**Введение**

Загрязнение природных вод – основных источников водоснабжения населения приобрело за последние годы, угрожающие размеры. Это особенно относится к сточным водам с фармацевтических и химических производств, попадания их в ливневые, подземные и поверхностные воды. При существующих технологиях водоподготовки с применением хлора или его производных возникает большая опасность образования в очищаемой воде хлорорганических канцерогенных соединений, что было доказано многочисленными исследованиями. Применяемые же в настоящее время в технологии водоподготовки коагулянты на основе соединений алюминия и железа не способны глубоко очищать воду от органических соединений, особенно в весенне-зимний период при низких температурах очищаемой воды. Поэтому предварительная глубокая очистка природных и сточных вод от органических соединений и микроорганизмов приобретает все более актуальное значение [1,3].

**1. Теоретические основы процесса коагуляции**

Сточные воды многих химических и фармацевтических производств представляют собой низкоконцентрированные эмульсии и суспензии, содержащие мелкодисперсные частицы размером 0,1–10 мкм и более, а также коллоидные частицы размером 0,001–0,1 мкм. Применяемые методы механической очистки сточных вод позволяют обычно выделять 10–50 мкм. Для очистки сточных вод от мелкодисперсных и коллоидных частиц используют методы коагуляции и флокуляции, обусловливающие слипание частиц с образованием крупных агрегатов, которые удаляются из воды механическими методами [3].

Эффективность и экономичность процессов коагуляционной очистки сточных вод определяются устойчивостью дисперсной системы, которая зависит от ряда факторов: степени дисперсности, характера поверхности частиц, величины электрокинетического потенциала, наличия в сточной воде других примесей (например, электролитов, высокомолекулярных веществ), концентрации частиц и других примесей и т.д.

Сточные воды бывают, загрязнены твердыми частицами (волокна, пластмассы, цемент, каолин, глина, каучук, фосфор, кристаллы солей и др.) или жидкими частицами (нефть, нефтепродукты, смолы). Поверхность этих частиц может быть гидрофона или гидрофильна, может иметь значительную шероховатость или быть сравнительно гладкой.

Частицы примесей обладают различной плотностью, а размеры колеблются в широких пределах. Например: плотность частиц, Диапазон размеров г /см3 частиц, мкм

Нефтепродукты…. …………………. 0,8–1,1 от 0,01–0,1

Полистирол…….……………………. 1,02 0,06–0,6

Фосфор………………………………. 1,8 1,6–5,4

Каолин………….……………………. 2,4 0,5–5,0

Чаще всего концентрация мелкодисперсной и коллоидной фазы в сточных водах относительно невелика (0,2–1%), поэтому сточные воды, как правило, могут быть отнесены к свободнодисперсным коллоидным системам. Присутствующие обычно в сточных водах органические вещества, электролиты поверхностно-активные вещества существенно влияют на устойчивость дисперсных систем, а также на процессы их коагуляции.

Существует несколько способов коагуляции дисперсных систем (сточных вод), целесообразность применения: которых обусловливается действующими факторами устойчивости систем, а также экономическими соображениями. Особенностью коагуляционной очистки сточных вод является необходимость применений коагулянтов, не вызывающих вторичного загрязнения воды.

К основным методам коагуляционной очистки относятся: коагуляция электролитами, гетерокоагуляция, в том числе взаимная коагуляция коллоидов, а также коагуляция под действием физических или химических факторов (перемешивания, нагревание, замораживание и др.).

Следует отметить, что гетерокоагуляция – взаимодействие коллоидных и мелкодисперсных частиц с агрегатами, образующимися при введении коагулянтов (солей – алюминия, железа и т.п.) в воду, является основным процессом коагуляционной очистки сточных вод [2,3].

**1.1 Гетерокоагуляционная очистка**

Обработка воды минеральными коагулянтами-солями алюминия и железа – впервые применена на рубеже ХIХ–ХХ вв. С тех пор этот метод, с успехом используют для очистки природных и сточных вод и, несмотря на то, что предложены и другие коагулянты, например, солей магния и кальция, ему отдают предпочтение.

При введении в воду солей алюминия и железа в результате реакций гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа и алюминия:

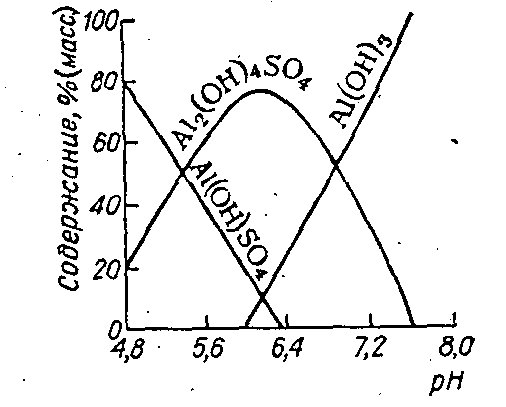
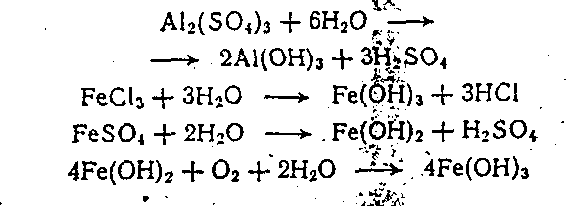


Рис. 1 Содержание соединений алюминия в осадках при различных рН воды

Образующиеся в процессе гидролиза серная или соляная кислоты должны быть нейтрализованы, иначе равновесие реакции будет сдвинуто влево данные исследований указывают, что при обработке воды сульфатом алюминия помимо гидроксида алюминия образуются соединения.

