

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ХВОСТАМИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД И КЛИНКЕРОМ УКСЦК

На основании выполненных научно-исследовательских, опытно-промышленных испытаний получены новые результаты в решении крупной технологической и эколого-экономической задачи в использовании токсичных отходов переработки полиметаллических руд и клинкера УКСЦК.

Были проведены исследования по уточнению технологических параметров и механизм получения аглопорита из клинкеров от вельцевания свинцово-цинковых кеков УКСЦК и роли углерода, известняка, фосфогипса и хлористого кальция в нем. Исходный клинкер вельцевания цинковых кеков УКСЦК характеризуется высоким содержанием углерода (до 22%) и необходим для получения аглопорита количеством основных и кислых оксидов. Однако, так же как при получении керамзита, с целью интенсификации процесса хлоридовозгонки цветных металлов и увеличении степени пористости структур продуктов

обжига были проведены предварительно исследования по оптимизации состава шихты и условий обжига.

При обжиге в две стадии вначале нагревали до температуры 700–800 и 1000–1100 °C на агломерационной установке. Исследования показали, что при обжиге и постстадийном режиме оптимальной является шихта с добавкой фосфогипса в количестве 30% (от общей массы шихты) и 6%  $\text{CaCl}_2$ .

Снижение содержания фосфогипса менее 25% приводит к увеличению объемно-насыпного веса аглопорита и снижению степени извлечения цветных и благородных металлов в оксихлоридные возгоны, а увеличение фосфогипса более 25–30% повышает долю нерудной части шихты и не приводит к существенному увеличению качественной характеристики аглопорита.

Физико-механические свойство аглопоритного щебня, полученного при оптимальных количествах

**Физико-механические свойства полученного аглопоритового щебня  
на основе клинкера УКСЦК с добавкой 30% фосфогипса и 6% CaCl<sub>2</sub>**

Показатели	Фракции, мм		
	5–10	10–20	20–40
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,51	2,24	1,84
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	623	505	454
Объем межзерновых пустот, %	60	55	48
Пористость зерен, %	52,5	51	47
Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup> зерен	1,32	1,24	1,18
Водопоглощение, % за:			
- 1 час	11,0	10	4
- 48 часов	13,5	11	7
Прочность по ГОСТу, МПа	0,62	0,5	0,5
Потери массы щебня (%) после прокаливания	1,6	1,8	1,0
Испытания на силикатный распад	0,5	0,4	0,4
Испытания на железистый распад	1,4	1,3	0,9
Испытания в растворе Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,6	0,3	0,4
Попеременное замораживание и оттаивание при 15 циклах (Мрз 15)	3	4	6

в шихте фосфогипса и хлористого кальция приведены в табл.

Уточнение кинетики и механизма процесса хлоридвоздонки и пористой структуры продукта было проведено при помощи снятия кинетических кривых. Опыты проводили при температурах 800, 900, 1000 и 1100 °С. Экспериментальные данные были обработаны по уравнению Павлюченко М. М.:

$$1 - \sqrt[3]{1 - \alpha} = K \sqrt{t}, \quad (1)$$

рекомендуемое для оценки топохимических процессов, протекающих в диффузионном режиме. Низкая величина «кажущейся» энергии активации хлорирования соединений свинца (45,6 кДж/моль), цинка (48,9 кДж/моль) свидетельствуют о диффузионном режиме процесса в исследуемом интервале температур. Результаты дифференциально-термического и микроскопические процессы и их последовательность при переработке руды «Ушкатын» и клинкеров от вельцевания на пористые заполнители и концентрат цветных металлов.

При температуре до 1000 °С удаляется гигроскопическая влага, происходит деструкция и окисление органического вещества, разлагается хлористый кальций с выделением газообразного Cl<sub>2</sub> и HCl, отмечается ступенчатая дегидратация и аморфизация глинистых минералов и начало кристаллизации и вновь образующихся соединений – гематита, силлиманита. При повышении

температуры выше 1100 °С интенсифицируются твердофазные реакции и в процессе обжига происходит селективное хлорирование и извлечение цветных и благородных металлов в хлоридные возгоны.

Таким образом, проведенные термодинамические, кинетические и физико-химические исследования синтеза минералов керамзита и аглопорита при хлорировании цветных металлов позволили целенаправленно подойти к решению технологических вопросов, связанных с получением керамзита на основе руды «Ушкатын-І», и аглопорита из продуктов вельцевания УКСЦК.

