147,8	148,4	0,6	0,51	
224,0	225,1	1,1	0,71	
161,5	167,1	5,6	0,46	

Таблица 2. Испытание пропитанных фосфатным связующим магнезиальных образцов на гидратацию

Испытание	Масса, г, образца		
	1	2	3
До пропитки АХФС	180,3	204,0	204,0
После АХФС	186,2	211,5	210,0
С сухими АХФС после выдержки в воде, сут:			
1	182,1	207,1	207,1
15	183,6	207,9	207,9
30	184,7	208,2	—

личество образовавшегося $Mg(OH)_2$ возрастает с 0,08 % после 1 сут выдержки в воде до 0,28 и 0,55 % после 15 и 30 сут соответственно. Предел прочности при сжатии уменьшается с 27,8 МПа у исходного материала до 15,25, 13,6 и 11,7 МПа соответственно (табл. 3).

При этом необходимо отметить, что с увеличением продолжительности выдержки в воде прочность у пропитанных фосфатной связкой огнеупоров практически остается постоянной. Это, вероятно, можно объяснить дополнительным цементирующим действием, оказываемым на крупные зерна периклаза.

В то же время крупные зерна у пропитанного огнеупора находятся в оболочке сухого фосфатного связующего, что препятствует взаимодействию воды с оксидом магния. Параллельно показано, что прочность пропитанного фосфатом (АХФС) огнеупора примерно на 30 % выше, чем

Таблица 3. Предел прочности при сжатии исходных и пропитанных АХФС образцов магнезиального состава после выдержки в воде

Образец*	Размеры образцов, мм		Площадь контакта с водой S, см ²	Предел прочности при сжатии σ, МПа	Примечание
	a, основание	b, высота			
<i>Исходные образцы</i>					
1ф	37,4	51,0	18,6	52,12	σ _{ср} = 27,8 ± 4,23 МПа
2	37,8	41,0	15,6	31,03	
3ф	50,0	38,3	19,0	34,53	σ _{ср/ф} = 39,5 ± 6,35 МПа
4	37,0	37,7	14,1	19,50	
5ф	51,9	39,5	20,8	31,88	
6	44,0	36,7	16,3	33,07	
<i>Образцы после выдержки 1 сут</i>					
7ф	38,8	35,4	13,4	30,45	σ _{ср} = 15,25 ± 1,7 МПа
8	41,7	36,2	15,1	15,56	
9ф	54,3	36,3	19,4	12,73	σ _{ср/ф} = 27,7 ± 7,98 МПа
10	39,0	39,9	15,6	12,88	
11ф	51,8	37,5	16,2	39,95	
12	37,5	43,1	15,9	18,81	
<i>Образцы после выдержки 15 сут</i>					
13ф	52,2	38,5	19,8	18,59	σ _{ср} = 13,6 ± 2,55 МПа
14	40,1	39,3	15,6	8,72	
15ф	51,0	41,9	21,4	27,10	σ _{ср/ф} = 25,16 ± 3,37 МПа
16	40,2	33,2	13,2	14,77	
17ф	52,3	36,6	19,2	29,79	
18	39,1	38,0	14,8	17,34	
<i>Образцы после выдержки 30 сут</i>					
19ф	51,4	40,6	21,3	19,91	σ _{ср} = 11,7 ± 2,66 МПа
20	37,1	40,0	14,8	9,53	
21ф	50,3	39,0	19,5	21,18	σ _{ср/ф} = 22,9 ± 2,46 МПа
22	42,6	39,8	17,2	8,61	
23ф	50,7	38,4	19,4	27,84	
24	31,0	40,6	12,7	17,01	

* Буквой ф отмечены образцы, пропитанные АХФС, эти образцы подвергнуты обжигу в течение 0,5 ч при 900 °С.

у исходного материала. Связующее АХФС было выбрано из ряда связующих, так как лучше заполняет поры (рис. 2). Дополнительная предварительная пропитка АХФС увеличивает стойкость магнезиального огнеупора при гидратации, при этом σ_{сж} при выдержке в воде в течение 1, 15 и 30 сут составляет 27,7, 25,2 и 23,0 МПа соответственно.