По другим данным, в результате реакции между ионами алюминия (или железа), молекулами воды и гидроксильными группами в растворе образуются следующие гидроксиды алюминия (или железа):

А) катионного типа – АL2, (ОН)4+2, АL2(ОН)+5, АL4(ОН)4+8, АL6(ОН)3+15, AL7(OH)4+17, AL8(OH)4+20, AL13(OH)5+34, Fe(OH)+2, Fe2(OH)4+2 и Fe(OH)2+;

Б) анионного типа – AL(OH)-4 и Fe(H2O)2(OH)-4;

В) неионогенного типа – AL(OH)3 и Fe(OH)3

Существовавшие ранее представления о коагуляционной очистке воды как процессе взаимной коагуляции коллоидных примесей с противоположно заряженными золями гидроксидов металлов как об электролитической коагуляции не соответствовали наблюдаемым явлениям. В связи с этим было развито представление сорбционном механизме удаления коллоидных примесей из воды на развитой поверхности коагуляционных гелей гидроксидов металлов. Очевидно, что процессы сорбции примесей на хлопьях коагулянта происходят[3].

При введении в воду неорганических коагулянтов (солей алюминия, железа, и др.) происходит, как указывалось, снижение агрегатной устойчивости системы под действием электролита (введенной соли), сорбция ионов на поверхности частиц и образование в результате химической реакции нового малорастворимого соединения, концентрация которого в воде значительно выше его растворимости. Выделение твердой фазы коагулятора из пересыщенного раствора (кристаллизация) [2,3].

**1.2 Влияние различных факторов на процессы гетерокоагуляционной очистки**

На скорость эффективность процесса очистки сточных вод гетерокоагуляцией оказывают влияние многие факторы: количество и состав растворенных в воде примесей, концентрация коллоидных примесей, температура, перемешивание, магнитные и электрические поля и др.

Растворенные в воде примеси. Механизм влияния примесей сточных вод на кинетику кристаллизации коагулянта многообразен. Он может быть обусловлен процессами комплексообразования, сорбции, химического взаимодействия и т.д.

Неорганические вещества. По характеру своего влияния кристаллизацию коагулянта примеси могут быть разделены, на группы:

а) неорганические вещества, имеющие общий ион с кристаллизующимся коагулянтом;

б) неорганические вещества, не имеющие общего иона с кристаллизующимся коагулянтом

В первом случае примеси ускоряют процесс кристаллизации коагулянта. По степени влияния на процесс коагуляции анионы могут быть расположены в ряд [137, с. 39]: СI-< НСО-3< SО2-4. В присутствии этих примесей сокращается продолжительность инкубационного периода.

Во втором случае при концентрации солей (например, NaС1 или КС1) более скорость кристаллизации коагулянта уменьшается.

Органические вещества. Органические вещества, адсорбируясь на растущих кристаллах коагулянта, образуют пленки, тормозящие: рост кристаллов. Это приводит, к повышению дисперсности кристаллов. Значительное содержание органических веществ в сточных водах может быть причиной, затрудняющей применение метода коагуляции

Небольшое количество органических примесей в сточных водах может вызывать ускорение процесса старения гидроксида алюминия [6].

Проведенные исследования показали, что полиакриламид в количествах, применяемых для флокуляции взвешенных в воде примесей, не оказывает заметного влияния на процесс выведения гидроксида алюминия. Действие поверхностно-активных веществ на стадии образования новой фазы сводится к снижению вероятности образования зародышей новой фазы и скорости их роста. Это обусловливает резкое повышение дисперсности кристаллов и является причиной высокой емкости адсорбционного слоя – предельной величины адсорбционного слоя предельной величины адсорбции.

С возникновением концентрации коллоидных и мелкодисперсных примесей в воде увеличивается скорость коагуляции. Доза коагулята зависит от концентрации и степени дисперсности.

При невысоком содержании мелкодисперсных и коллоидных примесей в воде процесс коагуляции часто протекает неудовлетворительно. Образующиеся мелкие хлопья выносятся из отстойников вместе с водой. Происходит это вследствие недостаточного количества центров кристаллизации коагулянта и спонтанного зародышеобразования в объеме для уменьшения в объеме. Для уменьшения коагулянта повышения эффективности очистки в очищаемую воду добавляют небольшие количества тонкодисперсных порошков – магнезита, мела и т.п. Частицы порошков частицами примесей воды, служат центрами зародышеобразования при кристаллизации коагулянта. В результате коагуляции получаются крупные хлопья, хорошо отделяющиеся от воды. С этой же используют метод рециркуляции осадка.

