

РЕМОНТ ФУТЕРОВОК ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ЖАРОСТОЙКИМИ КОМПОЗИТАМИ С ПОМОЩЬЮ ПРОПИТОЧНО-ОБМАЗОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

REPAIR OF THERMAL UNITS REFRACTORY COMPOSITES USING IMPREGNATING-COATING TECHNOLOGY

Соколова С.В. (САМГУПС, г. Самара, РФ)

Sokolova S.V. (the Samara state University of means of communication)

В связи с истощением запасов природных сырьевых ресурсов (каолинов) для производства штучных огнеупоров предлагается новая технология структурно-химической модификации традиционных шамотных изделий, позволяющая повысить их физико-термические параметры, в том числе термостойкость.

In view of the depletion of natural raw materials (kaolin) for the production of piece refractories, we propose a new technology of structural and chemical modification of traditional fireclay products, allowing to increase their physical and thermal parameters, including heat resistance.

Ключевые слова: *огнеупоры, фосфатные растворы, модификация, термостойкость, отход*

Key words: *refractories, phosphate solutions, modification, heat resistance, waste*

Современные тепловые агрегаты, применяемые в разных отраслях промышленности, представляют собой крупные инженерные сооружения, работающие в сложных температурных условиях, в различных агрессивных средах, вызывающих изменение физико-механических свойств огнеупорных материалов, а также значительные напряжения и деформации конструкций в целом. Отсюда сравнительно быстрый выход из строя тепловых агрегатов, выполненных из штучных огнеупоров, необходимость их ремонта, расход большого количества дорогостоящих огнеупоров и значительные затраты труда высококвалифицированных рабочих. Строительство различных тепловых агрегатов, а также несущих конструкций в условиях одновременного воздействия высоких (постоянных и переменных) температур и агрессивных сред, требует увеличения выпуска жаростойких материалов, которые позволили бы увеличить срок службы тепловых агрегатов. В связи с этим весьма актуальной является разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий ремонта футеровок, что обусловит экономию сырья, топлива, энергии и применения отходов различных производств.

Разработан способ ремонта футеровки тепловых агрегатов жаростойким бетоном. Технический результат достигается тем, что перед нанесением специального состава поверхность футеровки обрабатывают 50-70% раствором ортофосфорной кислоты или кислых фосфатов, затем наносят мелкозернистую жаростойкую бетонную смесь, после затвердевания которой полученный слой пропитывают 50-70% раствором ортофосфорной кислоты или кислых фосфатов с последующей термообработкой при первом пуске и выводе на режим теплового агрегата. При сушке и термообработке происходит взаимодействие фосфатных растворов с составляющими оксидами и минералами затвердевшего

жаростойкого бетона с образованием стабильных тугоплавких фосфатов металлов. В основе научного подхода к применению жидких фосфатов при ремонте футеровок лежит их химическая активность к взаимодействию со многими неорганическими соединениями (оксиды, силикаты, алюминаты и т.д.). Фосфатные связующие были выбраны в качестве растворов-модификаторов потому, что все они имеют высокую температуру плавления. Температура плавления фосфатов, в частности трехзамещенных, зависит от многих структурно-энергетических характеристик. Фосфаты по условию образования представляют собой неорганические полимеры. Основным структурным элементом фосфатов служит группа PO_4^{3-} , которая на поверхности имеет один атом кислорода, соединенный двойной связью с центральным атомом фосфора. Такое строение придает поверхности жаростойких бетонов на фосфатной связке несмачиваемость различными расплавами. Поэтому ортофосфорную кислоту и связки на ее основе предпочтительно применять в качестве раствора для образования прослойки между старой кирпичной и новой бетонными футеровками. Из предлагаемых составов мелкозернистых плотных шамотных бетонов были приготовлены опытные образцы на двух типах вяжущих: I серия - на портландцементе для ремонта футеровки подготовительного барабана вращающейся керамзитобжигательной печи; II серия - на жидком стекле для ремонта футеровки обжигового барабана печи. Составы разработанных бетонов для ремонта футеровок приведены в табл.1.

Таблица 1-Составы бетонных смесей

№ состава	Состав бетонной смеси	кг/м ³
1	Портландцемент, ПЦ-400-Д-20	150
	Керамзитовая пыль, фр. 0,14-1,25	150
	Шамотный щебень, фр. 5-10	750
	Вода	250
2	Отработанный алюмохромистый катализатор, ИМ-2201	300
	Глиноземистый цемент	100
	Шамотный щебень, фр. 5-10	650
	Шамотный песок, фр. 0,14-5	750
	Жидкое стекло, (плотн. 1,36 г/см ³)	350

Поверхностная пропитка жаростойких бетонов ортофосфорной кислотой позволила повысить их эксплуатационную прочность в 1,6 раза. Физико-термические характеристики жаростойких бетонов представлены в таблице 2.

