УДК 624.131

В.М.КНАТЬКО, Е.В.ЩЕРБАКОВА, Д.В.СМИРНОВА, Д.Э.АСРИЯН, В.А.ЮЛИН
Санкт-Петербургский государственный университет
М.В.КНАТЬКО, А.С.ИВАНСКИЙ
НТЦ «Технологии XXI века»

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ХЕМОСОРБЦИОННОЙ МИНЕРАЛЬНО-МАТРИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ КАРЬЕРНЫХ ВОД БОКСИТОВЫХ РУДНИКОВ

Рассмотрены физико-химические основы хемосорбционной минерально-матричной технологии очистки загрязненных вод бокситовых рудников. Экспериментально подтверждена эффективность применения новой технологии.

The paper deals with physical and chemical basis of chemosorption mineral-and-matrix technology to purify contaminated bauxite pit water. The efficacy of use of the new technology has been corroborated experimentally.

Карьерные воды бокситовых и других рудников отличаются большой степенью замутненности, обусловленной большим содержанием взвешенных веществ (до 160 мг/л и более), и различных загрязнителей (нефтепродуктов, АПАВ, оксидов металлов – железа, меди, цинка, алюминия, хрома, марганца и др.) в количествах, превышающих нормы ПДК рыбохозяйственных водоемов. Кроме того, показатель ХПК карьерных вод в ряде случаев превышает в десять и более раз нормы ПДК. Указанное обусловливает необходимость осветления и очистки карьерных вод физико-химическими методами с использованием различных коагулянтов и флокулянтов. Названные реагенты отличаются высокой стоимостью (особенно такой эффективный флокулянт как полиакриламид – ПАА), в связи с чем применение этих веществ, учитывая большие расходы карьерных и подотвальных вод бокситовых и других рудников (до 1000 $м^3$/ч и более), в ряде случаев технико-экономически не выгодно.

Для осветления и очистки загрязненных карьерных вод бокситовых рудников предлагается использовать минерально-матричную хемосорбционную технологию [1, 2]. Преимущества этой технологии заключаются в том, что для ее реализации используются природные алюмосиликаты, содержащиеся, например, в глинах, из которых после специальной обработки формируется предельно неравновесная минеральная система – сорбционно-активная паста (САП). Этот сорбент включает коллоидно-дисперсные и золь-гелевые фазы, а также химически активную минеральную матрицу, что обусловливает его высокую сорбционную емкость [3, 4]. Коагуляционное и флокуляционное действие САП на загрязненные воды обеспечивает осаждение взвешенных веществ благодаря взаимодействию с ними вышеуказанных сорбционно активных фаз сорбента. При этом достигается вовлечение взвешенных веществ в процессы сорбции загрязнителей при дальнейшем образовании равновесной минеральной системы на основе САП. Образовавшаяся минеральная система подвергается интенсивной седиментации, в результате чего достигается осветление и очистка карьерных вод.

Формирующийся в процессе седиментации взвешенных веществ и очистки воды осадок обладает способностью самопроизвольного омоноличивания в результате диа-

генетического обезвоживания, что приводит к его литификации. Образующаяся искусственная минеральная структура химически равновесная и вследствие этого практически не подвержена процессам десорбции загрязнителей и, следовательно, экологически безопасна, благодаря чему исключается необходимость специального захоронения или переработки получаемого осадка.