По этому методу часть осадка полученного в результате коагуляционной очистки воды, смешивается с исходной водой, поступающей на очистку [5,6].

Температура. С ростом температуры увеличивается интенсивность броуновского движения, а, следовательно, и вероятность столкновения частиц, возрастает скорость кристаллизации коагулянта и уменьшается продолжительность инкубационного периода.

При невысоких температурах образуются мелкие медленно оседающие хлопья, увеличиваются необходимые дозы коагулянтов и снижается эффективность очистки воды.

Перемешивание. С увеличением интенсивности перемешивания возрастает вероятность столкновения частиц, повышается скорость кристаллизации коагулянта, уменьшается продолжительность инкубационного периода. Однако существует некоторая скорость перемешивания, выше которой продолжительность инкубационного периода не изменяется. Перемешивание способствует увеличению скорости роста кристаллов, которая зависит от условий диффузии.

Образующиеся в процессе коагуляционной очистки воды аморфные и мелкокристаллические структуры формируются в крупные хлопьевидные агрегаты. Механическое перемешивание этих агрегатов приводит к их разрушению. Однако тиксотропность частиц обусловливает восстановление разрушенных связей. Тем не менее, интенсивное перемешивание приводит к необратимым процессам, обусловливающим ухудшения агрегации частиц.

Таким образом, перешивание оказывает влияние на всех стадиях коагуляционной очистки сточных вод.

Другие факторы.На процессы коагуляционной очистки сточных вод значительное влияние. Могут оказывать электрические и магнитные поля, ультразвуковые колебания и др. Так, наложение электрического и магнитного полей может, приводит к снижению устойчивости дисперсной системы. Ультразвуковые колебания также при определенных условиях могут обусловливать снижение устойчивости дисперсных систем и особенно устранение адсорбционно-сольватного и структурно-механических факторов стабилизации эмульсий типа масло – вода.

Электрические и магнитные поля, а также ультразвуковые колебания обычно оказывают ускоряющее действие на процессы кристаллизации. По-видимому, следует ожидать их положительного действия на процессы коагуляционной очистки сточных вод. Влияние электрических полей на коагуляцию показано ниже [7].

**2. Минеральные коагулянты, применяемые для очистки сточных вод**

Для очистки сточных вод применяют различные минеральные коагулянты, аморфные или мелкокристаллические структуры, малорастворимые в воде. Наиболее широкое распространение получили соединения алюминия, железа, магния и кальция.

Характеристика минеральных коагуляторов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика растворимости в воде минеральных коагулянтов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещества, добавляемые в воду | Коагулятор | Произведение растворимости коагулятора при 250С | Растворимость коагулятора в 100 мл при 250С |
| AI2SO4\* 18H2O  NaAIO2  Fe2(SO4)3  FeSO4  Ca(OH)2+CO2  Ca(OH)2+Na3PO4  MgCI2+Ca(OH)2  \*При 200С | AI(OH)3  AI(OH)3  Fe(OH)3  Fe(OH)2  CaCO3  Ca3(PO4)2  Mg(OH)2 | 1.9\*10-33  1.9\*10-33  4\*10-38  4.8\*10-16  4.8\*10-9  3.8\*10-29  5\*10-12 | 2.26\*10-8  2.26\*10-8  2.13\*10-9  4.4\*10-5  1.4\*10-3  2.5\*10-5\*  9\*10-4\* |

