

ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ДОБЫЧЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

В.И. Васильев, Е.А. Максимов

Представлен анализ технологий очистки шахтных вод, образующихся при добыче цветных и благородных металлов. Спроектирована и опробована опытная установка для очистки шахтных вод Кочкарского рудника. Приводятся результаты исследований. В качестве реагентов рекомендуется применять серноокислый алюминий, серноокисное железо, сернистое железо. Показано, что рекомендуемая горизонтальная скорость потока воды в многоярусном отстойнике – 5–6 мм/с. Продолжительность осветления воды при этих скоростях составляет 8–9 мин, что в несколько раз меньше времени отстаивания в горизонтальных отстойниках, используемых при традиционной технологии. Предлагаемая установка с применением многоярусных отстойников снижает капитальные вложения на строительство очистных сооружений рудника по сравнению с традиционной схемой. На 50–60 % сокращаются эксплуатационные расходы.

Ключевые слова: очистка шахтных вод, благородные металлы, производственная установка с многоярусным отстойником, реагентная обработка шахтных вод.

При добыче цветных и благородных металлов образуются шахтные воды, содержащие: грубодисперсные взвеси, карбонаты, бикарбонаты, хлориды, сульфаты, медь, цинк, нефтепродукты, мышьяк и др., которые подвергаются очистке перед их сбросом в открытые водоемы [1, 2]. По традиционной технологии для очистки шахтных вод применяется отстаивание с использованием реагентов [3, 4].

Исследования показали, что шахтные воды Зырянского рудника (Казахстан) загрязнены ионами: железа, меди, инка, грубодисперсными примесями, нефтепродуктами, мышьяком и их сброс вод в открытые водоемы без очистки не допустим. Для их очистки используются реагенты: смесь гидроокиси кальция и хлорного железа, а также известь. Однако, очищенные таким образом шахтные воды по основным компонентам не соответствуют нормативам [5].

Целью настоящего исследования является разработка производственной установки с одновременным использованием многоярусного отстойника и реагентной обработки шахтных вод, а также отработка оптимальных режимов очистки шахтных вод на установке с целью получения расчетных параметров для проектирования очистных сооружений Кочкарского рудника ОАО «Южуралзолото» (Челябинская область).

Опытная установка представлена на рис.

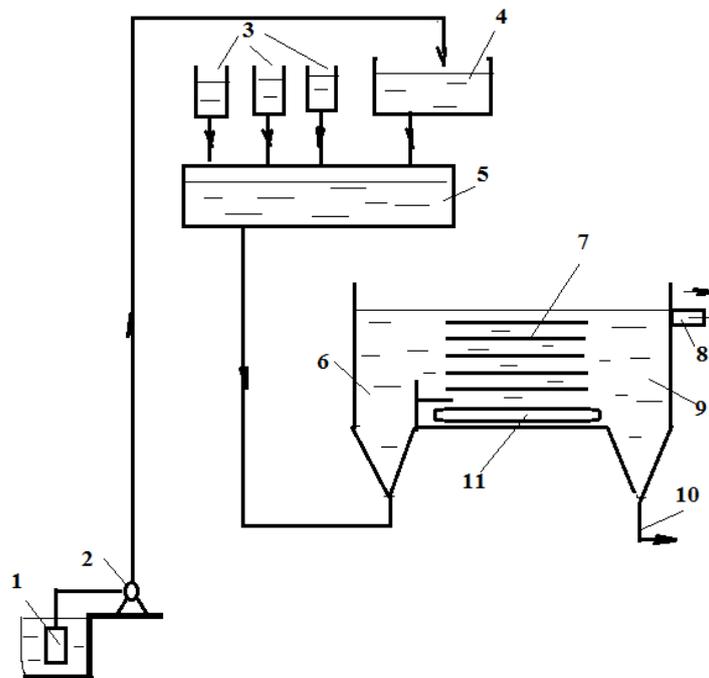


Схема установки: 1 – сборник шахтных вод, 2 – насос,
3 – емкости с реагентами, 4 – бак, 5 – смеситель, 6 – камера
хлопьеобразования, 7 – отстойник с многоярусными пластинами,
8 – осветленная вода, 9 – осадкоуплотнитель, 10 – осадок, 11 – шнек