Для осветления и очистки карьерных вод расход САП из расчета соотношения твердого к жидкому составляет 1:(2000-3000), т.е. на 1 м^3 очищаемой воды расход вводимого сорбента составляет 0,3-0,5 кг в расчете на твердую фазу САП. Для приготовления САП используется литифицирующий порошковый концентрат (ЛПК), состоящий из смеси дисперсных алюмосиликатов (например, глины), извести, цемента и комплексообразующих добавок. Приготовление САП осуществляется путем затворения ЛПК водой с тщательным перемешиванием до получения вязкой пасты. Приготовленная САП может применяться непосредственно после перемешивания. Однако, следует иметь в виду, что по мере ее выдерживания в течение 1-2 суток обеспечивается повышение сорбционной емкости на 20-30 %, благодаря более полному осуществлению процессов гидролиза дисперсных алюмосиликатов. Как в первом, так и во втором случае производится контрольная проверка уровня pH САП (pH должно быть не менее 11). Приготовленная впрок САП должна храниться под слоем воды 2-3 см, что исключает возможность испарения из нее воды и обеспечивает сохранение вязкопластичного состояния (т.е. затормаживает процессы литификации САП и сохраняет сорбционную емкость составляющих ее фаз).

Внесение САП в очищаемую воду производится после ее разбавления карьерной водой в соотношении 1:10 – 1:15. Полученную разбавленную суспензию совмещают с очищаемой водой с помощью специальных устройств (типа турболизаторов). Совмещенная с САП вода поступает в котлован-отстойник (накопитель), где происходят процессы очистки и осветления воды, седиментация взвешенных частиц и формирование осадка.

Процесс осветления загрязненной воды после внесения суспензии наблюдается примерно через 0,5-2,5 ч. Средняя продолжительность времени осветления – очистки карьерной воды с помощью суспензий САП зависит от выбранного соотношения Т:Ж (твердого к жидкому) и режима опытов:

Т:Ж	1:1000	1:2000	1:3000	1:4000
t, ч.	0,5-0,8	1,5-2,0	2,5-3,5	4,0-6,0

В результате процесса седиментации происходит практически полное осветление карьерной воды (мутность менее 10).

Результаты лабораторных исследований качества осветления и очистки карьерной воды

Ингредиент	Исходная проба карьерной воды	Очищенная вода, Т:Ж = 1:2000	Очищенная вода, Т:Ж = 1:3000	ПДКРХ/ПДКСАНПИН*
Взвешенные вещества, мг/л	180,3	< 2	< 2	10,0/30,0
Мутность	184,6	4,2	4,7	
pH	7,1	7,8	7,5	6,5-8,5/6,5-8,5
ХПК, мгО/л	110,1	13,1	15,2	10,0/30,0
Азот аммонийный, мг/л	5,0	< 0,05	< 0,4	0,5/2,0
Железо, мг/л	2,8	0,24	0,28	0,1/0,3
Медь, мг/л	0,018	0,002	0,003	0,001/1,0
Цинк, мг/л	0,046	< 0,002	< 0,002	0,01/1,0
Алюминий, мг/л	0,48	0,06	0,04	0,04/0,5
Нефтепродукты, мг/л	0,27 (0,35)	0,13	0,15	0,05/0,3

* Обозначения в таблице: ПДКРХ – для рыбохозяйственных водоемов; ПДКСАНПИН – для водоемов культурно-бытового назначения.

Очищенная карьерная вода (см. таблицу) полностью отвечает нормам ПДК САНПИН и по большинству показателей отвечает требованиям ПДКРХ (для полного соответствия ПДКРХ требуется дополнительно пропускать очищенную воду через фильтры).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кнатько В.М.* Регенерация загрязненных вод новыми видами алюмосиликатных сорбентов / В.М.Кнатько, Е.В.Щербакова // Сергеевские чтения. Вып.3. ГЕОС. М., 2001.

2. *Кнатько В.М.* Преимущества минерально-матричной технологии регенерации загрязненных вод / В.М.Кнатько, Е.В.Щербакова, М.В.Кнатько // Вестник СПбГУ. Сер.7. Вып.4 (№ 31). 2001.

3. Патент № 2143403 (Российская Федерация). Способ очистки загрязненных вод поверхностных водоемов / В.М.Кнатько, Е.В.Щербакова, М.В.Кнатько // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам. 1999. № 36.

4. Патент № 2143316 (Российская Федерация). Сорбент на основе соединений алюминия / В.М.Кнатько, Е.В.Щербакова, М.В.Кнатько // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам. 1999. № 36.