**2.1 Соли алюминия**

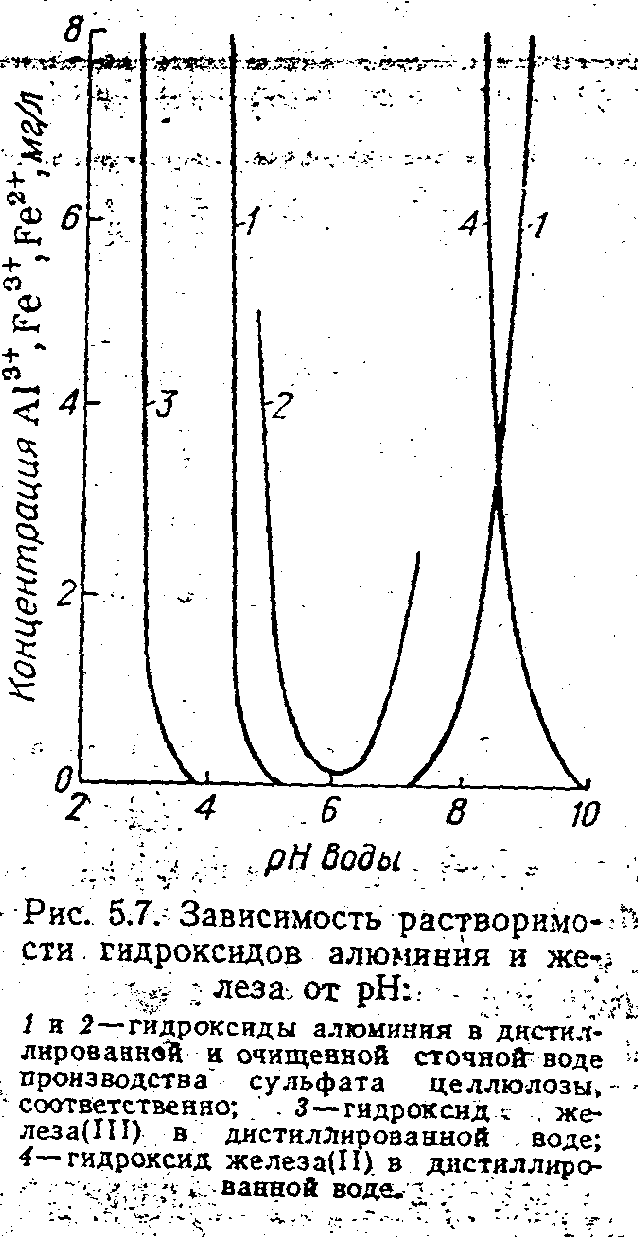
Сульфат алюминия получил широкое распространение в России и за рубежом для очистки природных и сточных вод. Плотность А12(S04)3\*18NаOH – 1,62 г/см3, насыпная масса 1,05–1,1 т/м3, растворимость в воде при 20°С 362 г/л. Гидроксид алюминия, образующийся при гидролизе солей алюминия, является типичным амфотерным соединением. В кислой и щелочной среде Гидроксид алюминия растворяется:

AI (OH)3 + 3H+ = AI3+ + 3 H2O

AI (OH)3 + OH- = AIO-3 + 2H2O

Гидроксид алюминия практически не растворим в дистиллированной воде, однако растворимость его в сточных водах может быть большей.

На рисунке 2 представлены данные по растворимости гидроксидов алюминия и железа в зависимости от рН [8].



Из рисунка 1 видно растворимость А1 (ОН)3 в сточной воде выше чем в дистиллированной. Растворимость гидроксида алюминия резко возрастает в пределах 4,5 > рН > 8.

С увеличением температуры растворимость гидроксида алюминия снижается. Зависимость растворимости гидроксида алюминия в воде от температуры при различных рН на рисунке 2.

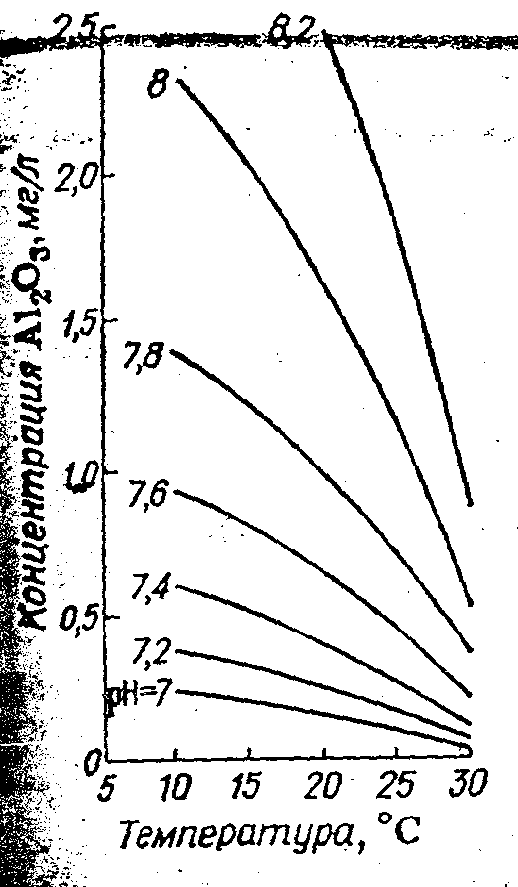


Рис. 2 Зависимость растворимости Гидроксида алюминия от температуры при различных рН

Для быстрого и полного протекания процесса гидролиза не обходим некоторый щелочной резерв воды для связывания ионов водорода выделяющих при гидролизе этим щелочным резервом могут быть бикарбонат – ионы, 3 присутствующие в воде, или специально введенные щелочные реагенты – известковое молоко, кальцинированная или каустическая сода [3,16].

В результате применения сульфата алюминия увеличивается степень сточной воды.

Очень перспективным коагулянтом является оксихлорид алюминияА12(ОН)5С1. В Японии этот коагулянт применяется с 1966 г. Он получается из гидроксида алюминия и соляной кислоты. Основные преимущества оксихлорида алюминия, по сравнению с глиноземом – большое содержание алюминия в продукте, меньшее снижение щелочности воды и меньшее повышение ее солесодержания. Оксихлорид имеет более сильное коагуляционное действие и большую скорость хлопьеобразования Хорошо растворяется в воде.