В установке камера хлопьеобразования совмещена с многоярусным отстойником. Общая длина отстойника – 3,5 м, длина отстойной части – 2,5 м, ширина – 0,5 м, глубина проточной части – 0,5 м. Расстояние между ярусами, выполненными из пластика и наклоненными к горизонтали под углом 55° , было принято равными 25 мм. На дне пирамидального днища

отстойника уложен винтовой шнек для транспортировки осадка в осадкоуплотнитель. Отстойник и осадкоуплотнитель отделены друг от друга отражательным щитом.

Производительность установки определяли объемным методом и регулировали с помощью вентиля, расположенного перед камерой хлопьеобразования. Расход реагентов контролировали каждые полчаса.

При работе на установке определяли качество исходной и осветленной шахтной воды по следующим компонентам: мышьяк, взвешенные вещества, нефтепродукты, ионы железа, pH и прозрачность. Как показали первые опыты, содержание нефтепродуктов в осветленной воде снижается до следов, поэтому в дальнейших опытах этот компонент не определялся.

Доза реагентов определялась методом пробной коагуляции перед каждым опытом, так как содержание взвешенных веществ в обрабатываемой воде колебалось. На установке было проделано четыре серии опытов. Каждый опыт продолжался в течение 10–12 час непрерывной работы установки. Усредненные результаты опытов представлены в табл.

В первой серии опытов коагуляция шахтных вод производилась сернокислым алюминием в количестве от 120 до 250 мг/л, известковым молоком – от 15 до 35 мг/л и полиакриламидом (ПАА) – от 1,0 до 1,5 мг/л. Общее количество обработанной воды в этой серии опытов составило около 2015 м³.

Во второй серии опытов шахтные воды обрабатывались железным купоросом (125–250 мг/л), известковым молоком (15–6 мг/л) и ПАА (1,0–1,5 мг/л). Общее количество обработанной воды составило около 160 м³. В третьей серии опытов шахтные воды обрабатывались сульфидом железа.

Сульфид железа приготавливали путем слияния и перемешивания одинаковых объемов мольных растворов FeSO₄ и Na₂S. Во всех опытах остаточная концентрация мышьяка в осветленной воде не превышала предельно допустимой концентрации, равной 0,05 мг/л, концентрация взвешенных веществ в первых двух сериях не превышала 40 мг/л, в третьей же серии достигла 200 мг/л.

Это объясняется тем, что при применении FeS для очистки шахтных вод образовавшиеся кристаллические частицы имеют небольшую гидравлическую крупность и требуют значительно большего времени отстаивания (в статистических условиях до одних суток). Поэтому было решено интенсифицировать осветление путем обработки воды сернокислым алюминием и ПАА. Результаты этих опытов (четвертая серия) приведены в таблице. Как видно из табл.1, введение в обрабатываемую воду Al₂(SO₄)₃ в количестве до 250 мг/л и ПАА до 2 мг/л позволило снизить концентрацию взвешенных веществ в осветленной воде до 50–70 мг/л.

Таблица

Экспериментальные исследования
очистки шахтных вод Кочкарского рудника

№ опыта	Количество исходной воды		Параметры работы установки		Качество осветленной воды			
	Взвесь мг/л	As мг/л	Q л/с	v мм/с	pH	прозрачность	Взвесь мг/л	As мг/л
Первая серия								
1.	138	1,3	1,14	4,5	7,45	18	36	0,03
2.	84	0,7	0,50	2,0	7,30	26	18	0,04
3.	94	0,6	0,75	3,0	7,60	26	22	0,04
4.	108	0,9	1,10	4,0	7,60	25	26	0,02
5.	90	0,8	1,37	5,0	7,40	24	28	0,04
Вторая серия								
1.	148	1,0	0,50	2,0	8,70	22	24	0,05
2.	135	1,3	0,75	3,0	9,00	22	25	0,03
3.	151	1,4	1,00	4,0	9,20	23	24	0,02
4.	129	1,2	1,25	5,0	9,00	24	22	0,04
5.	120	1,5	1,37	5,5	8,90	20	36	0,05
Третья серия								
1.	Не опр.	0,6	0,25	1,0	8,00	Не опр.	67	0,05
2.	То же	0,65	0,58	2,2	8,10	То же	95	0,05
3.	-	1,6	0,75	3,0	8,20	-	69	0,05
4.	-	1,6	1,00	4,0	8,10	-	122	0,05
5.	-	0,5	1,25	5,0	8,40	-	201	0,05
Четвертая серия								
1.	Не опр.	Не опр.	0,75	3,0	6,70	Не опр.	50	0,001
2.	То же	То же	0,75	3,0	6,70	То же	71	0,065
3.	-	-	1,25	5,0	6,70	-	61	0,006
4.	-	-	1,25	5,0	6,70	-	60	0,022

