

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Д.К.САТЫБАЛДИЕВА, А.С.АБДЫРАЕВА
E.mail. ksucta@elcat.kg

Булгаыныч сууларды органикалык заттардан коагуляциялык ыкма менен тазалоо каралган.

Приведены коагуляционные методы очистки сточных вод от органических веществ.

See Coagulation methods of wastewater from organic matter.

В сточных водах глюкозного производства содержатся разнообразные примеси, грубодисперсные, коллоидные частицы, минеральные, органические вещества. В задаче очистки сточной воды включаются следующие операции: осветление, обеззараживание, умягчение. Очистку сточных вод глюкозных производств можно осуществлять различными методами: механическими, химическими, физико-химическими.

Очистка сточных вод проводится с целью устранения вредных веществ, которые могут привести к пагубным последствиям в окружающей среде. Применение различных технологий очистки направлено на нейтрализацию, обезвреживание.

Таким образом, выбор технологии очистки зависит от физико-химических показателей сточных вод. Процесс очистки сточных вод производственного предприятия, как правило, включает несколько стадий, на каждой из которых возможно применение различных методов очистки сточных вод. Данная ситуация обусловлена, в первую очередь, тем, что многие методы, в особенности тонкой очистки сточных вод, нельзя использовать, если в них присутствуют взвешенные вещества.

Кроме этого, большинство методов очистки стоков имеет верхний предел концентраций по загрязняющим веществам, от которых данный метод должен очищать сток. Применение методов очистки сточных вод промышленных предприятий обусловлено также тем, что комбинированием нескольких типов процессов обработки возможно достигнуть требуемой степени очистки с минимальными затратами.

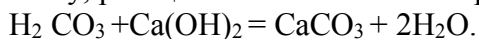
Наиболее рациональным, очевидно, будет разделение процесса очистки стоков на четыре этапа в соответствии с разделением загрязняющих веществ на основе их агрегатного состояния по классификации.

На первой стадии очистки сточных вод необходимо извлечь крупные частицы взвешенных веществ и грубодисперсных примесей, нейтрализовать токсины и удалить из сточных вод масла. Если данные загрязнения в сточных водах отсутствуют, следует начать очистку сточных вод со второй стадии, на которой происходит извлечение практически всех примесей, а также проводится подготовка стоков к дальнейшей очистке, а именно, снижению агрессивности сточных вод, понижению неприемлемых концентраций отдельных загрязняющих веществ.

На третьей стадии очистки стоков производится извлечение всех загрязняющих веществ до определенного заданного уровня. Если степень очистки недостаточна, требуется четвертая стадия очистки сточных вод, на которой используются методы, позволяющие извлекать соединения, находящиеся в растворимом состоянии.

Применение конкретных способов очистки сточных вод либо их комбинирование на каждом этапе обработки определяется химическим составом и физическими свойствами сточных вод. В зависимости от наличия или отсутствия определенных классов загрязняющих веществ в стоке возможно исключать некоторые стадии водоочистки.

При нейтрализации кислых производственных сточных вод, содержащих углекислоту, реакция в зависимости от применяемого реагента протекает по уравнению



(1)



(2)

Количество реагентов G , кг, для нейтрализации сточных вод определяется по формуле

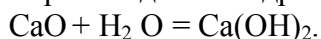
$$G = k \frac{100}{B} QaA, \quad (3)$$

где k – коэффициент запаса расхода реагента по сравнению с теоретическим, равный для известкового молока 1,1, для известкового теста и сухой извести – 1,5; B – количество активной части в товарном продукте, %; Q – количество сточных вод, подлежащих нейтрализации, м³; a – расход реагента для нейтрализации, кг/кг; A – концентрация кислоты или щелочи, кг/м³.

Метод коагуляции широко распространен для очистки сточных вод пищевой промышленности. Эффективность коагуляционной очистки зависит от многих факторов: вида коллоидных частиц; их концентрации и степени дисперсности; наличия в сточных водах электролитов и других примесей; величины электрокинетического потенциала.

Выбор реагента для нейтрализации кислых сточных вод зависит от вида кислот и их концентрации, а также от растворимости солей, образующихся в результате химической реакции. Для нейтрализации минеральных кислот применяют щелочной реагент, но чаще всего – известь в виде пушонки или известкового молока и карбонаты кальция или магния в виде суспензии. Эти реагенты сравнительно дешевы и общедоступны. Скорость реакции между раствором кислоты и твердыми частицами суспензии относительно невелика и зависит от размеров частиц и растворимости образующегося в результате реакции нейтрализации соединения. Поэтому окончательная активная реакция в жидкой фазе устанавливается не сразу, а по истечении некоторого времени (10-15 мин).