Для рекуперации белковых веществ из сточных вод рекомендуется использовать в качестве коагулянта лигносульфонат алюминия, получаемый из лигносульфоната натрия или путем ионообменной реакции.

В качестве коагулянтов могут быть применены алюмокалиевые квасцы [А1К(SО4)2\*12NаОH] или алюмоаммонийные квасцы [А1 (NН4) (S04)2\*12Н2O], имеющие меньшую стоимость и менее дефицитные, чем глинозем. Следует отметить, что при использовании алюмоаммонийных квасцов и наличии в очищаемой воде свободного хлора наблюдалось образование токсичных хлораминов.

Дешевыми коагулянтом является хлорид алюминия, который получают на нефтехимических комбинатах термическим гидролизом каталитического комплекса отработанного хлорида алюминия, применяемого в процессах изомеризации и при производстве этилбензола. Показана возможность использования этого коагулянта для очистки сточных вод производства синтетического спирта.

Известен коагулянт на основе алюминия, так называемый гидрокарбоалюминат кальция в виде однородного порошка серо-белого цвета. Гидрокарбоалюминат кальция получают как попутный продукт производства глинозема способом гидрохимического синтеза кальция из щелочно-карбоалюминатных растворов и извести при комплексной переработке нефелинов. Недостатками этого коагулянта – гидрокарбоалюмината кальция – являются высокая его стоимость и дефицитность, поскольку для его получения в качестве минерала используют нефелин, более редко встречающийся в природе, чем, например, бокситы, что и сказывается на его высокой стоимости.

**2.2 Соли железа**

Сульфат железа (11) или железный купорос FeSO4\*7Н2О. Железный купорос представляет собой прозрачные кристаллы зеленого цвета. Под действием кислорода воздуха двухвалентное железо окисляется в трехвалентное приобретают бурый оттенок. В воде растворяется 265 г./л железного купороса при 20°С.

Растворимость гидроксида железа (II) в воде приведена на рис. 1, из которого видно, что этот коагулянт может применяться при рН > 9–10. Для уменьшения концентрации растворенного гидроксида железа (II) при более низких величинах рН производят окисление двухвалентного железа в трехвалентное. Процесс окисления осуществлять за счет растворенного в воде кислорода: 4FeSO4 + O2 + 2H2O = 4Fe(OH)3.

Для окисления железа может быть использован метод хлорирования. Расход хлора при составляет 0,24 мг на 1 мг FeSO4.

Положительное качество солей железа как коагулянтов – высокая плотность гидроксида (3,6 г/см3), обеспечивающая получение плотных, тяжелых хлопьев оседающих с большой скоростью.

Коагуляция с использованием солей железа неприемлема для сточных вод, содержащих фенолы, так как образующиеся растворимые в воде феноляты железа интенсивно окрашены. Кроме того, гидроксид – железа является катализатором, способствующим окислению некоторых органических веществ и образующим комплексные окрашенные соединения, растворимые в воде.

Хлорид железа(III). FeCI3 \* 6Н2O представляет собой темные кристаллы с металлическим блеском, очень гигроскопичен.

С целью повышения эффективности очистки сточных вод предложено использовать коагулянт, состоящий из смеси растворов сульфата алюминия и хлорида железа в соотношении 1: 1 (по массе). Преимущества смешанного коагулянта повышение эффективности очистки воды при низких температурах и улучшение седиментационных свойств хлопьев.

Однако трудности, связанные с хранением и приготовлением коагулянта, а также возможность повышения содержания железа в очищенной воде при нарушениях технологического процесса, ограничивает применение смешанного коагулянта.

**2.3 Соли магния**

Хлорид магния предложено использовать для очистки сточных вод производства полистирольных пластмасс, а также вод, загрязненных эмульгированными маслами. Очистка производится при рН = 11,0. Растворимость гидроксида магния в воде при 200С – 9 мг/л – плотность – 2,4 г/см3. С. Уменьшением величины рН растворимость гидроксида магния в воде увеличивается.

Использование солей магния позволяет сократить продолжительность хлопьеобразования. Снижение температуры очищаемой воды практически не уменьшает эффективности ее очистки. В качестве коагулянтов могут быть использованы сульфат магния (МgSO4\*7Н2О) и хлорид магния (МgС12 \* 6Н2О).

Для очистки сточных вод может быть использован известковый шлам с добавлением карбоната магния. При этом происходит осаждёние Мg(ОН)2 и СаСО3. Преимущества этого метода: вода в процессе очистки практически не загрязняется минеральными солями, имеется возможность регенерации Мg из осадка путем обработки его диоксидом углерода образованием растворимого в воде бикарбоната магния который может быть повторно использован[5].

