

ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛИНИСТО-СОЛЕВЫХ ШЛАМОВ

ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛІЙ» В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРБЕНТОВ РАДИОНУКЛИДОВ

CHEMICO-MINERALOGICAL BASIS OF CLAY-SALT SLIMES USING OF JSC "BELARUSKALI" AS A RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF SORBENTS OF RADIONUCLIDES.

Москальчук Л.Н., Баклай А.А., Леонтьева Т.Г.

*ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны»
НАН Беларуси, e-mail: leonmosk@tut.by, L.Maskalchuk@sosny.bas-net.by*

В результате хозяйственной деятельности ОАО «Беларуськалий» по добыче и переработке сильвинитовых руд в Солигорском промышленном районе на начало 2012 года общее количество отходов в солеотвалах и шламохранилищах составляет 832,3 млн. т. (по данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь). Среди них общее количество глинисто-солевых шламов (ГСШ) составляет более 99,7 млн. т. При этом объемы накопленных отходов на полигонах хранения постоянно увеличиваются (ежегодно на 1,5–3 млн. т). По сравнению с 1995 годом общее количество ГСШ в шламохранилищах возросло на 37,2 млн. т.

В 2011 году наблюдалось снижение уровня переработки и вторичного использования отходов калийного производства (по сравнению с 2010 годом). Так из 26,0 млн. т. образовавшихся в 2011 году галитовых отходов было использовано лишь 3,1% (812,7 тыс. т галитовых отходов реализовано в основном коммунальным службам Беларуси, Украины, России и Молдовы). Глинисто-солевые шламы в 2011 году, как и ранее, не использовались.

Согласно оценкам национальных и международных экспертов промышленные отходы (галитовые и глинисто-солевые шламы), складированные на поверхности земли в Солигорском промышленном регионе, представляют значительную экологическую опасность. Учитывая данное обстоятельство, сложившаяся ситуация с размещением на поверхности земли промышленных отходов ОАО «Беларуськалий» оценена учеными и экспертами в области окружающей среды как критическая и требующая принятия кардинальных мер по дальнейшему предотвращению загрязнения окружающей среды.

Многочисленными научными исследованиями образцов ГСШ (отобранных из шламохранилища 3-го рудоуправления ОАО «Беларуськалий») установлено, что по физическим свойствам ГСШ относятся к глинистым материалам. Твердая фаза ГСШ представляет собой тонкодисперсную фракцию: частицы размером менее 20 мкм составляют 70%, удельная поверхность составляет 40–45 м²/г. Химический состав образцов ГСШ (твердой фазы) изучен с помощью водной и соляной вытяжек, а нерастворимая часть – рентгенофазовым анализом. Химический анализ водной вытяжки твердой фазы ГСШ показал, что в его состав входят хлориды калия и натрия, массовая доля которых составляет соответственно 13,5 и 20,2%, а также нерастворимый осадок, массовая доля которого составляет 58,1%.

В таблице 1 приведены данные элементного состава нерастворимого остатка образца ГСШ, отобранного из шламохранилища 3-го рудоуправления ОАО «Беларуськалий».

Таблица 1 – Элементный состав образца ГСШ 3 рудоуправления ОАО «Беларуськалий»

Наименование образца	Содержание, %						
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	MgO	Na ₂ O
Глинисто-солевой шлам	27,0±2,1	7,0±1,1	6,9±1,2	16,5±2,4	4,1±1,0	8,9±1,2	1,2±0,1

Рентгенофазовый анализ нерастворимого остатка показал, что основными компонентами ГСШ являются кальцит, доломит, монтмориллонит, иллит и кварц. Остальные минеральные фазы (биотит, калиевый полевой шпат, серицит) находятся в незначительном количестве. На микронном уровне образец ГСШ характеризуется пластинчатой структурой, характерной для глинистых минералов. Отличительной особенностью данного образца является постоянство морфологических особенностей по всей исследуемой пробе, что является определяющим фактором в обеспечении высокой степени сорбции радионуклидов и в особенности цезия.

Фиксирующая способность ГСШ по отношению к радионуклиду ^{137}Cs из растворов сложного химического состава составляет 75–84% от его исходного содержания, а потенциал связывания радиоцезия $\text{RIP}(\text{K}) - 6300$ мэв/кг. Специфический состав и физико-химические свойства ГСШ обуславливают возможность модификации и синтеза из них широкой гаммы материалов различного целевого назначения.

В последние десятилетия наряду с отходами химических производств серьезную опасность для человека и окружающей среды представляют значительные объемы радиоактивных отходов, накопившихся в результате эксплуатации АЭС, исследовательских реакторов и других ядерно-энергетических установок. Поэтому разработка дешевых и эффективных сорбционных материалов для извлечения радионуклидов из водных растворов имеет особую актуальность в связи с необходимостью решения ряда технологических проблем, связанных с переработкой и безопасным захоронением жидких радиоактивных отходов АЭС.

