

Совершенствование системы очистки промышленных и ливневых сточных вод металлургического предприятия

Научно-проектная фирма « ЭКО-ПРОЕКТ », г. Екатеринбург, Россия

Методы очистки промышленных сточных вод, обуславливаются их физико-химическими и технологическими свойствами, а также климатическими условиями районов, где расположены предприятия. В отечественной и зарубежной практике наибольшее распространение получили безреагентная и реагентная технология очистки.

Исходя из требований, предъявляемых к качеству воды, безреагентная очистка осуществляется методами отстаивания в отстойниках и прудах-осветлителях, фильтрования через слой зернистого материала, сетки и ткани.

Реагентную очистку применяют при необходимости более полного удаления из воды взвешенных веществ, нефтепродуктов, ионов тяжелых металлов, ее стабилизации и т.п. Она осуществляется с помощью различных химических соединений или путем использования электрохимических процессов. Для достижения требуемой степени осветления промышленные сточные воды перед отстаиванием и фильтрованием обрабатываются коагулянтами – солями алюминия или железа. Для интенсификации процесса осветления сточных вод широко применяют высокомолекулярные органические соединения – флокулянты. Для нейтрализации кислых стоков используют вещества со щелочной реакцией. Чаще всего для этих целей используется известь.

Как в России, так и за рубежом были выполнены исследования, которые показали возможность применения бактерий для анаэробной очистки промышленных сточных вод, содержащих железо и сульфаты.

Известно, что в жидкой среде в результате деятельности сульфатредуцирующих бактерий происходит восстановление сульфатов до сероводорода, который вступает во взаимодействие с солями железа и другими тяжелыми металлами, образуя выпадающий в осадок сульфиды всех тяжелых металлов.

Однако инженерное оформление данного процесса требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат, поэтому данная технология не находит широкого распространения. В условиях Подмосковья и Кольского полуострова изучен процесс биологической очистки шахтных вод, а также смеси хозфекальных и шахтных вод с помощью высшей водной растительности. Исследования показали, что шахтные воды, (химический состав которых очень близок к химсоставу сточных вод горнорудного металлургического предприятия), а также воды шахтных быткомбинатов рационально очищать с помощью высших водных растений (рогоз, осока, тростник и др.) в естественных заболоченностях или на специальных ботанических площадках.

Большую роль в доочистке обработанных реагентами сточных вод при использовании прудков стабилизаторов играют солнечные лучи, воздух, температура и атмосферные осадки.

В естественных заболоченностях и на специальных ботанических площадках шахтная вода полностью освобождается от механических и бактериальных примесей, что исключает необходимость ее обеззараживания перед отводом в речную сеть. Весьма распространены установки с применением первичной реагентной обработки воды с последующим ее фильтрованием через слой загрузки, размеры частиц которой убывают в направлении движения восходящего потока воды. В качестве фильтрующего материала используют кварцевый песок, магнетит, гранит, керамзит, антрацит и др. Используют многослойные фильтры, а также фильтры, в которых частицы загрузки по их плотности разделяются на три группы, причем частицы с наименьшим диаметром имеют наибольшую плотность. Это способствует их оптимальной гидравлической сортировке при промывке фильтров.

Установки, которые в настоящее время наиболее часто применяют для очистки промышленных и ливневых сточных вод, имеют в своем составе смесители, камеры реакции, отстойники и фильтры. Вода после промывки фильтров возвращается в голову процесса.

Для интенсификации хлопьеобразования вода обрабатывается катионоактивными агентами, наибольшее распространение из которых получили флокулянты, производные полиакриламида. В камере хлопьеобразования обеспечиваются условия первоначальной турбулентности с последующей ламинаризацией потоков жидкости.

Осадок из сооружений направляется для сгущения и обезвоживания или на фильтры или на центрифуги. На территории России и в странах СНГ все промышленные сточные воды, содержащие свободную кислоту и соли тяжелых металлов, очищают с помощью их обработки известковым молоком с последующим осветлением полученной пульпы в прудах - шламохранилищах. В настоящее время данная технология, несмотря на свою экологическую несостоятельность, используется для очистки стоков на всех действующих и закрытых рудниках на территории Урала.