Для нейтрализации гашеная известь применяется в основном в виде известкового молока 5%-ной концентрации по активному оксиду кальция. Для превращения комовой извести-кипелки в форму, удобную для дозирования, ее следует погасить. При гашении извести происходит ее гидратация с выделением теплоты



(4)

В результате коагуляции образуются агрегаты – более крупные частицы, состоящие из скопления мелких первичных частиц. Первичные частицы в таких агрегатах соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей среды. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и уменьшением их общего числа в объеме дисперсионной среды.

Ежегодно при переработке свеклы на сахарных заводах страны образуется более 10 млн т фильтрационного осадка – отхода производства, содержащего 75-80 % карбоната кальция и 8-12 % органических веществ, а также гидроксид кальция, магния (щелочной осадок) и др.

Если фильтрационный осадок прокалить при температуре 550-650 °С без доступа кислорода, то образуется черный порошок. При этом органическая часть превращается в активный уголь (4-5 % к массе порошка), гидроксиды кальция и магния – в оксиды, а карбонат кальция почти не изменяется, происходит лишь повышение дисперсности его частиц. В результате термической обработки фильтрационного осадка образуется

композиция, в которой основными компонентами являются карбонаты кальция, магния и активный уголь. Происходит активизация фильтрационного осадка адсорбентов.

Эти компоненты активно участвуют в осаждении различных примесей из водных растворов. При обработке сточных вод гидроксидами алюминия и железа степень очистки составляет 57 %, а прокаленным фильтрационным осадком (как свежим, так и многократно-регенерированным) – 80 %.

Применение на глюкозном производстве для очистки сточных вод от высокомолекулярных органических загрязнений прокаленного при 900-1000 °С фильтрационного осадка вместо извести перспективно вследствие низкой стоимости прокаленного шлама. Кроме того, при многократной регенерации прокаливанием эффективность его применения усиливается.

Проведены исследования эффективности удаления из сточных вод органических веществ при обработке их прокаленным фильтрационным осадком и доведении рН раствора до 8-12.

Фильтрационный прокаленный осадок перемешивали со сточной водой в течение 10-20 мин, после чего отделяли от жидкости, в фильтрате определяли остаточное количество органических веществ. Интенсивное осаждение органических веществ начинается при рН=9,5. Удаление последнего происходит полнее (98,7 %), чем органических веществ. При очистке сточных вод прокаленным фильтрационным осадком уменьшается их цветность. При повышении дозы реагента до 2,0 кг/м³ цветность воды вновь возрастает за счет перехода молекул красящих веществ высокомолекулярных кислот в ионизированную форму.

В результате реакции нейтрализации и осаждения кальциевых солей, высокомолекулярных кислот ХПК сточных вод снижается.

На стадии карбонизации на карбонате кальция сорбируются преимущественно полианионы. Очищенные при низкой температуре сточные воды имеют меньшую цветность. В этих условиях достигается наибольшее понижение содержания растворимых солей кальция. Обработка сточных вод прокаленным фильтрационным осадком позволяет добиться высокой степени очистки от основной массы органических соединений и взвешенных веществ.

Фильтрационный осадок представляет собой рассыпчатую массу коричневого цвета. Основными компонентами химического состава являются углекислый кальций – 61,1 %, пектиновые вещества – 1,5 %, безазотистые органические вещества – 7,5 %, азотистые органические вещества – 4,7 %, сахар – 1,8 %, кальциевые соли органических кислот – 3,6 %, минеральные вещества – 4,2 %. Поскольку в состав осадка входят органические примеси, то при определенных условиях термообработки можно провести процесс сгорания органических веществ не до конечных продуктов – CO₂, H₂O и NO₂, а до стадии обугливания и получения частичек углерода, осевших на поверхности CaCO₃, при этом образуется термически модифицированный осадок, обладающий высокими адсорбционными свойствами. Было высказано предположение, что полученный термически модифицированный осадок также должен проявлять свойства сорбента и его можно будет использовать для очистки сточных вод.

Проведены исследования физических и физико-химических свойств исходного и термически модифицированного осадка (табл. 2), состав и структура которых указывают на возможность использования их для очистки сточных вод.

Как показали результаты гранулометрического анализа, основная масса частиц исходного осадка имеет размер от 10 до 30 мкм, а частиц модифицированного осадка – 5-15 мкм, т.е. при термообработке повышаются дисперсность и удельная поверхность исходных частиц вследствие разрушения исходных агрегатов из-за возникающих механических напряжений при паро- и газообразовании в процессе обжига.

