

## Очистка грунтовых вод, загрязненных промышленным предприятием

Шереметьева В.С. магистр 2 курса

Корякина Елена Анатольевна, кандидат химических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина»,  
г. Тамбов, Российская Федерация

**Ведение.** Многообразие производств, огромное число химических продуктов (исходных, промежуточных, конечных), применяемых и получаемых в технологических процессах, обуславливают образование различных стоков, загрязнённых всевозможными органическими и неорганическими веществами. Во многих случаях воды содержат растворённые газы (сероводород, метан, углекислый газ). Стоки производств просачиваются в почву через не плотности трубопроводов и других коммуникаций на территории предприятия.

Часть загрязняющих веществ смываются осадками с территории предприятия (промзоны), а также с крыши и стен зданий. Степень вредности вод зависит от токсичности загрязняющих веществ. Очистка от таких примесей, как соли тяжёлых металлов, цианиды, полициклические углеводороды, сероводород и многие другие, является отдельной производственной задачей. Следует учитывать агрессивность стоков по отношению к материалам трубопроводов, коллекторов и аппаратов очистных сооружений. Речь идёт не только о величине рН, но и о содержании в водах некоторых солей и газообразных продуктов. Ситуация осложняется также тем, что загрязнённые воды смешиваются в почве с водами, имеющими свой сложный геохимический состав, поэтому очистку вод необходимо планировать с учётом всей сложности суммарного состава почвенных вод.

Анализ химического состава подземных вод открывает пути для изучения генезиса, пригодности для различных потребителей, определения уровня их агрессивности для бетонных и металлических конструкций. Результаты химических анализов воды могут быть выражены в весовой, эквивалентной и процент-эквивалентной формах.

Эквивалентная форма записи состава вод позволяет определить соотношение между ионами с точки зрения их способности участвовать в химических реакциях, оценить качество анализа, установить генезис вод.

На основе эквивалентной формы выражения состава можно определить погрешность анализа воды. Эта оценка основана на принципе электронейтральности раствора: сумма концентраций катионов (мг-экв/дм<sup>3</sup>) равна сумме концентраций анионов. Анализ воды считается удовлетворительным, если погрешность определения менее 5%.

Процент-эквивалентная форма показывает относительную долю участия иона в формировании ионно-солевого состава воды. Для вычисления процентного содержания анионов (катионов) их сумму принимают за 100% и рассчитывают процент содержания каждого аниона (катиона) по отношению к их сумме. Процент-эквивалентная форма позволяет устанавливать черты сходства вод, различающихся по минерализации.

Жесткость воды определяется содержанием в ней солей Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>. Различают: общую, карбонатную, временную (устраняемую), некарбонатную, неустраняемую (постоянную) жесткости.

Общая жесткость Ж<sub>О</sub> определяется как сумма мг-экв ионов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> в 1 дм<sup>3</sup> воды и складывается из карбонатной Ж<sub>К</sub> и некарбонатной Ж<sub>НК</sub> жесткости:

$$\begin{aligned} \text{Ж}_O &= \text{Ж}_K + \text{Ж}_{\text{НК}} \\ \text{Ж}_O &= \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \end{aligned}$$

Оценка агрессивности подземных вод. Агрессивность воды связана с присутствием в ней ионов водорода, свободного диоксида углерода, сульфатов и

магния. Агрессивные свойства воды проявляются по отношению к бетону и металлам.

Оценка качества воды по отношению к бетону производится по нормам и техническим условиям Н 114-54 «Бетон гидротехнический. Признаки и нормы агрессивности воды-среды». Эти нормы учитывают воздействие на бетон следующих видов агрессивности: выщелачивающую, углекислую, обще кислотную, сульфатную и магниальную.

1. Выщелачивающая агрессивность связана с выщелачиванием карбонатов, главным образом кальция. Если вода, контактирующая с бетоном, содержит низкие концентрации Ca<sup>2+</sup>, а также (НСО<sub>3</sub>)<sup>-</sup> и (СО<sub>3</sub>)<sup>2-</sup>, то карбонат кальция бетона переходит в раствор. В зависимости от типа цемента в составе бетона вода считается агрессивной при карбонатной жесткости меньше 0,54 -2,14 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

2. Углекислотная агрессивность обусловлена высокими концентрациями растворенной в воде углекислоты СО<sub>2</sub>. Эта агрессивность проявляется в отношении металла (коррозия) и бетона. Разрушение бетона, как и при выщелачивающей агрессивности, сводится к растворению карбоната кальция. Воды, обладающие карбонатной жесткостью меньше 1,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, следует считать агрессивными, независимо от всех других показателей.

3. Обще кислотная агрессивность воды связана с повышенной концентрацией водорода (пониженная величина рН). При этом бетон разрушается из-за растворения в кислой среде защитной карбонатной корки. Вода считается агрессивной для всех типов цементов: при рН < 7, если карбонатная жесткость меньше 8,6 мг-экв/дм<sup>3</sup>; при рН < 6,7, если карбонатная жесткость больше 8,6 мг-экв/дм<sup>3</sup> (в пластах высокой проводимости). Для слабопроницаемых пластов вода считается агрессивной при рН < 5.

4. Сульфатная агрессивность обусловлена присутствием в воде иона (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> Этот вид агрессивности проявляется в кристаллизации в бетоне новых соединений и выщелачивании бетона. По сульфатной агрессивности для обычных цементов воду относят к

слабоагрессивной при содержании иона  $(\text{SO}_4)^{2-}$  от 250 до 800 мг/дм<sup>3</sup> и к агрессивной при содержании более 800 мг/дм<sup>3</sup>. В породах высокой проводимости для бетона на портландцементе вода считается агрессивной при следующих попарных содержаниях ионов (в мг/дм<sup>3</sup>):

Cl<sup>-</sup>: 0-3000 3001-5000 5000

$(\text{SO}_4)^{2-}$ : 250-500 501-1000 1000

В породах слабой водопроницаемости вода считается агрессивной при содержании иона  $(\text{SO}_4)^{2-}$  > 1000 мг/дм<sup>3</sup>, а для бетонов на пуццолановом, шлаковом и песчано-пуццолановом портландцементе - при содержании иона  $(\text{SO}_4)^{2-}$  > 4000 мг/дм<sup>3</sup>, независимо от содержания Cl<sup>-</sup>.