Проводились также испытания на термостойкость. Термостойкость огнеупора, пропитанного АХФС, в 3,5 раза выше, чем непропитанных (табл. 4).

Таблица 4. Термостойкость периклазохромитового огнеупора (ПХС)

Образец	Количество водяных теплосмен до разрушения исходного образца (среднее 2,5)	Количество водяных теплосмен до разрушения исходного образца, пропитанного АХФС (среднее 8,75)	Примечание
ПХС-1	2	10	Термостойкость пропитанных АХФС образцов выше $8,7 : 2,5 = 3,5$
ПХС-2	3	9	
ПХС-3	3	7	
ПХС-4	2	9	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, огнеупоры магниезиального состава могут быть использованы после контакта с водой или влагой воздуха в футеровке металлургических агрегатов. Экспериментально выявлено, что после выдержки в течение 1 сут огнеупоры магниезиального состава могут быть использованы в рабочих слоях футеровок без снижения стойкости кладки, после выдержки в воде 15–30 сут могут быть использованы во вторых, третьих окатах футеровки (подина, стены).

Хорошей пропитывающей способностью обладает АХФС, плотность пропитанного фосфатами магниезиального огнеупора возрастает, а пористость падает. Испытания показали, что увеличение стойкости футеровок фурменного пояса горизонтального конвертера Кировградского медеплавильного завода составило 12–15 %. Предварительная пропитка в фосфате также увеличивает стойкость магниезиального огнеупора к гидратации, механическую прочность на 15–20 %, термостойкость возрастает в 3 раза.

Пропитанные фосфатной связкой или АХФС магниезиальные изделия целесообразно приме-

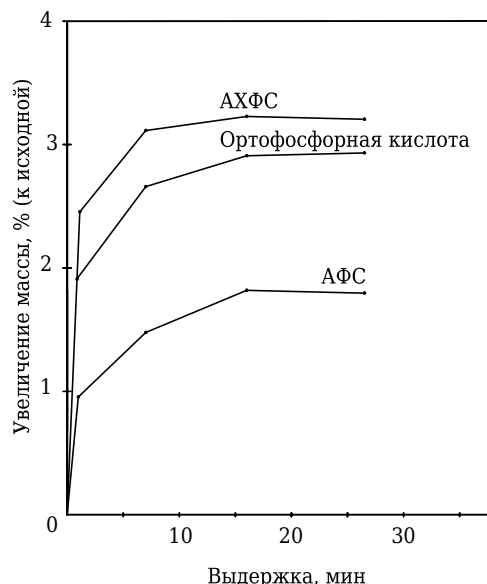


Рис. 2. Кинетика пропитки фосфатами (указаны на кривых) магниезиальных огнеупоров

нять в наиболее изнашиваемых частях футеровки, таких как фурменная зона конвертеров, шлаковый пояс рудно-термических печей, шпуровые узлы электропечей.

Библиографический список

1. **Словиковский, В. В.** Технологические свойства магниезиальных огнеупоров / В. В. Словиковский, В. В. Чунаев, О. Д. Демина // Цветная металлургия. — 1984. — № 3. — С. 71–72.
 2. **Словиковский, В. В.** Изучение процесса пропитки фосфатами огнеупорных изделий / В. В. Словиковский, В. В. Каршавин, В. А. Лебедев [и др.] // 5-я региональная научно-практическая конференция «Алюминий Урала-2000», г. Краснотурьинск, 2000. — С. 211, 212.

3. **Словиковский, В. В.** Изучение влияния влаги на прочностные характеристики огнеупоров магниезиального состава / В. В. Словиковский, К. С. Морозова, Н. С. Медведев // Сб. трудов 7-й международной конференции молодых ученых по приоритетным направлениям развития науки и техники. Программа УМНИК, г. Екатеринбург, УрФУ, 2010. ■

Получено 18.12.12
 © А. В. Гуляева, 2014 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

9-я Международная выставка «Керамика Индии»

26–28 февраля 2014 г. г. Ахмедабад, Индия

www.indian-ceramics.com

INCORPORATING

National & International Ceramic Industry Suppliers Expo