МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.С. Мустафаев

ООО «GCC MTO Central Asia», Ведущий инженер-технолог

Г.Р.Базаров

Бухарский государственный технический университет, профессор

Аннотация. В настоящее время одной из ведущих отраслей производственного сектора Республики Узбекистан является химическая и нефтехимическая промышленность, на объектах которой образуется значительное количество сточных вод. Повышение требований к значениям нормативно-допустимого сброса сточных вод требует более эффективных и экологичных способов их очистки.

Ключевые слова. сточные воды, минеральные и органические растворенные примеси, коагуляция, хемосорбция, флотация, ионный обмен, электродиализ, экстракционная очистка сточной воды.

Annotatsiya. Hozirgi vaqtda O'zbekiston Respublikasi ishlab chiqarish sektorining etakchi tarmoqlaridan biri kimyo va neft-kimyo sanoati bo'lib, uning obyektlarida katta miqdorda oqova suvlar hosil bo'ladi. Oqava suvlarni oqizishning me'yoriy-ruxsat etilgan qiymatlari talablarini oshirish ularni tozalashning yanada samarali va ekologik toza usullarini talab qiladi.

Kalit so'zlar. oqava suv, mineral va organik erigan aralashmalar, koagulyatsiya, kimyosorbtsiya, flotatsiya, ion almashinuvi, elektrodializ, chiqindi suvni ekstraktsiya tozalash.

Annotation. Currently, one of the leading industries in the manufacturing sector of the Republic of Uzbekistan is the chemical and petrochemical industry, which generates a significant amount of wastewater. Increasing the requirements for the values of the normatively permissible wastewater discharge requires more efficient and environmentally friendly methods of wastewater treatment.

Keywords. wastewater, mineral and organic dissolved impurities, coagulation, chemisorption, flotation, ion exchange, electrodialysis, extraction purification of wastewater.

Введение

Очистка промышленных сточных вод, а также промышленных стоков в целом строго регламентированы действующим законодательством Узбекистана [1], основываясь на которые становится понятно, что каждое предприятие, на котором образуются сточные воды, обязано минимизировать негативное влияние и последствия от утилизации стоков.

ISSN 3030-3907

По этой причине одним из приоритетных вопросов улучшения экологической среды является необходимость повышения степени очистки сточных вод от загрязнений, сбрасываемых в поверхностные воды. В естественных условиях химический состав вод регулируется природными процессами, поддерживается равновесие между поступлением химических веществ в воду и очисткой воды. Однако антропогенный фактор обуславливает попадание в гидросферу огромного количества сточных вод, содержащих отходы промышленности, что в конечном счете наносит существенный вред экологии.

В производственных процессах вода по праву может считаться универсальным веществом: она выступает в качестве теплоносителя и охладителя, выполняет функцию транспорта, применяется как реакционная среда.

Существуют разнообразные классификации сточных вод. В зависимости от происхождения, вида и качественной характеристики примесей сточные воды подразделяют на: бытовые (хозяйственно-фекальные), производственные (промышленные) и ливневые (атмосферные) [2].

Хозяйственно-фекальные сточные воды представляют собой стоки от душевых кабин, санузлов и прочих бытовых и непроизводственных участков, располагаемых на территории предприятий. Ливневые сточные воды состоят из талых и дождевых вод, находящихся на территории предприятия.

К производственным сточным водам относятся воды, участвующие непосредственно в технологических процессах производства или при добыче полезных ископаемых.

В сточных водах растворенные примеси классифицируют на минеральные и органические [3]. Очистка от минеральных и органических растворенных примесей реализуется физико-химическими методами, к которым относятся коагуляция, флотация, ионный обмен, электродиализ, электрокоагуляция экстракция, вымораживание, дистилляция, обратный осмос, адсорбция [2].

Под коагуляцией понимают физико-химический процесс укрупнения коллоидных частиц и образования грубодисперсной фазы с последующим ее осаждением из воды. На стадии коагуляции происходит снижение окисляемости, а также содержания взвешенных и коллоидных веществ. После дозирования коагулянт образует в воде хлопья, которые адсорбируют на своей поверхности коллоиды и выделяются в виде осадка [4]. В практике осветления исходной воды в качестве коагулянтов обычно используют соли,

ISSN 3030-3907

содержащие многозарядные катионы, в основном соли алюминия, железа. В результате образуются укрупненные агрегаты, которые оседают и могут быть легко отфильтрованы.

Процесс коагуляции воды сульфатом алюминия $A1_2(SO_4)_3$ проводится при pH 5,5-7,5 и дозе коагулянта 0,5-1,2 ммоль/дм. При pH > 8 совмещаются процес-ссы коагуляции и известкование, используя в качестве коагулянта семиводный сульфат двухвалентного железа с дозой 0,25-1,0 ммоль/дм .

