

УДК 691.3.32

## ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Константинова А.В., Коханова Д.Д.

Научный руководитель канд. техн. наук Шевченко В.А.

*Сибирский федеральный университет*

Цветная металлургия – крупнейший потребитель минеральных ресурсов. Повышение полноты и комплексности использования сырья является одной из главных проблем технического прогресса в цветной металлургии, практическое решение которой связано с увеличением уровня производства металлов, объемов переработки отходов и охраной природы.

Красноярский завод цветных металлов объединяет комплекс по переработке драгоценных металлов: золота, платины, палладия, иридия, родия, рутения, осмия и серебра. В результате производственной деятельности завода - процессе аффинажа платиновых металлов образуются маточные растворы, содержащие, в основном, ионы железа, натрия, аммония, хлора и сульфат-ионы. Жидкие отходы представляют собой высокоминерализованные стоки, которые содержат весь комплекс солей, используемых в настоящее время предприятием, а также катионы тяжелых металлов и железа, содержащиеся в сырье или используемые в технологическом процессе. Технология очистки таких стоков заключается в обработке известковым молоком, отдувке в газовую фазу аммиака и фильтрование пульпы. В результате обезвреживания образуется раствор, содержащий в основном хлориды натрия и кальция, а также твердый продукт (кек), состоящий в основном из сульфата кальция, гидроксидов железа и карбонатсодержащих компонентов. В настоящее время твердые отходы захораниваются в специальном хранилище, а стоки направляются на городские очистные сооружения.

По агрегатному состоянию кеки представляют собой пастообразную эластичную массу с влажностью 67...70%. Технологичность кеков связана с их высокой дисперсностью, гомогенностью и относительным постоянством состава.

Анализ состава и свойств показал, что техногенные отходы, образовавшиеся в результате производственной деятельности близки к природному сырью, а по технологическому качеству иногда и превосходят их.

Состав проб кеков определяли в лаборатории физико-химических исследований СФУ комплексным методом с использованием рентгенофазового, дифференциально-термического анализов. Результаты определения химического и минералогического состава кеков представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический и минералогический состав кеков

№ пробы	Содержание оксидов, масс. %			п.п.п.
	CaO	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
1	23,45	12,63	16,73	20,7
2	30,83	10,88	15,36	20,4
3	24,15	13,59	16,90	21,2
4	27,68	12,78	17,41	21,5
5	28,44	15,66	21,43	20,8
6	23,22	28,36	16,24	21,9

Для изучения минералогического состава пробы подсушивались и измельчались в агатовой ступке до полного прохождения через сито №008. На дифрактограммах во

всех пробах четко идентифицируются пики двухводного гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и полуводного гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ). Отмечено также присутствие в пробах кека карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ , образовавшегося в результате карбонизации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  на воздухе. На дериватограммах исходных кеков имеются выраженные эндоэффекты с максимумами при 160...170 и 210...220 °С, характерными для ступенчатой дегидратации гипса, а также при 770°С, обусловленной диссоциацией  $\text{CaCO}_3$ .

Цель настоящих исследований заключалась в изучении возможности использования модифицированного кека завода цветных металлов в качестве компонента сухих строительных смесей для штукатурных работ взамен части вяжущего.

Для достижения поставленной цели исследования проводились по следующим направлениям:

- изучение свойств модифицированного кека представленных проб;
- исследование возможности применения модифицированного кека в составах на цементном вяжущем;
- исследование возможности применения модифицированного кека в составах на гипсовом вяжущем.

В качестве сопутствующих материалов использовали портландцемент М400 Красноярского цементного завода, строительный гипс марки Г 4 и песок Терентьевского карьера. Свойства материалов представлены в табл. 2, 3 и 4.

Таблица 2

#### Физико-механические свойства цемента

Вид цемента марка	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, час.-мин.		Предел прочности, МПа	
		начало	конец	при изгибе	при сжатии
М 400 Д 20	26,25	2-20	5-20	7,65	39,4

Таблица 3

#### Физико-механические свойства гипсового вяжущего

Марка гипса	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, мин.		Предел прочности, МПа	
		начало	конец	при изгибе	при сжатии
Г 4	64	9	22	2,26	4,7

Таблица 4

#### Зерновой состав песка

Размер отверстия сит, мм	Частный остаток на ситах,		Полный остаток на ситах, %
	г	%	
1,25	-	-	-
0,63	5,0	0,5	0,5
0,315	230,0	23,0	23,5
0,14	630,0	63,0	86,5
дно	135,0	13,5	100,0

Результатами исследований было выявлено влияние расхода кека на прочность цементно-кекового и гипсо-кекового вяжущего в составе сухих строительных смесей.

В дальнейших исследованиях были разработаны составы сухих строительных смесей на модифицированных и белых кеках, которые могут быть использованы взамен дорогостоящих компонентов-пластификаторов (известки, глины) при сохранении необходимых технических и эксплуатационных свойств.