

УДК 628.3

Н. В. ЛЕВЧУК, А. Е. ДОБРУНОВ

Беларусь, Брест, БрГТУ

К ВОПРОСУ О РЕАГЕНТНОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Реагентная очистка остается одним из наиболее эффективных способов удаления загрязняющих веществ различной степени дисперсности из сточных вод, а также при обработке осадков сточных вод. К реагентной очистке относится процесс коагуляции, представляющий химическую стадию растворения и гидролиза реагента и сложный процесс физико-химического взаимодействия примесей и продуктов гидролиза реагента. Такие реагенты называют коагулянтами.

В качестве коагулянтов используют вещества как минерального, так и органического состава. Коагулянты – соли железа и алюминия, образованные сильными кислотами, при диссоциации выделяют в воду ионы H^+ . В кислой среде, где имеется избыток H^+ , диссоциация идет плохо. Щелочные коагулянты, являющиеся солями сильных оснований и слабых кислот, диссоциируя в воде, выделяют гидроксильный ион, и их диссоциация затруднена при высоких значениях рН.

Железные коагулянты образуют гидроксид $Fe(OH)_3$, практически нерастворимый в интервале рН от 4 до 14, а алюминиевые (алюминий – амфолит) – гидроксид $Al(OH)_3$, растворимый при низких (ниже 3–4) и высоких (более 8–9) значениях рН. В первом случае в воде появляются катионы Al^{3+} , во втором – анионы AlO_2^- [1].

Некоторая часть катионов расходуется на дестабилизацию отрицательно заряженных коллоидов сточной воды. Кроме того, образующиеся в результате гидролиза основных солей формы катионов $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$ и гидроксида $Al(OH)_3$ также вызывают коагуляцию отрицательно заряженных коллоидов загрязнений.

На втором этапе коагуляции гидроксиды алюминия либо железа формируют хлопья, связывающие грубодисперсные частицы. Коагуляция обеспечивает разрушение коллоидов, образование нерастворимых соединений и хлопьеобразование. Хлопья обладают достаточно большой гидравлической крупностью и разветвленной поверхностью, что позволяет им включать в свой состав высокодисперсные примеси.

Если часть коллоидов была стабилизирована в щелочной среде и неполярные гранулы приобрели отрицательный заряд, то в присутствии катионов металлов такие примеси теряют агрегативную устойчивость и выпадают в осадок.

В настоящее время алюминийсодержащие коагулянты различного состава ($\text{Al}(\text{OH})_3\text{Cl}_b$, $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_{(6-a)}$), в зависимости от способа и режима производства, а также стоимости, получили широкое распространение в нашей стране, России и Европе. Однако при выборе коагулянта недостаточно руководствоваться сведениями о производителе и данными сертификатов качества представленной продукции.

Выбор коагулянта производится с учетом химического состава коагулянта, а также свойств и качества обрабатываемой воды. При выборе неорганического коагулянта одним из важных факторов в процессе коагуляции является влияние pH сточной воды. При выборе коагулянта следует учитывать его основность. Модуль основности влияет на pH и содержание Cl^- в обрабатываемой воде. Чем он выше, тем меньше снижается pH и щелочность при обработке воды.

Установлено, что сорбционная активность коагулянта в отношении минеральных соединений выше, чем органических, что обусловлено высокой полярностью OH-групп. Доля гидроксильных групп от общего числа анионов может находиться в пределах от 20 % (коагулянт серии KEMIRA PAX 20) до 60–80 % (коагулянты торговых марок «АКВА-АУРАТм» (ОАО «Химический завод им. П. Л. Войкова»), «РАХ – 18», «РАС» (Kemira), «Полвактм» (ОАО «Пологовский химический завод «Коагулянт»)). Высокой коагулирующей способностью обладают оксихлориды (ОХА) и гидроксихлориды алюминия (ГОХА) производства ОАО «Сорбент». В качестве железосодержащих коагулянтов используются хлорид железа $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (в смеси 1 : 1 с сульфатом алюминия), реагенты финского производства ОКАФ (1) и ОКАФ (2) с содержанием Fe_2O_3 соответственно 14,8 и 34,9 %, а также сульфат железа $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

В соответствии с [2] полимерная структура полиоксихлорида алюминия приводит к усилению электростатических взаимодействий между молекулами коагулянта и коллоидными частицами или растворенными веществами, и в пересчете на Al_2O_3 почти в два раза превышает его содержание в ОХА (30 % в сравнении с 7,2 % у СА). Введение ПОХА практически не изменяет pH очищаемой воды, что позволяет отказаться от использования щелочных реагентов для ее нейтрализации. Полиоксихлорид алюминия обладает невысокой коррозионной активностью и дает низкое остаточное содержание алюминия.

В процессах технологии коагулирования важное значение имеет способ введения коагулянта в воду. К таким способам относятся фракционированное, концентрированное и прерывистое коагулирование [3].

Концентрированное коагулирование заключается в дозировании всего количества коагулянта в часть обрабатываемой воды. После этого поток обработанной воды объединяют с потоком остальной – некоагулированной воды. Этот метод также широко используется в химической промышленности для ускорения протекания гетерогенных реакций.

Периодическое коагулирование содержит элементы метода концентрированного коагулирования и основано на чередовании периодов подачи в обрабатываемую воду увеличенных доз коагулянта с периодами полного прекращения коагулирования.

Фракционированное коагулирование предусматривает добавление расчетного количества коагулянта к воде не одной, а двумя или несколькими последовательными порциями. Технологический эффект достигается в результате гидролиза первых порций коагулянта, являющихся центрами хлопьеобразования при гидролизе последующих порций коагулянта. Известно также, что скорость налипания мелких частиц на крупные может в несколько раз превышать скорость взаимной коагуляции мелких частиц.

В отличие от фракционного, метод концентрированного коагулирования имеет следующие преимущества:

- распределение всего коагулянта в части воды создает условия для ускоренного хлопьеобразования;
- после смешения с необработанной водой хлопья, сформированные в условиях повышенной концентрации коагулянта, эффективно удаляют водные примеси.

При подборе коагулянтов, оптимальных отношений коагулянтов, интенсификации процессов коагуляции и перемешивания с обрабатываемой водой, а также нахождения наиболее приемлемых методов интенсификации процессов коагуляции воды, позволяющих снизить эксплуатационные затраты на очистку, необходимо учитывать состав и качество производимых реагентов, производителя, условия производства, транспортировки и другие факторы.

Список используемой литературы

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2006. – 704 с.
2. Воловник, Г. И. Водоотведение промышленных предприятий : учеб. пособие / Г. И. Воловник, Л. Д. Терехов, Е. Л. Терехова. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 411 с.

3. Реагентная обработка поверхностных природных вод алюмосодержащими коагулянтами : монография / Б. М. Гришин [и др.]. – Пенза : ПГУАС, 2016. – 140 с.