Процесс коагуляции имеет скрытую и явную стадии. На скрытой стадии происходит формирование коллоидных гидроксидов $A1(OH)_3$ или Fe(OH)з и образование микрохлопьев. Именно на этой стадии коагуляции вода очищается от первичных примесей. На второй стадии процесса образуются хлопья (флокулы) размером 1 -3 мм, которые, обладая высокой сорбционной способностью, могут дополнительно извлекать примеси воды. При организации процесса коагуляции с использованием гидролизующихся коагулянтов необходим учет основных факторов, определяющих оптимальное осуществление технологии. Оптимальная доза коагулянта, то есть то его минимальное количество, которое обеспечивает максимальное снижение концентрации коллоидных и грубодисперсных примесей в обрабатываемой воде, определяется, главным образом, качественным и количественным составом коллоидных и растворенных примесей, их физическими и физико-химическими свойствами.

В настоящее время теоретические разработки не дают возможности точного расчетного выбора необходимой дозы коагулянта, что связано, с одной стороны, с отсутствием количественных характеристик различных по составу коллоидных примесей в водах различных типов, с другой - с необходимостью учитывать при расчетах сложность совокупного механизма формирования коагулированной взвеси, когда физические процессы гетерокоагуляции сопровождаются химическими, взаимодействием, такими как: хемосорбция, образование малорастворимых гидрокомплексов, их полимеризация и кристаллизация, усложняемыми влиянием кинетических факторов. Поэтому оптимальные дозы коагулянта устанавливаются опытным путем для каждого источника водоснабжения в характерные периоды года [5].

Для интенсификации процесса коагуляции в воду дополнительно вводят флокулянты, наиболее распространенным из которых является полиакриламид. Флокулянты способствуют укрупнению осадка и ускоряют процесс слипания осаждаемых коллоидных и взвешенных частиц [6].

ISSN 3030-3907

Флотация представляет собой процесс, который основан на разности удельных масс взвешенных частиц (или капель жидкости) и жидкости, в которой они суспензированы. Флотация осуществима в том случае, если примеси способны образовывать комплекс «частица-воздух» с плотностью, меньшей плотности воды. В результате действия сил всплывания, гравитации и сопротивления комплексы «частица-воздух» флотируют и образуют концентрированный слой на свободной поверхности жидкости, откуда этот слой затем удаляется. Плотность примесей обычно больше плотности воды, поэтому для осуществления флотации нужно, чтобы адгезия микропузырьков воздуха и частиц была выше смачивающего действия воды на частицы. Взаимное закрепление пузырьков и частиц в водной среде основано на физико-химическом взаимодействии трех фаз (вода, вещество, частицы и газа) и в большинстве случаев определяется явлениями смачивания. В связи с тем, что газы являются гидрофобными веществами, в жидкой среде они могут активно взаимодействовать лишь с гидрофобными поверхностями других дисперсных примесей. Чем выше степень гидрофобности извлекаемых примесей, тем больше вероятность их закрепления на пузырьках. Гидрофильные поверхности веществ с пузырьками газа не взаимодействуют.

Флотационная очистка сточных вод технологически и экономически эффективна при извлечении примесей, обладающих природной гидрофобностью (нефть, нефтепродукты, углеводородные жидкости, жиры, мыла, синтетические моющие средства и др.). При отсутствии природной гидрофобности у примесей сточных вод флотация возможна лишь с применением специальных флотореагентов, регулирующих степень гидрофобности поверхностей извлекаемых частиц [7].

Ионный обмен является процессом извлечения из воды одних ионов и замены их другими. Процесс осуществляется с помощью ионообменных веществ - нерастворимых в воде гранулированных веществ, имеющих в составе кислотные и основные группы, способные обмениваться положительными или отрицательными ионами. В качестве ионообменных материалов, называемых часто смолами, используются природные или синтетические вещества. В технологии очистки воды ионный обмен обычно используют с целью умягчения воды [8].

Из электрохимических методов очистки сточных вод (особенно стоков гальванического производства) наибольшее распространение получил электро-коагуляционный метод, применяемый для очистки сточных вод от взвешенных частиц и коллоидно-дисперсных систем, ионов цветных

ISSN 3030-3907

металлов. Метод электрокоагуляции основан на растворении анода и дальнейшего гидролиза перешедших в раствор ионов метала. Образующиеся, при этом гидрооксиды металлов обладают повышенной активностью и сорбционной способностью, что обеспечивает эффективную коагуляцию дисперсных примесей с участием продуктов электролиза. Образовавшиеся хлопьевидные структуры флотируются на поверхность жидкости пузырьками образовавшегося при электролизе газа или выносятся из электрокоагуляционного аппарата потоком обрабатываемой сточной воды с последующим отстаиванием или фильтрованием [7].

Электродиализ - это процесс непрерывной сепарации, ионов солей, осуществляемый в многокамерном мембранном аппарате (электродиализаторе) под действием постоянного тока, направленного перпендикулярно плоскости мембран. Процесс очистки сточных вод в данном случае основан на разделении ионизированных веществ под действием электродвижущей силы, создаваемой в растворе по обе стороны мембран. Мембраны используются неактивные (пористые) и активные (ионообменные). Пористые мембраны механически пропускают компоненты раствора за счет наличия в них определенного размера физических пор. Ионообменные мембраны подразделяются на анионообменные и катионообмен-ные и, соответственно, могут пропускать только анионы или катионы [9]. В практике очистке сточных вод электродиализ в основном используется для обессоли-вания и опреснения воды.