Анализ научно-технической литературы по результатам изучения структуры и сорбционных свойств природных минералов свидетельствует, что наиболее перспективными для извлечения радионуклидов цезия и стронция, а также наиболее токсичных трансураниевых элементов из жидких радиоактивных отходов являются алюмосиликаты (клиноптилолит, монтмориллонит, гидробионит, вермикулит, глауконит, иллит и др.). Поэтому для решения технологических задач АЭС по очистке жидких радиоактивных отходов, их иммобилизации и безопасному захоронению предполагается получать на основе ГСШ порошковые и гранулированные сорбенты радионуклидов.

В настоящее время для долговременного хранения низко- и среднеактивных отходов используются поверхностные хранилища. Их радиоэкологическая безопасность обеспечивается за счет высоких сорбционных свойств вмещающих пород и создаваемых инженерных барьеров (технических грунтов) с целью предотвращения возможной миграции радионуклидов. В мировой практике широкое распространение при создании инженерных барьеров получили бентонитовые глины, содержащие до 50–80% монтмориллонита. Благодаря наличию глинистых минералов ГСШ также могут служить эффективными противомиграционными материалами при создании инженерных барьеров и противодиффузионных экранов поверхностных хранилищ радиоактивных отходов.

В связи с имеющим место радиоактивным загрязнением почв и продолжающимся загрязнением окружающей среды радионуклидами в результате аварийных ситуаций на АЭС (авария на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1») разработка новых эффективных способов дезактивации (реабилитации) почв и безопасного захоронения радиоактивных отходов является весьма актуальной научной и прикладной задачей.

Для снижения миграции радионуклидов в почве и предотвращения загрязнения грунтовых и подземных вод радионуклидами, согласно многолетнему практическому опыту минимизации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, эффективными сорбентами и почвенными мелиорантами являются глинистые минералы слоистой структуры типа 2:1 (монтмориллонит, вермикулит, иллит и др.), калийные удобрения для ^{137}Cs и карбонатные породы для ^{90}Sr . Прочность фиксации радионуклидов в глинистых минералах почвы определяет уровень их дальнейшей миграции за пределы радиоактивно загрязненной зоны. Следовательно, повышение содержания глинистых частиц и слоистых минералов в

загрязненных ^{137}Cs почвах может быть одним из основных факторов, который будет способствовать необменной сорбции цезия в почвах.

Технология получения композиционных материалов (сорбентов) различного назначения из ГСШ основана на простых технологических операциях с использованием физико-химических методов. При этом технологическая схема получения композиционных материалов различного назначения включает в себя водную обработку и кислотную активацию ГСШ. Водная обработка приводит к выщелачиванию хлоридов калия и натрия и ГСШ может быть использован в составе мелиорант-сорбентов, предназначенных для реабилитации почв, загрязненных радионуклидами и мелиорации кислых почв. Обогащенные после водно-кислотной обработки ГСШ могут быть использованы в составе технического грунта. Выделенные из ГСШ после водно-кислотной обработки глинистые минералы (в основном иллит), могут быть использованы в качестве порошковых сорбентов для очистки жидких радиоактивных отходов, матрицы для иммобилизации радионуклидов, активной минеральной составляющей в гранулированном сорбенте, предназначенном для очистки жидких радиоактивных отходов от ^{137}Cs .

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь ежегодно в республику импортируется около 16,7 тыс. т бентонитовых глин, 6 тыс. т трепела, 377 тыс. т кварцевых песков и других природных материалов. Продукты на основе запасов ГСШ, накопившихся на ОАО «Беларуськалий» (при условии их переработки) в ряде случаев могут быть высококачественными заменителями импортируемых в республику вышеперечисленных материалов.

При этом использование ГСШ в качестве сорбентов радионуклидов различного целевого назначения будет иметь следующие экономические и экологические преимущества:

- ресурсосбережение (переработка и рациональное использование промышленных отходов);
- улучшение экологической ситуации в Солигорском промышленном районе;
- импортозамещение и низкая себестоимость за счет использования промышленных отходов и местного минерального сырья;
- соответствие разработанных сорбентов радионуклидов лучшим мировым аналогам.

Учитывая вышеизложенное, накопившиеся в Республике Беларусь отходы калийного производства (глинисто-солевые шламы) следует рассматривать как источник дешевого сырья для получения продуктов многоцелевого назначения: матричных материалов и сорбентов радионуклидов для иммобилизации жидких радиоактивных отходов, технических грунтов и барьерных материалов для безопасного хранения и захоронения радиоактивных отходов АЭС, мелиорант-сорбентов для реабилитации почв, загрязненных радионуклидами.