Нейтрализация кислых рудничных вод с помощью извести не обеспечивает снижение концентрации тяжелых металлов до ПДК водоемов рыбохозяйственного значения. Кроме того, пруды – шламонакопители превратились в объекты, которые в период весеннего паводка становятся потенциально опасными, т.к. могут стать причиной техногенной катастрофы, т.к. в них накопились миллионы кубов шлама и воды с высоким содержанием токсичных ингредиентов.

В начале 90-х годов прошлого века для одного из уральских месторождений был разработан проект очистных сооружений рудничных вод с использованием электрохимического метода очистки с предварительной нейтрализацией кислого стока известковым молоком.

Процесс очистки рудничных вод включал следующие технологические операции:

- восстановление меди и снижение кислотности до $\text{pH}=8,5$ известковым молоком в смесителе с механической мешалкой;
- осаждение продуктов нейтрализации в шламоотстойнике;
- доочистка осветленных стоков от катионов и сульфатов в гальванокоагуляторе и в электрогенераторе коагулянта;
- осаждение сульфатсодержащего осадка в осветлителе;
- глубокая очистка в отстойниках и сорбционных фильтрах;
- обезвреживание на бактерицидной установке.

Данная технология по замыслу разработчиков должна была надежно обеспечить глубокую очистку шахтной воды с доведением концентрации ионов тяжелых металлов и сульфатов до норм ПДК водоемов рыбохозяйственного значения. До настоящего времени технология очистки кислых рудничных вод с применением гальванокоагуляции и электрогенерированного гидроксида алюминия для осаждения ионов тяжелых металлов и сульфатов не реализована.

Глубокие научные исследования по осаждению сульфатов с использованием солей алюминия и кальция, проведенные как в России, так и за рубежом, показали, что данный способ позволяет добиться лишь частичного снижения концентрации сульфатов в воде, а по экономическим соображениям его практическое использование нерентабельно. Кроме того, в обработанной воде появляется высокая концентрация иона алюминия, ПДК которого составляет 0,04 мг/л.

Предложенный электрохимический метод очистки рудничных вод технико-экономически неоправдан, и поэтому в настоящее время нигде в мире не используется.

С учетом вышеизложенного, разработка проекта очистных сооружений для обезвреживания сточных вод строящегося на Урале металлургического предприятия с использованием оксихлорида алюминия и гальванокоагуляции, на наш взгляд, было бы ошибочным решением, как по технологическим, так и по экономическим соображениям.

С целью практического применения внедряемая технология очистки промышленных и ливневых сточных вод должна быть с одной стороны надежной и гарантировать снижение концентрации ингредиентов-загрязнителей до нормируемых показателей, а с другой – должна быть технико-экономически оправданной

для использования хозяйствующим субъектом. Для данного горнорудного металлургического предприятия НПФ «Эко-проект» разработала технологию с использованием сульфидсодержащих реагентов, которая позволяет очистить воду до норм ПДК от таких загрязнителей как железо, медь, цинк, мышьяк, нефтепродукты и взвешенные вещества.

Кроме того, в данной технологической схеме не используются пруды-шламонакопители, которые в настоящее время на многих предприятиях цветной металлургии Урала превратились в объекты потенциальной угрозы техногенной катастрофы. Принципиальная технологическая схема очистки промышленных и ливневых вод, которая разработана на основании многолетнего опыта проектирования и эксплуатации различных типов промышленных очистных сооружений с учетом их количественных и качественных характеристик, приведена на рис.1.

Промышленные и ливневые сточные воды, характеристика которых приведена в таблице 1, подаются в ливненакопитель (Лн) для накопления, усреднения по расходу и концентрации загрязняющих веществ. Усредненный сток с помощью погружных насосов группы Н1 направляется в блок реагентной очистки, где смешивается с потоком дебалансовых вод из малосернистого хвостохранилища (МСХ).

Характеристика сточных воды металлургического предприятия.

Таблица 1

Показатель	Содержание	ПДС*	ВСС*
Взвешенные вещества, мг/дм ³	120	106,8	106,8
Сухой остаток, мг/дм ³	2010	2158	2158
Фосфаты (по Р), мг/дм ³	0,1	0,2	1,14
Сульфаты, мг/дм ³	1365	100	500
Железо, мг/дм ³	8,2	0,82	0,82
Цинк, мг/дм ³	1,1	0,07	1,0
Мышьяк, мг/дм ³	0,08	0,05	0,05
Фториды (по F), мг/дм ³	1,5	0,75	1,5
Медь, мг/дм ³	0,7	0,03	1,0
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,11	0,05	0,3
Кальций, мг/дм ³	126,6	127,8	127,8
Магний, мг/дм ³	55,1	62,6	62,6
рН	6,7	-	-

*ПДС- предельно допустимый сброс.