Принцип экстракционного метода очистки производственных сточных вод состоит в том, что при смешении взаимонерастворимых жидкостей происходит избирательное поглощение одного или нескольких компонентов из одной жидкости при помощи другой. Движущей силой процесса экстракции является разность химических потенциалов распределяемого вещества в воде и экстрагенте. Переход вещества из одной фазы в другую будет продолжаться до момента выравнивания этих потенциалов, т.е. до наступления равновесия [10]. После достижения равновесия концентрация извлекаемого вещества в органической фазе во много раз превышает концентрацию в водной фазе. Сконцентрированное таким образом в органическом растворителе вещество далее отделяется от него и может быть утилизировано в технологическом процессе производства либо являться дополнительным товарным продуктом. Экстрагент после отделения от извлеченного вещества вновь используется для экстракционной очистки сточной воды [11].

ISSN 3030-3907

Данный метод очистки применяется для очистки производственных сточных вод от фенолов, масел, органических кислот, ионов металлов и др. при их относительно высоком содержании, что позволяет компенсировать затраты на извлечение. Исходя из промышленного опыта эксплуатации экстракторов, применение метода целесообразно при концентрации загрязнителей в количестве 2 г/л и более. Наиболее широко методы экстракции применяются для очистки сточных вод предприятий по термической переработке твердых топлив (каменного и бурых углей, сланцев, торфа), содержащих значительное количество фенолов.

Концентрирование примесей вымораживанием основано на том, что при замерзании части водного раствора растворенные компоненты остаются в жидкой фазе. Этот метод пригоден для очистки сточных вод от веществ, обладающих достаточной растворимостью в воде при низких температурах, и в особенности гидрофильных веществ, трудноизвлекаемых из воды другими методами. Основными факторами, определяющими эффективность процесса вымораживания, являются скорость нарастания льда, возможность отвода веществ из зоны раствора, прилегающей к намерзшему льду, и структура получаемого льда. Метод вымораживания эффективен при работе с малыми концентрациями (1-10 мг/л). К преимуществам метода относятся незначительные потери летучих соединений, отсутствие загрязнения применяемыми реактивами, значительно меньшая опасность изменения компонентного состава исследуемой смеси вследствие протекания каких-либо превращений определяемых веществ [12].

Очистка сточных вод включает в себя ряд процессов, которые удаляют загрязняющие вещества из воды. Конкретные методы, используемые для очистки сточных вод, варьируются в зависимости от типа присутствующих загрязняющих веществ и желаемого конечного использования воды.

Таким образом очистка сточных вод предприятий требует внедрения новых технологий, способных свести к минимуму негативное влияние на экологию. В этой связи на сегодняшний день успешно разрабатывается, выпускается и повсеместно внедряется современное высокоэффективное водоочистное оборудование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Узбекистан, от 22.07.2022 г. № ЗРУ-784. О питьевом водоснабжении и отведении сточных вод.
2. Алексеев, Л.С. Контроль качества воды [Текст]: учебник для ссузов / Л.С. Алексеев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА - М, 2007. - 154 с.

ISSN 3030-3907

3. Яковлев, С.В. Биологическая очистка производственных сточных вод. Процессы, аппараты и сооружения [Текст] / С.В. Яковлев, И.В. Скирдов, В.Н. Швецов.- М.: Стройиздат, 1985. - 208 с.
4. Василенко, Л.В. Методы очистки промышленных сточных вод [Текст] / Л.В. Василенко, А.Ф. Никифоров, Т.В. Лобухина. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. университет, 2009. - 174 с.
5. Гужулев, Э.П. Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике [Текст] / Э.П. Гужулев, В.В. Шалай, В.И. Гриценко - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005.- 384с.
6. Беликов, С.Е. Водоподготовка: Справочник [Текст] / С.Е. Беликов. - М.: Аква-Терм, 2007. - 240 с.
7. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст]: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 704 с.
8. Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий [Текст]: 2-е изд., перераб. и доп. / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин [и др.] / под общей ред. Самохина В.Н. - М.: Стройиздат, 1981. - 639 с.
9. Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник [Текст] / под ред. А.С. Тимонина. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. Т.2. - 884 с.
10. Лаптев, А.Г. Гидромеханические процессы в нефтехимии и энергетике [Текст] / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов. - Казань: Изд-во Казанск. гос. ун-та, 2008. -729 с.
11. Стахов, Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов [Текст] / Е.А. Стахов. - Л.: Недра, 1983. - 263 с.
12. Карюхина, Т.А. Химия воды и микробиология [Текст]: 2-е изд., перераб. и доп. / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова. -М.: Стройиздат, 1995. - 208 с.

ISSN 3030-3907