

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Булганыч сууларды органикалык заттардан тазалоо ыкмалары каралган.*

*Приведены методы очистки сточных вод от органических веществ.*

*Provides methods of wastewater from organic matter.*

В сточных водах содержатся органические, неорганические и коллоидные вещества. При сборе 1 м<sup>3</sup> неочищенной сточной воды загрязняются 40-60 м<sup>3</sup> природной воды.

Сточные воды молочных предприятий можно очищать от жира с помощью отстаивания, флотации, коагуляции. При отстаивании сточных вод выделяются крупные частицы жира и другие взвешенные вещества. Флотация позволяет извлечь из сточных вод также тонкодисперсированные взвешенные вещества, обладающие гидрофобными свойствами, в том числе жир. При коагуляции сточных вод выделяются как тонкодисперсированные взвешенные вещества, так и эмульгированные, коллоидные примеси. Необходимость локальной очистки сточных вод и выбор метода очистки обусловлены местными условиями.

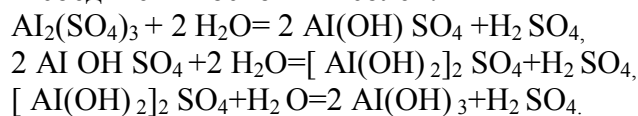
Для очистки сточных вод от жиров обычно применяют отстойные жироловки горизонтального или вертикального типа. Отстойные жироловки устанавливают чаще всего на выпусках цехов и заводов, специализирующихся на производстве высокожирной продукции (масла, сливок, сметаны), с концентрацией жиров в сточных водах более 100 мг/л. Практика показывает, что использование жироловок горизонтального типа для очистки сточных вод молочных заводов малоэффективно. Концентрация жиров в результате их применения снижается лишь на 30-35%.

В жироловке осуществляются периферийная подача сточных вод и нисходящее движение потока в зоне отстаивания. Сточная вода подается водораспределителем под напором и выбрасывается из него по патрубкам в периферийный распределительный лоток жироловки. Вращение водораспределителя, осуществляемое вследствие реактивной силы вытекающей жидкости, обеспечивает равномерное распределение сточных вод по периметру сооружения. Сточные воды предприятия молочной промышленности содержат значительное количество загрязнений, находящихся в виде коллоидов. Частицы дисперсной фазы коллоидных систем, в основном белковые соединения, обладают зарядом, окружены гидратной оболочкой и не выделяются при обычном отстаивании или флотационной обработке стока. Введение коагулянта приводит к нейтрализации заряда коллоидов, нарушению устойчивости системы, сорбции их на хлопьях коагулянта и выделению этих загрязнений из жидкости. Скоагулированные примеси сточных вод можно отделять с помощью последующего отстаивания или флотации. Коагуляцию осуществляют введением коагулянта соответствующих реагентов. Вещества, обуславливающие цветность и мутность воды, находятся в воде в коллоидном состоянии. Это гуминовые вещества, мельчайшие глинистые и почвенные частицы, а также кремниевая кислота.

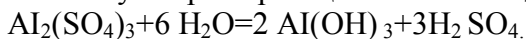
Для очистки воды от примесей в воду вводят коагулянты. В качестве коагулянтов применяют сульфат алюминия, хлорид железа; смешанный коагулянт, состоящий из сульфата алюминия и хлорида железа.

Сущность очистки воды коагуляцией заключается в том, что при растворении в воде коагулянты гидролизуются, образуя коллоидные гидроксиды алюминия или железа.

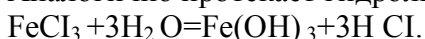
Гидролиз сульфата алюминия протекает по стадиям с образованием в качестве промежуточных соединений основных солей:



Суммарная реакция полного гидролиза:

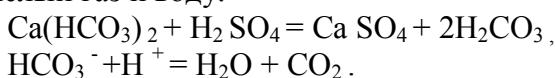


Аналогично протекает гидролиз хлорида железа (III)

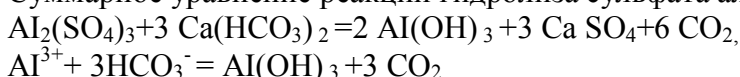


Появление в растворе в результате гидролиза кислоты и связанное с этим повышение концентрации ионов Н тормозят гидролиз. Необходимым условием для протекания реакции гидролиза в сторону образования гидрооксидов алюминия и железа является связывание выделяющейся при гидролизе кислоты в малодиссоциированное соединение. В сточных водах протекание гидролиза коагулянта обеспечивается так называемым щелочным резервом воды, т.е. наличием в воде определенного количества ионов  $\text{HCO}_3^-$  (гидрокарбоната кальция).