***ВСС - временно согласованный сброс.**

Далее объединенный сток последовательно обрабатывается раствором железного купороса, известкового молока, флокулянтном Праестол. Обработка воды реагентами проводится в вихревом смесителе (См1), оборудованном механической мешалкой и распределительной системой для подачи воздуха (с целью окисления железа). После стадии смешения вода поступает в делитель потока (ДП1) и распределяется по трем отстойникам-флокуляторам (ОФ1.1..3), оборудованными тонкослойными полочными элементами. Осветленная вода подается на стадию доочистки от ионов тяжелых металлов. Для этого она последовательно обрабатывается растворами сульфида натрия, железного купороса и флокулянта (Праестол) в вихревом смесителе (См2), оборудованном механической мешалкой и системой воздушного барботирования для окисления железа. Вода, обработанная реагентами, из смесителя самотеком подается в делитель потока и далее на двухслойные антрацито-кварцевые фильтры. В качестве альтернативного варианта второй стадии доочистки возможно использование специального органического реагента ТМТ-15 (органосульфид) в сочетании с флокулянтном Праестол.

Часть фильтрата (~ 10 %) используется для промывки фильтров, другая отводится в пруд-стабилизатор, рассчитанный на пребывание в нем воды не менее пяти суток. В пруду-стабилизаторе за счет поглощения углекислого газа из атмосферы происходит уменьшение рН и снижение жесткости воды (выделяется карбонат кальция).

Осветленную воду из пруда-стабилизатора можно или непосредственно сбрасывать в водоем или осуществлять такой сброс через систему ботанических площадок, которые за счет развития высшей водной растительности дополнительно снижают концентрацию тяжелых цветных металлов, железа, солей жесткости, а также фосфатов и фторидов. Грязные промывные воды фильтров Ф1..4 отводятся в резервуар РР2 и направляются на очистку в смеситель См 2.

Осадок, выделяющийся в отстойниках-флокуляторах, периодически откачивается в сгустители осадка (Сг1..3), где он уплотняется в условиях непрерывного ворошения. Сгущенный осадок с помощью насосов группы Н5 перекачивается в буферную емкость (БЕ1..2), которая обеспечивает равномерную подачу осадка на обезвоживание. Из буферных емкостей (БЕ1 и2) осадок с помощью насоса Н6 подается на ленточные фильтр-прессы (ЛФП1..2) для механического обезвоживания. С целью уменьшения удельного сопротивления осадок перед подачей на фильтр-пресс обрабатывается раствором флокулянта Праестол. Обезвоженный осадок (влажностью ~ 75 %) вывозится на утилизацию. Осветленная вода из сгустителей и фильтрат из узла механического обезвоживания отводятся в смеситель (См2) на доочистку.

В настоящее время не разработаны приемлемые по технико-экономическим параметрам методы глубокой очистки промышленных сточных вод от сульфатов и хлоридов. Поэтому для условий горнорудных металлургических предприятий использование пруда-стабилизатора и ботанических площадок будет способствовать снижению общего содержания за счет протекания в них биологических и сорбционных процессов.

Таким образом, промышленные и ливневые сточные воды, прошедшие очистку по предложенной технологической схеме (рис. 1), будут иметь остаточную концентрацию ионов железа, меди цинка, мышьяка, нефтепродуктов на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения, что было подтверждено специальными тестовыми испытаниями данной технологии в промышленных условиях. (Таблица 2)

Прогноз качества очищенной воды при реализации проектной технологии.

Таблица 2

Компонент	Содержание, мг/дм3	ПДС, мг/дм3*	ВСС, мг/дм3*
-----------	--------------------	--------------	--------------

Взвешенные вещества	5	15 -107	20 - 107
Сухой остаток	2100	2184	2184
Фосфаты (по Р)	0,2	0,2	1,14
Сульфаты	1200	100	500
Железо	0,3	0,82	0,82
Цинк	0,05	0,07	1,0
Мышьяк	0,05	0,05	0,05
Фториды (по F)	1,0	0,75	1,5
Медь	0,03	0,03	0,1
Бутил ксантогенат	0,03	0,03	0,03
Нефтепродукты	0,05	0,05	0,27