**5.** Магнезиальная агрессивность вызывает разрушение и вспучивание бетонных конструкций. Для портландцемента, находящегося в сильно проницаемых породах, вода считается агрессивной при содержании иона  $\text{Mg}^{2+}$  > 5000 мг/дм<sup>3</sup>, для других видов цемента - при содержании ионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $(\text{SO}_4)^{2-}$ , превышающем следующие попарные соединения ионов (в мг/дм<sup>3</sup>):

$(\text{SO}_4)^{2-}$ : 0-1000 1001-2000 2001-3000 3001-4000

$\text{Mg}^{2+}$ : 5000 3001-5000 2001-3000 1000-2000

**6.** Агрессивность воды по отношению к металлу связана с корродирующей способностью вод. Агрессивными по отношению к металлу являются воды: углекислые; сероводородные кислоты; обогащенные кислородом. Корродирующая способность воды может быть определена при помощи коэффициента коррозии: - для вод с кислой реакцией

$$K_K = r\text{H}^+ + r\text{Al}^{3+} + r\text{Fe}^{2+} + r\text{Mg}^{2+} - r(\text{CO}_3)^{2-} - r(\text{HCO}_3);$$

- для щелочных вод

По величине коэффициента коррозии различают следующие группы вод (содержание  $\text{Ca}^{2+}$  в мг/дм<sup>3</sup>):  
корродирующие,  $K_K > 0$ ;  
полукорродирующие,  $K_K < 0$ , но  $K_K + 0,05\text{Ca}^{2+} > 0$ ;

некорродирующие,  $K_K + 0,05\text{Ca}^{2+} < 0$ .

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Наличие в почве загрязнённых вод приводит к необходимости очистки вод, разгружаемых через скважины.

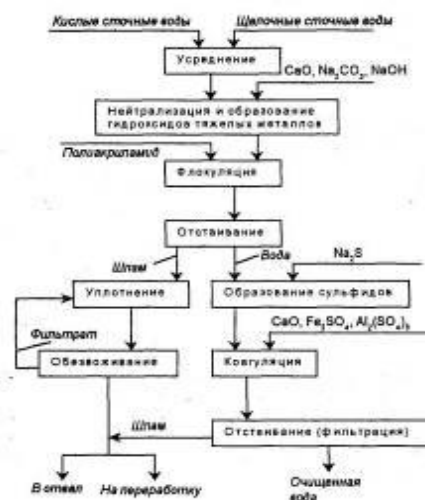
Схема реагентной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с отделением осадков показана на рисунке 1. Недостатком такой очистки является образование большого количества труднообезвоживаемого шлама.

#### Литература:

1. Энергетика сегодня и завтра. под ред. Дьякова.- М.: Энергия, 1990.
2. Баскаков А.П. Теплотехника.- М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Теплотехнический справочник в 2х томах, под ред. В.Н. Юренева и др. - М.: Энергия, 1967.
5. Немцев З.Ф., Ареньев Г.В. Теплотехнические установки и теплоснабжение.- М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Теплоэнергетика и теплофизика. под ред. Григорьева.- М.: Энергия, 1980.
7. Рыжкин В.Я. Тепловые Электрические Станции. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
8. Экономия топлива на эл. ст. и в энергосистемах: Сборник статей. А.С. Горшкова. - М.: Энергия, 1967.
9. Мезенцев А.П. Основы расчета мероприятий по экономии тепловой энергии и топлива. М.: Энергия, 1970.
10. Левин Е.М., Гохштейн Г.П., Верхивер Г.П. Тепловые схемы и оборудование энергоблоков. - М.: Энергия, 1972.
11. Вопросы повышения КПД паротурбинных электростанций. - М-Л.: Госэнергокомиздат, 1960.
12. Потехонов В.Л. Тепловые Электрические Станции. М.: Энергия, 1977.

ваемого шлама. Кроме того, очищенная вода содержит большое количество солей кальция, поэтому ее трудно использовать в оборотном водоснабжении. Исходя из этого, предложено обрабатывать слив после отстаивания последовательно хлоридом кальция и содой. При этом происходит осаждение карбонатов металлов с карбонатом кальция. Образующиеся кристаллические осадки карбонатов металлов имеют незначительный объем и легко обезвоживаются. Одновременно происходит умягчение воды слива, что создает возможность использования ее в системе оборотного водоснабжения.

Для удаления ионов ртути применяют  $\text{Na}_2\text{S}$  (двукратный избыток от стехиометрического соотношения), для устранения  $\text{F}^-$  применяют «известковое молоко»  $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ . Для удаления  $\text{Mn}^{2+}$  применяют  $\text{KMnO}_4$  (2:1, по весу). При  $\text{pH} < 6$  применяют щелочные агенты  $(\text{CaO}, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaOH})$ .



#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Энергетика является одной из самых загрязняющих отраслей народного хозяйства. При неразумном подходе происходит нарушение нормального функционирования всех компонентов биосферы (воздуха, воды, почвы, животного и растительного мира), а в исключительных случаях, подобных Чернобылю, под угрозой оказывается и сама жизнь. Поэтому главным должен стать подход с экологических позиций, учитывающих интересы не только настоящего, но и будущего.