**3. Современные новые коагулянты, способы их получения и применения**

**3.1 Алюмосиликатный раствор**

В химической промышленности сточные воды обрабатывают при постоянном перемешивании алюмосиликатным раствором отношением А12: SiO2. В качестве реагента также используют раствор нефелина в 12% серной кислоте или раствор кислой сточной воде с рН 2.2

Этот способ коагуляционной очистки относится к обработки сточных вод химической промышленности от ионов железа, меди, никеля, кобальта, титана, фосфора, алюминия, кремния, кальция, магния, цинка, хрома, марганца, радиоактивных элементов, красителей, коллоидных частиц, органики, шламов, илистых частиц, взвесей, жировых и масляных эмульсий.

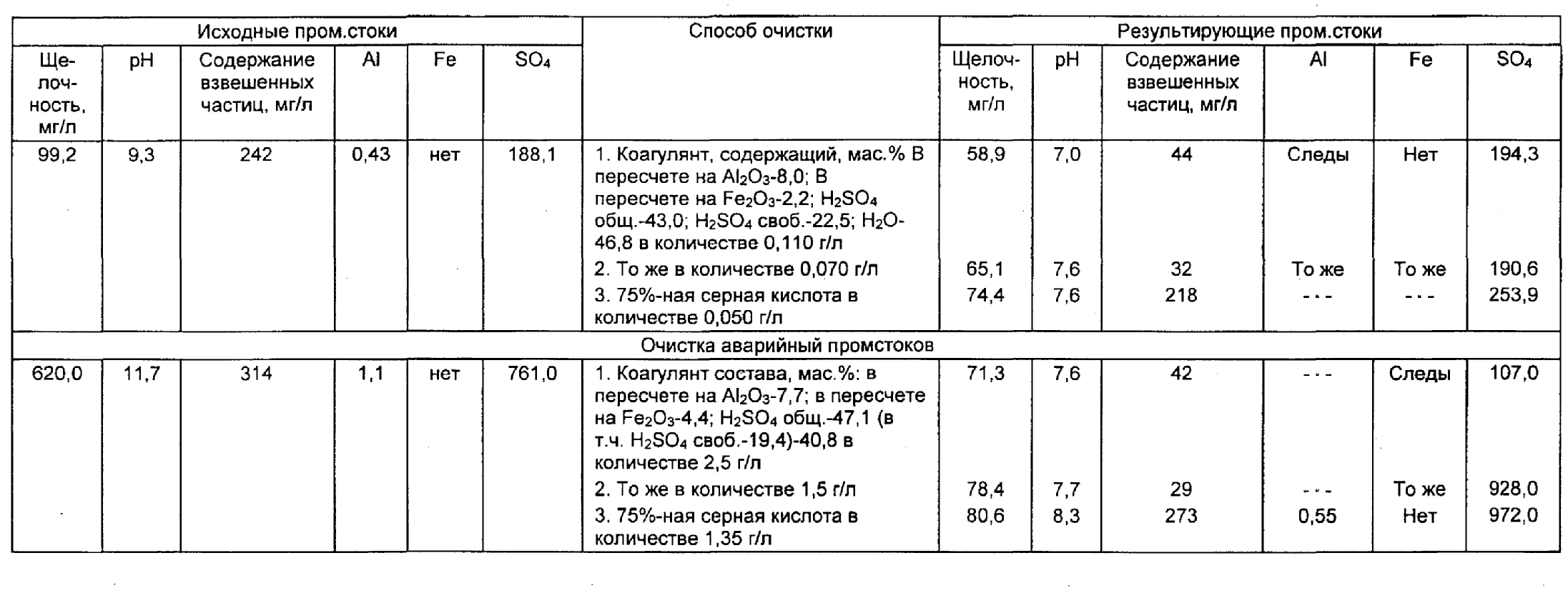
Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов проводится путем введения смеси высокодисперсного железа и угольного порошка при массовом отношении компонентов 1:0,05 – 0,1. Однако недостатком способа является необходимость специального приготовления реагентов и недостаточная степень выделения ионов тяжелых металлов из разбавленных растворов.

Применяется очистка от никеля путем введения в раствор каустического магнезита и проведения процесса при температуре 80–85°С. Минусом этой коагуляционной очистки является большой избыток магнезита (в 58–74 раза) по отношению к никелю и необходимость дополнительных энергозатрат при осуществлении процесса [8,9].

