

Абдурасулов И.А., Ижанов Б.Д., Умбетова Ш.М.

ОБРАЗОВАНИЕ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

I.A. Abdurasulov, B.D. Izhanov, Sh.M. Umbetova

FORMATION ШЛАМОВЫХ OF THE WASTE ON THERMAL POWER STATIONS

УДК: 621.311.22 (043)

Рассмотрен процесс образования шламовых отходов.

Formation process шламowych a waste is considered.

Теплоэлектростанции (ТЭС) являются основными поставщиками электрической и тепловой энергии для всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и населения. В настоящее время электроэнергия в основном производится на электрических станциях с паротурбинными установками, работающими на органическом топливе.

Подготовка воды на электростанциях с паротурбинными установками является весьма ответственной задачей, так как от качества ее в значительной мере зависит надежность и экономичность эксплуатации оборудования. Чтобы исключить отложения в котлоагрегатах высокого и сверхвысокого давления и в турбинах на ТЭС, поступающая в котлоагрегаты вода подвергается предварительной очистке, а затем глубокому обессоливанию на ионитовых фильтрах [1]. На первой предварительной стадии очистки воды образуется большое количество шлама.

По агрегатному состоянию шламы представляют собой микрогетерогенные системы, которые, согласно классификации Оствальда, можно отнести к высококонцентрированным эмульгосуспензиям – пастам [2]. Шламы – двухфазные системы: твердая фаза (минеральные частицы), дисперсная среда (жидкость). Процесс его образования состоит в следующем:

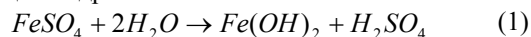
методы обработки воды на предочистке включают в себя осветление воды, а также снижение щелочности и частичное ее умягчение.

Осветление происходит в процессе удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей, являющихся причиной мутности воды. К грубодисперсным (взвешенным) примесям относятся примеси с размером частиц более 100 мкм. Грубодисперсные примеси образуют с водой гетерогенную систему, т.е. систему с наличием границ раздела между фазами, входящими в состав системы. В природных водах грубодисперсные примеси присутствуют в виде частиц песка, глины и других частиц минерального и органического происхождения, которые смыываются с верхнего покрова земли дождями или талыми водами во время весенних и осенних паводков, а также

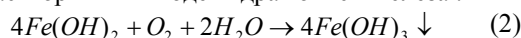
попадают в воду в результате размыва русла рек. К коллоидно-дисперсным примесям относятся примеси с размером частиц от 1 до 100 мкм. Частицы коллоидно-дисперсных примесей состоят из сотен и тысяч молекул и также, как и грубодисперсные примеси, образуют с водой гетерогенную систему. В природных водах в коллоидно-растворенном состоянии находятся соединения кремния, алюминия, железа, а также органические вещества, образующиеся в результате распада животных и растительных организмов [3]. Осветление воды достигается методом коагуляции. Для снижения щелочности воды и частичного ее умягчения применяется известкование. Известкование обычно сочетают с коагуляцией. Эти методы обработки воды называются методами осаждения, т.к. вещества удаляются в виде осадка, образование которого достигается введением в обрабатываемую воду специальных реагентов.

Сущность методов осаждения состоит в связывании катионов накипеобразующих солей Ca^{2+} и Mg^{2+} в труднорастворимые соединения – карбонат кальция $CaCO_3$, гидрат окиси магния $Mg(OH)_2$, фосфаты кальция $Ca_3(PO_4)_2$ и магния $Mg_3(PO_4)_2$, которые выделяются из обрабатываемой воды в виде осадка.

В процессе коагуляции происходит укрупнение коллоидных частиц, завершающейся выпадением вещества в осадок. Реагенты, способные при введении в воду вызывать коагуляцию природных коллоидов, называются коагулянтами. При укрупнении коллоидных частиц ими захватываются и грубодисперсные частицы с образованием осадка. В качестве коагулянта используют сернокислое закисное железо $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (железный купорос). В результате реакции гидролиза.



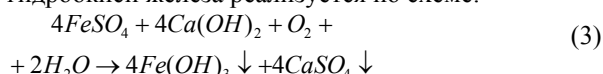
и последующего окисления гидрата закиси железа растворенным в воде кислородом образуется почти нерастворимый в воде гидрат окиси железа :



В смеси различных коллоидных и грубодисперсных веществ достаточно, чтобы частицы одного вещества оказались неустойчивыми, и вся

система начала коагулировать. В воде при ее химической обработке таким неустойчивым компонентом является гидроокись железа $Fe(OH)_3$, образующаяся в результате гидролиза коагулянта. Взвешенные частицы соединяются не непосредственно, а с помощью гидроокиси железа, частицы которого сорбируются на поверхности взвешенных частиц и одновременно образуют как бы «клеевые мостики», связывающие взвесь в достаточно крупные и тяжелые хлопья, осаждающиеся с приемлемой скоростью.

Процесс коагуляции проводится совместно с известкованием, поэтому реакция образования гидроокиси железа реализуется по схеме:



Интенсивность процесса коагуляции и полнота его завершения зависят от следующих факторов:

а) значения pH среды, в которой протекает процесс: сернокислое железо $FeSO_4$ коагулирует эффективно только при высоких значениях pH (порядка 8-10), что является причиной применения его для коагуляции воды совместно с известкованием;

б) температура воды: наиболее эффективно процесс коагуляции протекает при температуре 30-40°C;

в) дозы коагулянта: для успешного протекания процесса коагуляции необходимо вводить коагулянт в строго определенном количестве. Оптимальная концентрация коагулянта выражается в мг-экв/л и называется дозой коагулянта. Доза коагулянта должна быть достаточной:

- для снижения окисляемости воды, т.е. удаления органических примесей;

- для образования однородности взвешиваемого в воде осадка;

- для того чтобы кристаллизация образующихся веществ проходила глубоко, и в результате была достаточно снижена щелочность и получена стабильная вода.