Поэтому экономическая оценка использования породы как промышленного сырья должна содержать в себе экологическую составляющую, то есть снижение ущерба, среди, в частности, уменьшение экологических начислений за отвод земельных участков и размещения на них породных отвалов.

Воздействие промышленных отходов на природный ландшафт Жайремского месторождения «Ушкатын-1» и клинкера УКСЦК связано так же непосредственно с нарушением почвенного покрова выведением из хозяйственного оборота части сельскохозяйственных земель под заложение на них породных отвалов и строительство хвостохранилищ.

Необходимо, тем не менее, признать, что современная экологическая наука не всегда в

состоянии описать сложный механизм взаимодействия множества эколого-биологических процессов и предсказать результаты, связанные с развитием процессов в перспективе.

Поэтому итоговая величина и состав нанесенного ущерба окружающей среде и здоровью людей непредсказуемые и не могут рассматриваться как сумма кумулятивного эффекта. Все эти обстоятельства значительно усугубляются тем, что экологическое состояние атмосферы, гидросфера, литосфера находятся в неразрывной причинно-следственной зависимости.

По экологическим соображениям и с целью упрощение аппаратурной схемы выбран мокрый способ производства керамзита и разработаны аппаратурно-технологические схемы получения керамзита и аглопорита из полиметаллического сырья.

Укрупненно-лабораторные опыты по получению аглопорита проводили на агломерационной чаше, с внутренним диаметром 500 мм и высотой 300 мм.

Обогрев шихты проводили природным газом. Шихту в агломерационную чашу загружали гранулированной. После зажигания шихты температуру в слое поддерживали в пределах 800–1100°C. Газы отводили по короткому газоходу и после системы улавливания хлоридных возгонов отводили в атмосферу. В ходе испытания установлено, что наиболее полному выделению свинца, цинка, меди, серебра и золота в хлоридные возгоны и получению аглопорита с удовлетворительными физико-механическими данными отвечает шихта следующего состава: клинкер УКСЦК – 66%, фосфогипс – 31%, хлористый кальций – 3%. Выход продуктов после обжига составил, %: 65,2 – аглопорита, 3,7 – хлоридных возгонов, 28,2 – газов. Извлечение Pb, Zn, Cu, Ag,

Au в хлоридные возгоны составило соответственно; %: 85,2; 76,3; 74,0; 98,6; 99,2.

По результатам проведенных укрупненно-лабораторных испытаний установлены следующие параметры процесса. Общее содержание углерода в исходный шихте – 22–24%; влажность шихты – 10%; высота спекаемого слоя – 200–250 мм, разряжение в период спекания шихты – около 300 мм вод. ст., температура зажигания верхнего слоя шихты – 1000–1100°C. При указанных параметрах процесса удельная производительность установки составила 0,4–0,5 м<sup>3</sup>/ч.

По результатам исследований на Алмалыкском кирпичном заводе в цехе производства аглопорита проведены полупромышленные испытания окислительно-хлорирующего обжига на основе клинкеров от вельцевания цинковых кеков УКСЦК с одновременным получением аглопорита и хлоридных возгонов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1025154 (СССР). Способ переработки полиметаллического сырья / Тлеуколов О.М., Лерке П.П., Халмирова З.Б.
2. А.с. 1243305 (СССР). Шихта для получения пористого заполнителя / О. М. Тлеуколов, П. П. Лерке, З. Б. Халмирова.
3. Морозов И.С. Применение хлора в металлургии редких и цветных металлов. М.: Наука, 1966.
4. Ротинян А.П. Б. В. ЖОХ. 1949. Т. 19.
5. Ахмедов М.А., Атакулов Т.А. Фосфогипс, исследование и применение. Ташкент: ФАН, 1980.

#### Резюме

Қоршаған ортаға мен адам денсаулығына өнеркәсіпте аглопорит және керамзит алудын сулы түрде алу тәсілінің аппаратуралық-технологиямен схемасы көрсетілген. Алынған аглопориттің физика-механикалық қасиеті мен кинетикасы және механизмнің эксперименталды нәтижесі көлтірлген.

КазНУ им. аль-Фараби

Поступила 10.05.08г.