Таблица 1

Химический состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения

Определяемый ингредиент	Единица измерения	Концентрация загрязняющих веществ	
		до очистки	после очистки
Температура	°С	18	23
РН	–	5,4	7,9
Сульфаты	мг/дм ³	350	68
Сухой остаток	мг/дм ³	2100	508
Взвешенные вещества	мг/дм ³	620	620

Таблица 2

Физико-химические характеристики исходного и модифицированного осадка

Характеристика	Единица измерения	Исходный осадок	Термически модифицированный осадок
Насыпная плотность	кг/м ³	1240	1320
Истинная плотность	кг/м ³	2710	2720
Гигроскопическая влага	%	38,28	1,5
Потери при прокаливании	%	37,2	32,3
Водопоглощение	%	70	71,2
рН в одной вытяжке	–	8,79	10,3
Содержание СаСОз	%	61	до 95
Содержание органических веществ	%	до 20	–
Содержание СаО	%	–	до 5,0
Содержание углерода	%	–	0,05

Наиболее загрязненные сточные воды содержат большое количество взвеси различной дисперсности и органических соединений, растворимых в воде либо образующих высокодисперсные системы.

Высокие содержания органических веществ в сточных водах глюкозного производства могут, однако, существенно повлиять на ход коагуляции гидроксидов и на объем образующегося шлама. Взвешенные вещества являются центрами коагуляции, и с ростом их концентрации в сточной воде, поступающей на очистку, продолжительность процесса формирования крупных хлопьев гидроксидов и их осаждение существенно сокращаются, что видно из табл. 3. Материалы таблицы показывают, что концентрации взвесей в сточных водах значительно сильнее сказываются на длительности процесса осветления воды коагулянтном, чем увеличение дозы самого коагулянта. Это подтверждается и данными табл. 3, в которой показано, как зависит скорость осаждения хлопьев гидроксидов от дозы коагулянта.

Зависимость скорости осаждение хлопьев гидроксидов от дозы коагулянта

Доза сульфата, алюминия, г/л	Время осветления, ч		
	при 1,0 кг/м ³	при 2 кг/м ³	при 3 кг/м ³ взвеси
0,05	2,3	1,5	1,2
0,1	2,2	1,45	1,15
0,15	2,1	1,42	1,10
0,20	2,0	1,40	1,0
0,25	1,8	1,34	0,9
0,30	1,7	1,2	0,8
0,40	1,6	1,0	0,7
0,5		0,9	0,6
0,6			

При коагуляции хлопья образуются сначала за счет частиц взвешенных частиц и коагулянта или только коагулянта. Образовавшиеся хлопья последнего сорбируют вещества, загрязняющие сточные воды и, осаждаясь вместе с ними, очищают воду. Основным процессом коагуляционной очистки производственных сточных вод является гетерокоагуляция – взаимодействие коллоидных и мелкодисперсных частиц сточных вод с агрегатами, образующимися при введении в сточную воду коагулянтов.

При использовании в качестве коагулянтов солей алюминия и железа в результате реакции гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа и алюминия, которые сорбируют на развитой хлопьевидной поверхности. Взвешенные, мелкодисперсные и коллоидные вещества при благоприятных гидродинамических условиях оседают на дно отстойника, образуя осадок:



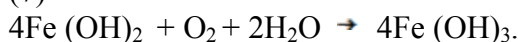
(5)



(6)

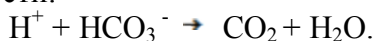


(7)



(8)

Образующиеся в процессе гидролиза серную и соляную кислоты следует нейтрализовать известью или другими щелочами. Нейтрализация образующихся при гидролизе коагулянтов кислот может также протекать за счет щелочного резерва сточной жидкости:



(9)

В целях уменьшения расходов коагулянтов процесс коагуляции следует осуществлять в диапазоне оптимальных величин рН.

Количество коагулянта, необходимое для осуществления процесса коагуляции, зависит от вида коагулянта, расхода, состава, требуемой степени очистки сточных вод и определяется экспериментально.

Коагулянты смешивают с обрабатываемой сточной водой в смесителях, продолжительность пребывания воды в которых составляет 1-2 мин.

Список литературы

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – М.- Л.: Химия, 1982. – 168 с.

2. Когановский А.М., Клименко Н.А. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983. – 288с.

3. Шаманаев Ш.Ш., Щербинин А.М., Рогов Е.М. Сокращение нагрузки на природные воды – эффективный путь их охраны. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2003. – 140 с.