Гидрокарбонат кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  превращает выделяющуюся при гидролизе коагулянта кислоту в малодиссоциированную угольную кислоту, которая распадается на углекислый газ и воду.



Суммарное уравнение реакции гидролиза сульфата алюминия:



При гидролизе 1 мг сульфата алюминия расходуется 0,017 мг-экв ионов  $\text{HCO}_3^-$  (или 0,017 мг-экв щелочности), а 1 мг хлорида железа (III) – 0,018 мг-экв щелочности.

Оптимальной дозой коагулянта называется наименьшая доза его, обеспечивающая достижение необходимого эффекта осветления и обесцвечивания воды. Оптимальная доза коагулянта зависит от величины цветности воды, ее прозрачности и щелочности.

Определяя оптимальную дозу, следует учитывать характер процессов образования и оседания хлопьев, щелочность очищенной воды, а также остаточные концентрации ионов коагулянта. Определить дозу коагулянта, необходимую для осветления и обесцвечивания исследуемой воды, а также выявить более эффективный коагулянт. В исследуемой воде определяют цветность, мутность, щелочность, рН.

В шесть цилиндров наливают по 250 мл хорошо перемешанной исследуемой воды. Затем в каждый цилиндр добавляют 3 % ный раствор коагулянта (в первые три цилиндра- раствор  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , в другие )три цилиндра- раствор  $\text{FeCl}_3$  (в количествах, соответствующих дозам



Заданные дозы коагулянта в мг/л переводят в мл, используя формулу:

$$Q = D \cdot V / C.$$

где: Q- количество реагентов; D- доза коагулянта, мг/л; V- объем обрабатываемой воды, л;

C- концентрация раствора коагулянта, мг/мл.

Наименьшая доза коагулянта, при которой получаются хорошие хлопья через 30-60 минут отстоя (при этом качество воды согласуется с требованиями потребителя), считается оптимальной. Для определения качества обработанной коагулянтами воды из каждого цилиндра отбирают пробы на анализ. Из верхней части цилиндра отбирают пробу отстоянной воды, в которой определяют мутность (прозрачность). Остальную часть

отстоянной воды фильтруют, в фильтрате определяют цветность, щелочность, рН, остаточные концентрации алюминия (железа).

Гидролиз коагулянтов протекает довольно быстро, в течение первых 30 секунд после введения коагулянта в воду он заканчивается образованием коллоидных гидроксидов алюминия и железа. Образовавшиеся коллоидные системы коагулянтов адсорбируются на своей поверхности вещества, загрязняющие воду, а также захватывают их при своем осаждении. Что и приводит к осветлению и обесцвечиванию воды.

Необходимая доза коагулянта для обработки воды устанавливается на основе технологического анализа воды используемого источника – пробного коагулирования. Зависимость скорости осаждения хлопьев гидроксидов от дозы коагулянта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Доза хлорид, железа, г/л	Время осветления, ч		
	при 0,5кг/м <sup>3</sup>	при 1 кг/м <sup>3</sup>	при 2 кг/м <sup>3</sup> взвеси
0,05	2,5	1,3	0,7
0,1	2,3	1,2	0,65
0,15	2,2	1,1	0,6
0,20	2	1,0	0,5
0,25	1,9	0,95	0,45
0,30	1,8	0,9	0,4
0,40	1,6	0,85	0,35
0,5	1,5	0,8	0,3
0,6	1,4	0,75	0,2

Расход коагулянта зависит от состава сточных вод в среднем равен 100мг [по безводной соли  $Al_2(SO_4)_3$  или  $FeCl_3$ ] на каждые 1000 мг загрязнений по ХПК при рН 7. Если рН стока ниже или выше 7, дозу, коагулянта изменяют (уменьшают или увеличивают) из расчета 50 мг реагента на каждую единицу рН. При введении флокулянтов (например, полиакриламида) совместно с коагулянтами эффект очистки увеличивается незначительно. Следовательно, применять их нецелесообразно. Высокие содержания органических веществ в сточных водах молочного 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 таблицы 1. Материалы таблицы показывают, что концентрации взвесей сточных водах значительно сильнее сказываются на длительности процесса осветления воды коагулянтам, чем увеличение дозы самого коагулянта. Это подтверждается и данными таблице, в которой показано, как зависит скорость осаждения хлопьев гидроксидов от дозы коагулянта. При коагуляции хлопьев образуются сначала за счет частиц, взвешенных частиц и коагулянта или только коагулянта. Образовавшиеся хлопья последнего сорбируют вещества, загрязняющие сточные воды и, осаждаюсь вместе с ними, очищают воду. Основным процессом коагуляционной очистки производственных сточных вод являются гетерокоагуляция - взаимодействие коллоидных и мелкодисперсных частиц сточных вод с агрегатами, образующимися при ведении в сточную воду коагулянтов.