Удаление осадка осуществлялось без отключения отстойника, при этом режим его работы не нарушался. Оптимальная частота вращения шнека во всех режимах обработки шахтных вод равнялась 10–12 об/мин. Влажность сбрасываемого из отстойника осадка составляла 95–98 %, количество его – до 5 % от расхода шахтных вод.

На основе исследований рекомендована технологическая схема очистки шахтных вод Кочкарского рудника ОАО Южуралзолото (Челябинская обл.) при использовании их в производственном и коммунальном водоснабжении, а также при сбросе в поверхностный водоем, состоящая из следующих сооружений: усреднителя, реагентного хозяйства, вертикального смесителя вихревого типа, камеры хлопьеобразования, многоярусно-

го отстойника. Техничко-экономические расчеты показывают, что предлагаемая схема с применением многоярусных отстойников снижает капитальные вложения на строительство очистных сооружений по сравнению со схемой, в которой не предусматривается их применение. Эксплуатационные расходы при этом также сокращаются.

Выводы

1. Для очистки шахтных вод разработана производственная установка с одновременным использованием многоярусного отстойника и реагентной обработки шахтных вод. Применение многоярусных отстойников позволяет в несколько раз сократить капитальные затраты на их сооружение по сравнению с горизонтальными отстойниками.

2. Рекомендуемая горизонтальная скорость потока воды в многоярусном отстойнике – 5–6 мм/с. Продолжительность осветления воды при этих скоростях составляет 8–9 мин, что в 10–15 раз меньше времени отстаивания в горизонтальных и вертикальных отстойниках.

3. В качестве реагентов рекомендуется применять сернистый алюминий, сернистое железо, сернистое железо FeS, получаемое путем сливания равных частей железного корпуса и сернистого натрия. Однако предпочтение следует отдавать двум первым, так как при их применении осветленная вода содержит меньшее количество взвешенных веществ.

4. Качество осветленной воды соответствует требованиям, предъявляемым к воде, используемой в производственном и коммунальном водоснабжении или сбрасываемой в водоемы хозяйственно-бытового назначения.

5. Применение шнека для удаления осадка из многоярусных отстойников позволяет избежать недостатков других систем: неполноты удаления, взмучивания, разбавления осадка, а также нарушения гидравлического режима отстойника и его остановки для очистки для осадка.

Библиографический список

1. Монгайт, И.Л. Очистка шахтных вод / И.Л. Монгайт, К.Д. Тикиниди, Г.И. Николадзе. – М.: Недра, 1978. – 173 с.
2. Дьяченко, Н.Н. Комплексная очистка шахтных вод от крупного дисперсного шлама / Н.Н. Дьяченко // Горный журнал. – 2009. – № 12. – С. 60–61.
3. Тимонин, А.С. Инженерно-технологический справочник / А.С. Тимонин. – Калуга, 2002. – 212 с.
4. Разработка технологии комплексной переработки техногенного полиметаллического сырья // Цветные металлы. – 2003. – № 10. – С. 64–66.
5. Погребная, Л.П. Очистка и использование шахтных вод Зырянского месторождения / Л.П. Погребная, Т.В. Порошина, Л.М. Духанова // Обратное водоснабжение и повторное использование сточных вод. – Алма-Ата: Инст. Казмеханообр, 1978. – Сб. № 20. – С. 89–92.

[К содержанию](#)