Таблица 2- Физико-термические характеристики жаростойких бетонов

№ п/п	Средняя плотность, кг/м ³ в сухом состоянии	Предел прочности при сжатии, МПа / Предел прочности сцепления покрытия	
		После обжига при рабочей температуре	После пропитки H_3PO_4 с нанесением обмазки и обжига

Состав № 1	1220	5,56 (лаб. печь) / 2,98	9,1 (лаб. печь) / 3,04
		5,5 (пром. печь) / 2,74	8,8 (пром. печь) / 2,81
Состав № 2	2060	26,5 / 5,5	42,6 ,5,64

Предлагаемый способ позволяет ремонтировать футеровки при нормальной температуре, что делает его наиболее эффективным и безопасным с точки зрения технологии производства, может быть использован для ремонта футеровок тепловых агрегатов в условиях температур до 1700°C, является недорогим среди известных способов.

В настоящее время для кладки футеровок печей и других тепловых агрегатов используются в основном штучные керамические огнеупоры. Известно, что огнеупорные материалы на основе фосфатных связок имеют высокие физико-термические показатели и повышенную химическую стойкость ко многим агрессивным средам. На основе ортофосфорной кислоты и шлама щелочного травления алюминия возможно получение ряда алюмофосфатных связок (АФС), которые образуются по следующим реакциям:

1) $(Al(OH)_3 / 21\%) + (3H_3PO_4 / 79\%) = (Al(H_3PO_4)_3 / 85,5\%) + (3H_2O / 14,5\%)$ (алюмофосфатная связка (АФС) -1);

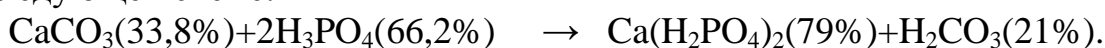
2) $(Al(OH)_2 / 34,6\%) + (3H_3PO_4 / 65,4\%) = (Al(H_3PO_4)_3 / 68,4\%) + (6H_2O/31,6\%)$ (алюмофосфатная связка (АФС) – 2).

В наших разработках по синтезированию фосфатных связующих такие технические продукты, как $Al(OH)_3$; $CaCO_3$; $MgCO_3$ и другие были заменены соответствующим шламовым сырьем, а именно, алюмощелочным шламом с самарского металлургического завода, где основная масса представлена гидроксидом $Al(OH)_3$ и карбонатным шламом водоочистки, состоящим в основном из $CaCO_3$. Химический состав шлама щелочного травления алюминия представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав шлама щелочного травления алюминия с Самарского металлургического завода

Содержание, масс. %							
Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O	п.п.п.	Σ
44,1	0,8	1,4	6,6	0,58	10,73	35,31	100,32

Синтезирование фосфатной связки на основе карбоната кальция протекает по следующей схеме:



На Самарском металлургическом заводе функционируют современные очистные сооружения по очистке технических сточных вод. В частности, алюмощелочной шлам с целью нейтрализации смешивается с карбонатным в жидком суспензионном состоянии, а затем после отстоя образующийся осадок отжимается с помощью фильтр-пресса и отправляется на полигон для захоронения. Данный шлам согласно химическому составу относится к алюмокальциевому (табл. 4).

Таблица 4 - Химический состав алюмокальциевого шлама с очистных сооружений Самарского металлургического завода

Содержание, масс. %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	п.п.п.	Σ
8,16	14,6	0,8	26,32	8,24	1,58	1,36	38,88	99,94

По способу образования, значениям удельной поверхности частиц, данные шламы можно отнести к нанотехнологичному сырью. Применение шлама щелочного травления алюминия в смеси с ортофосфорной кислотой позволяет получить высококачественные алюмофосфатные связки типа Al(H₂PO₄)₃. В результате смешивания шлама с ортофосфорной кислотой происходит экзотермическая реакция между минеральными составляющими нанотехногенного отхода с H₃PO₄. Выбор оптимальной концентрации ортофосфорной кислоты и необходимый расход шлама для синтезирования связки производили опытным путем, исходя из полноты взаимодействия порошковой составляющей с жидкостью затворения. Таким образом, применение нанотехногенного сырья в процессах синтезирования фосфатных связок позволило исключить в технологии получения алюмокальцийфосфатной связки весьма сложные химические способы, как восстановление Cr₂O₃ в производстве АХФС. Для доказательства данной теории нами были проведены эксперименты по применению АХФС и АКФС в составах огнеупорных футеровочных материалов.

Список использованных источников

1. Соколова С.В. Структурно-химическая модификация безобжиговых огнеупоров с целью повышения их стойкости и долговечности // Строительный вестник Российской инженерной академии. Вып. 11.- М., 2010.- С.104-107.
2. Хлыстов А.И., Соколова С.В., Коннов М.В., Е.А. Чернова, В.А. Широков. Синтезирование фосфатных связующих на основе минеральных шламовых отходов // Огнеупоры и техническая керамика.- М., 2013.- С. 77-30.