Доза коагулянта устанавливается химической лабораторией путем проведения пробной коагуляции воды. Обычно доза коагулянта составляет 0,6 мг-экв/л и увеличивается в период паводка до 0,1 мг-экв/л;

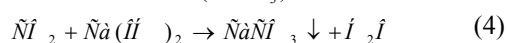
г) длительности процесса и интенсивности перемешивания воды и раствора коагулянта;

д) специфических особенностей исходной воды (ее коагулируемости).

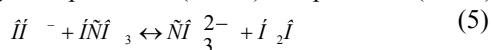
Известкование воды. Известкование производится с целью снижения щелочности и жесткости исходной воды и удаления из нее свободной углекислоты.

При известковании воды протекают следующие процессы. Прежде всего из воды удаляется

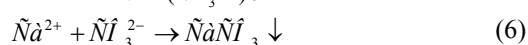
свободная углекислота $\tilde{N}\tilde{I}_2$ и образуется трудно-растворимое, выпадающее в осадок соединение – углекислый кальций ($\tilde{N}\tilde{a}\tilde{N}\tilde{I}_3$):



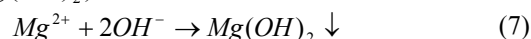
При введении извести в количестве большем, чем это необходимо для связывания свободной углекислоты, в воде повышается содержание гидроксильных ионов (OH), что приводит к переходу бикарбонатов (HCO_3) в карбонаты (CO_3^{2-}):



Карбонаты образуют с находящимися в воде ионами кальция ($\tilde{N}\tilde{a}^{2+}$) выпадающий в осадок карбонат кальция ($\tilde{N}\tilde{I}_3^{2-}$):

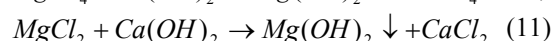
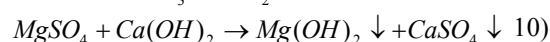
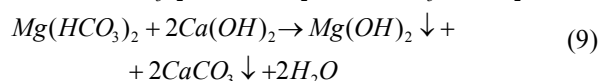
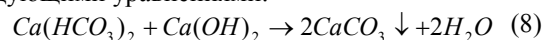


Ионы магния, взаимодействуя с гидроксильными ионами, выделяются в осадок в виде труднорастворимого гидрата окиси магния ($Mg(OH)_2$):



Образующиеся в процессе известкования воды углекислый кальций ($\tilde{N}\tilde{a}\tilde{N}\tilde{I}_3$) и гидрат окиси магния $Mg(OH)_2$ выпадают в виде осадка (шлама). Происходит снижение щелочности исходной воды, уменьшение сухого остатка и жесткости.

В молекулярной форме реакции, протекающие при известковании, могут быть выражены следующими уравнениями:



Процесс выпадения этих соединений в осадок состоит из первоначального образования мелкодисперсных частиц $\tilde{N}\tilde{a}\tilde{N}\tilde{I}_3$ и $Mg(OH)_2$ и последующего укрупнения их в агрегаты, способные войти в состав шламового фильтра. Первая стадия процесса идет с достаточно большой скоростью, вторая – протекает относительно медленно, и при неправильном ведении режима обработки воды – попеременная подача извести то с избытком, то с недостатком – может привести к выпадению указанных соединений вне осветлителя.

На весь процесс известкования в целом большое влияние оказывает щелочность и жесткость исходной воды, температура и присутствие некоторых коллоидно-дисперсных веществ. Чем меньше жесткость исходной воды, тем осаждение $\tilde{N}\tilde{a}\tilde{N}\tilde{I}_3$ и $Mg(OH)_2$ происходит медленнее.

Повышение температуры увеличивает скорость процесса известкования. Кроме того, при повышении температуры уменьшается вязкость воды, что способствует осаждению образующихся нерастворимых соединений.

Некоторые коллоидно-дисперсные вещества (глинистые вещества, коллоидная кремниевая кислота) при высоком их содержании в исходной воде сильно замедляют процесс кристаллизации $\text{Na}\tilde{\text{a}}\tilde{\text{N}}\tilde{\text{I}}_3$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Поэтому в период паводка, когда коллоидно-дисперсных веществ в исходной воде особенно много, может наблюдаться ухудшение результатов обработки воды.

Доза извести, которую необходимо расходовать при известковании на единицу объема обрабатываемой воды, должна обеспечить достаточное снижение щелочности воды и достижение её стабильности. При эксплуатации осветлителя подачу известкового молока регулируют по величине избыточной гидратной щелочности (0,05 – 0,2 мг-экв/л) и величине рН (10,1-10,3).

В процессе известкования и коагуляции, кроме указанных процессов, происходит частичное

удаление кремниевой кислоты, концентрация которой снижается на 30-40%.

Таким образом, по вышеуказанной схеме шлам – это серьезная проблема для каждой ТЭЦ. Сбрасывать шлам в канализацию или просто в реку нельзя, в народном хозяйстве не находит применения. Шлам, хранящийся в отвале, создает проблему экологического и экономического характера. Поэтому решение проблемы утилизации и рационального использования данного вида отходов приведет к сбережению природных ресурсов и значительному уменьшению загрязнения окружающей среды.

Литература:

1. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М. Очистка производственных сточных вод. - М.: Стройиздат, 1985. – 335с.
2. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1975. – 512с.
3. Глазырин А.И., Музыка Л.П., Кабдуалиева М.М. Вводно-химические режимы тепловых электростанций и котельных промышленных предприятий. Алматы: РИК, 1994.

Рецензент: к.т.н., доцент Иманбеков С.Т.