**3.2 Коагулянт из красного шлама**

В 1997 в технологии очистки сточных вод был получен коагулянт из красного шлама. Сущность изобретения: красный шлам глиноземного производства обрабатывают 3–5% соляной кислотой. Полученный твердый остаток обрабатывают 50–55% серной кислотой. Полученную пульпу фильтруют и к полученному раствору добавляют концентрированную серную кислоту до ее общего содержания в растворе 25–50%. Полученный раствор выдерживают 10–20 ч. и отделяют полученный осадок. Осадок представляет собой неорганический коагулянт, содержащий компоненты в мас.%: смесь А12(SO4)3\*nН2О, где n=6, 12, 14 и А12(SO4)3\*Н2SO4 \*12Н2O в пересчете на А12O3-2–10, FеSO4\* Н 2O в пересчете на Fе2O3 – 2–10, Н 2SO4 общая – 40–60 (в том числе Н2SО4 свободная-20–40) и Н2O кристаллизационная до 100%. Полученным коагулянтом обрабатывают щелочные сточные воды [9,11]. Примерные результаты обработки сточных вод приведены в таблице 2

Таблица 2 – Результаты обработки промышленных сточных вод коагулянтом из красного шлама



В настоящее время из научно-технической и патентной литературы известен коагулянт в состав, которого входят цинкофосфатный шлам, триэтаноламин, полиакриламид, соляная кислота и вода при следующем соотношении ингредиентов, мас.%: цинкофосфатный шлам 15–20, соляная кислота 5–15, борная кислота 0,3–0,5, триэтаноламин 1–3, полиакриламид 1, вода – остальное. Предложенный коагулянт для очистки сточных вод обладает пониженной токсичностью и себестоимостью [10].

**3.3 Коагулянт – активированный кальций-алюминат**

В 2000 году Караваном С.В., Хрипуном М.К. и Мюндом Л.А. был изобретен коагулянт – активированный кальций-алюминат, который содержит соединения: алюминия, оксид кремния, оксид кальция, оксид железа, оксид натрия, оксид магния и диоксид серы. Получают его обработкой шлама – промежуточного продукта производства глинозема, причем обработку ведут 2%-ным водным раствором бикарбоната натрия и сульфата натрия в соотношении 1:1 в течение не менее 5 мин с последующим отделением, высушиванием и измельчением осадка. Очистку сточных и природных вод ведут активированным кальций-алюминатом в виде водной суспензии в количестве не менее 3 мг/дм3 при перемешивании не менее 0,1 мин. Этот новый коагулянт фактически является в большей степени адсорбентом и при этом на поверхности частиц суспензии происходит адсорбция, растворенных в воде, как ионов тяжелых металлов, так и их гидроксидов и основных солей. Частицы дисперсной фазы суспензии являются центрами хлопьеобразования и одновременно утяжелителями, благодаря чему происходит ускорение процесса коагуляции и как следствие в целом повышается эффективность очистки вод. Поскольку алюминий вводится в виде практически нерастворимых соединений, отсутствует остаточное содержание ионов алюминия, что приводит к повышению степени очистки обрабатываемой воды. Технический результат, достигаемый коагулянтом для очистки природных и сточных вод, способом его получения и использования, состоит в получении высококачественной питьевой воды для сохранения здоровья и долголетия человека, в эффективной и надеждой очистке сточных вод с целью обеспечения экологической безопасности человека и окружающей среды [12].

**3.4 Коагулянты из природных минералов**

Изучены способы получения коагулянтов из бокситов, каолинов, глин и других минералов, содержащих алюминий, суть которых заключается в разложении этих минералов серной кислотой с последующей кристаллизацией готового продукта. Однако эти способы сложные и трудоемкие [11,12].

**3.5 Новые алюминий содержащие коагулянты**

Из уровня техники известны способы очистки природных и сточных вод алюминий содержащими коагулянтами. Способ очистки природных и сточных вод, основанный на использовании в качестве коагулянта водного раствора сульфата алюминия, выбранного в качестве прототипа. Однако этот способ имеет некоторые недостатки, связанные со следующими отрицательными факторами при его использовании:

– низкая эффективность очистки воды при пониженных температурах (ниже 4°С);

– увеличение солевого фона очищаемой воды;

– повышение содержания сульфатов;

– снижение щелочности и водородного показателя;

– увеличение коррозионной активности

– значительное количество остаточного алюминия в очищенной воде.

Все эти факторы в целом приводят к сокращению срока службы сетей и водоводов и снижению их пропускной способности.

Известен способ очистки природных и сточных вод с использованием алюминий содержащего коагулянта, наиболее близкий по составу к предлагаемому изобретению и выбранный в качестве прототипа.

Недостатками этого способа являются сложность дозирования коагулянта за счет необходимости непрерывного и постоянного перемешивания для предотвращения выпадения в осадок частиц дисперсной фазы [5,15].

Гидроксохлорид алюминия (ГХА) марки Б – коагулянт нового поколения, предназначен для подготовки питьевой воды при обработке поверхностных и подземных вод, а также для очистки сточных и оборотных промышленных вод металлургических заводов, целлюлозно-бумажных комбинатов, нефтеперерабатывающих и химических предприятий, бытовых и городских стоков.

Применение гидроксохлорида алюминия позволяет интенсифицировать процесс водоподготовки и улучшить качество воды. Очень эффективен при обработке воды с температурой 0–9°C.