При использовании коагуляции с последующей напорной флотацией эффект очистки составляет по жирам и взвешенным веществам 80-90%, по ХПК –70-75%. Продолжительность процесса 20-30 мин. При устройстве напорной флотации в две ступени с введением коагулянта эффект очистки по жирам и взвешенным веществам достигает 93-95%.

Установлено, что степень снижения концентрации жиров и взвешенных веществ зависит от начальной концентрации этих загрязнений, продолжительности отстаивания и температуры сточных вод. Характер этой зависимости определяется следующим уравнением:  $C_{\text{оч}} / C_{\text{исх}} = (1 - kt)^{0,8} \cdot 0,9t^{0,2} = (1 - 0,6 \cdot 0,5)^{0,8} \cdot 0,9^{0,2} = (1 - 0,34)^{0,78} \cdot 0,66^{0,78} = 0,7$ .

где С<sub>оч</sub>, С<sub>исх</sub>- концентрация загрязнений соответственно в очищенной и исходной жидкости, мг/л; k- коэффициент, характеризующий скорость выделения нерастворенных примесей; t- продолжительность отстаивания, мин.

Коэффициент k зависит от высоты слоя отстаивания, продолжительности отстаивания и температуры поступающей жидкости. Для сточных вод молочных заводов k определяют по жирам

$$k_{\text{ж}} = 0,009 \cdot (H/t)^{0,24} \cdot T = 0,009 \cdot (2/0,5)^{0,24} \cdot 25^{0,486} = 0,011 \cdot 1,5 \cdot 4,78 = 0,079 \approx 0,08.$$

где: k<sub>ж</sub>- коэффициент, характеризующий соответственно скорость выделения жира и взвешенных веществ; H- высота слоя отстаивания, м; t- температура поступающей жидкости, °С.

Зная продолжительность отстаивания сточных вод, вычисляют потребный объем, жироловок по формуле:

$$W = Q/t = 25/30 = 0,08.$$

где: W- потребный объем жироловок, м<sup>3</sup>; Q- расчетный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/мин. Глубину проточной части принимают равной 1,5-2м.

Площадь центральной камеры определяют. Исходя из того, что скорость восходящего потока в ней не более 0,005 м/с.

Частота вращения реактивного водораспределителя определяется после того, как определится диаметр патрубков реактивного водораспределителя и диаметр самой жироловки.

Диаметр патрубков реактивного водораспределителя:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{H \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,08}{2 \cdot 3,14}} = \sqrt{\frac{0,32}{6,28}} = \sqrt{0,05} = 0,25 \approx 250 \text{ мм}.$$

для того чтобы вычислить диаметр жироловки вычислим радиус через её площадь.

$$S = Q/v = 0,04/0,005 = 8,$$

$$S = \pi r^2,$$

$$D = 2 \cdot r = 2 \cdot 1,6 = 3,2.$$

Частота вращения реактивного водораспределителя равна

$$n = 34,78 \cdot q \cdot 1000^2 / 2 \cdot d^2 \cdot D \cdot 60 = 34,78 \cdot 41,63 \cdot (1000)^2 / 2 \cdot (250)^2 \cdot 3200 \cdot 60 = 0,06.$$

где: n- частота вращения реактивного водораспределителя, с<sup>-1</sup>; q- расход сточных вод, л/с;

d- диаметр патрубков реактивного водораспределителя, мм; D- диаметр жироловки, мм

Вещества, обуславливающие цветность и мутность воды, находятся в воде в коллоидном состоянии. Это гуминовые вещества, мельчайшие глинистые и почвенные частицы, а также кремниевые кислоты.

Продолжительность отстаивания сточных вод после смешения с коагулянтom 1,5 ч. Эффект очистки жирам и взвешенным веществам составляют 72-80%, по ХПК -42- 60%, по БПКполн – 60-70%.

## Список литературы

1. Запольский А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды [Текст] / А.К. Запольский, А.А. Баран. - JL: Химия, 1987.- 208 с.
2. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды [Текст] / Л.А. Кульский. - Киев: Науково думка, 1971. – 500 с.
3. Лукиных Н.А. Методы доочистки сточных вод [Текст] / Н.А.Лукиных, Б.Л. Липман, В.П. Криштул. - М.: Стройиздат, 1988.