Гидроксохлорид алюминия марка Б выпускают в виде твердого продукта. Внешний вид твердого продукта – пластинки и гранулы неопределенной формы различного размера белого или желтого цвета; срок хранения 3 года.

Плюсы гидроксоалюминия в сравнении с традиционным реагентом (сульфатом алюминия) Снижение расхода товарного реагента в 8–10 раз; Уменьшение времени коагуляции в 1,5–3,0 раза; Возможность эффективно очищать воду в широком диапазоне температур, включая диапазон 0,5–9 градусов Цельсия; Значительное уменьшение или полное отсутствие остаточного алюминия в очищенной воде; Исключение или резкое снижение образующихся гипсовых отложений в технологическом оборудовании и трубопроводах; Позволяет отказаться от применения флокулянтов[14].

**3.6 Новый коагулянт-флокулянт МПГС (минеральный полиреагентный гель-сорбент)**

Предложен новый коагулянт-флокулянт минеральный полиреагентный гель-сорбент (МПГС) вместо используемых сейчас крайне малоэффективных сернокислых алюминия и железа. МПГС может использоваться при водоподготовке для очистки поверхностных вод, а также очистки сточных вод ТЭЦ и очистки обратной воды по горячему контуру, которая возвращается в котлы теплоснабжения и горячего водоснабжения.

Водоподготовка крайне затруднена из-за сложности загрязнений воды по химическому и дисперсному составу.

Примеси, загрязняющие поверхностную воду, содержат ультрадисперсные частицы кремнезема, оксидов железа, глины, ила гуминовых соединений и т.д. По степени дисперсности они делятся на:

– грубодисперсные (размеры частиц более 100 нм)

– коллоиднодисперсные (размеры частиц от 1 до 100 нм)

– молекулярнодисперсные – растворенные соли (размеры частиц менее 1 нм).

Особую трудность при водоочистке составляет удаление коллоидных примесей – они устойчивы, так как каждая частица защищена двойным электрическим слоем сорбированных противоионов.

Вместо малоэффективных коагулянтов – сернокислых алюминия и железа предложено использовать МПГС, в состав которых входят ультрадисперсные частицы соединений железа, алюминия, кремния, кальция, титана и др., что обеспечивает более глубокую коагуляцию примесей любого химического и дисперсного состава: для каждого загрязнителя воды находится свой коагулянт.

МПГС готовят из местных материалов, например, глины и растворов (кислых и щелочных), полученных при регенерации ионообменных материалов ионообменной очистки в системе водоподготовки.

МПГС обладают коагуляционными и сорбционными свойствами, в десятки и сотни превышающими промышленные коагулянты и твердые сорбенты соответствующего состава. Они экологически безвредны, просты в изготовлении, затраты на их изготовлении заключаются в простом смешивании широкодоступных компонентов.

Использование МПГС состоит в добавлении к воде пасты геля и не требует капитальных затрат на строительство и переоборудование очистных сооружений. Это позволяет экономить до 90% затрат на водоочистку за счет стоимости реагентов и отсутствия реагентного оборудования для растворения и подготовки коагулянтов, ликвидирует штрафы за загрязнение среды. [12,15, 16]

**Заключение**

Принципиальное отличие новых современных коагулянтов от уже известных (в том числе и от прототипа) состоит в существенно ином подходе получения новых коагулянтов. Новые коагулянты, выполняя свои функции, фактически является в большей степени адсорбентами и при этом на поверхности частиц суспензии происходит адсорбция растворенных в воде как ионов тяжелых металлов, так и их гидроксидов и основных солей.

По сути частицы дисперсной фазы суспензии являются центрами хлопьеобразования и одновременно утяжелителями, благодаря чему происходит ускорение процесса коагуляции и как следствие в целом повышается эффективность очистки вод.

**Список используемых источников**

1. Справочник по очистке природных и сточных вод. Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мендер Х.А., Репин Б.Н. – М.: Высш. шк., 1994, с. 51–58.

2. Патент РФ 2126365, приоритет 07.08.97.

3. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Л.: Химия, 1987, с. 48–79.

4. Патент РФ 1556525, кл. С 01 Р 7116, опубл. 15.12.1994.

5. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды. Кульский Л. А. и др., ч. 1, с. 607–622 и ч. 11, с. 681–700, Киев: Наукова думка, 1980.

6. Строительные нормы и правила 2.04.02–84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат, 1985, с. 23.

7. Строительные нормы и правила 2.04.03–85 Канализация. Наружные сети и сооружения. М.: СИТП Госстрой СССР, 1986. С. 48.

8. Стремилова Н.Н. Новый высокоэффективный коагулянт на основе соединений титана для очистки природных и сточных вод. Тезисы докладов на III Международном конгрессе «Экватек-98», 26–30 мая 1998. Москва. C. 311.

9. И.М. Астрелин, В.А. Запольский, С.В. Лысенко Исследование процесса получения смешенного коагулянта из отходов производства/ Ж. прикл. Химии. – 1999,62, №11, с. 2611–2613