

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

И.В. Ефремов, Л.А. Быкова

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Оренбург
2018

УДК 628.543 (076.5)
ББК 38.761.2 я 7
Е 92

Рецензент - доктор технических наук, профессор Л.В. Межуева

Ефремов, И.В.
Е 92 Исследование методов нейтрализации сточных вод :
методические указания / И.В. Ефремов, Л.А. Быкова; Оренбургский
гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2018. – 14 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторной работы и содержат теоретические сведения о способах нейтрализации сточных вод, поступающих в канализацию или на сооружения биологической очистки, технологических схемах нейтрализации потока кислых и щелочных стоков, необходимые материалы и оборудование, ход выполнения работы и контрольные вопросы.

Методические указания рекомендованы для бакалавров, изучающих курс системы защиты среды обитания.

УДК 628.543 (076.5)
ББК 38.761.2 я 7

© Ефремов И.В.,
Быкова Л.А., 2017
© ОГУ, 2018

Содержание

1 Цель работы	4
2 Основные положения	4
2.1 Взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков (схема «а»).....	5
2.2 Нейтрализация жидкими реагентами (схема «б»).....	6
2.3 Фильтрация через нейтрализующие твердые материалы (схема «в»).....	8
3 Экспериментальная часть.....	10
3.1 Материалы и оборудование	10
3.2 Ход выполнения работы	10
4 Контрольные вопросы	12
Список использованных источников	14

1 Цель работы

1.1 Ознакомление с методами нейтрализации кислотных и щелочных стоков производств.

1.2 Определение дозы реагентов для обработки стоков различными способами.

2 Основные положения

На сооружения биологической очистки (биофильтры, аэротенки, поля фильтрации, земельные поля орошения) сточные воды должны поступать с $pH = 6,5 - 8,5$. При прочих значениях данного показателя искусственная и естественная микрофлора погибает, и процесс удаления органических веществ-загрязнителей прекращается.

Производственные сточные воды, как правило, содержат значительное количество кислот или щелочей, что приводит к наличию pH на уровне 3 - 5 или 9 - 12. Такие стоки подлежат нейтрализации, т.к. уже на стадии канализования по стальным и чугунным трубам они могут вызвать их коррозионное разрушение, а при очистке - вывести сооружения из надлежащего режима.

Реакция нейтрализации - химическая реакция между веществами, имеющими свойства кислоты, и веществами, обладающими щелочными свойствами. В основе процесса - взаимодействие ионов водорода и гидроксила с образованием воды:



При этом концентрация свободных ионов H^+ и OH^- становится равной 10^{-7} , т. е. соответствует природной воде, а активная реакция приближается к $pH = 7$.

Метод нейтрализации используется для очистки сточных вод во многих производственных сферах: в текстильной, химической, фармацевтической промышленности, в машиностроении и др.

Существует несколько способов нейтрализации сточных вод, поступающих в канализацию или непосредственно на сооружения биологической очистки:

- а) взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод;
- б) нейтрализация жидкими реагентами;
- в) фильтрование через нейтрализующие твердые материалы.

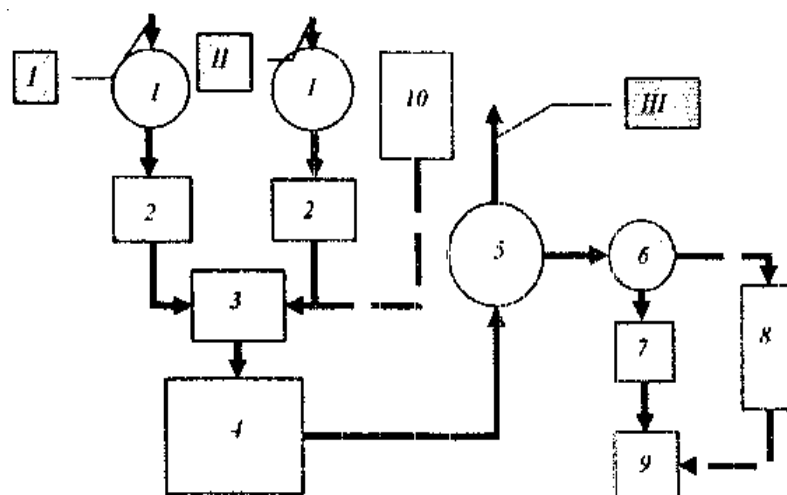
Выбор способа нейтрализации зависит от многих факторов: вида и концентрации кислот в сточной воде, их объема, наличия реагентов, местных условий и т. д.

Для нейтрализации щелочных сточных вод также используют отходящие газы, содержащие диоксид серы, диоксид азота, диоксид углерода и др. Нейтрализация щелочных вод дымовыми газами является ресурсосберегающей технологией, так как при этом ликвидируется сброс сточных вод, сокращается потребление свежей воды, экономится тепловая энергия на подогрев свежей воды, а также очищаются дымовые газы от кислых компонентов (CO_2 , SO_2 и др.) и от пыли. Использование для метода нейтрализации щелочных стоков диоксида углерода позволяет резко снизить стоимость процесса нейтрализации.

2.1 Взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков (схема «а»)

Метод взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков часто применяется на предприятиях химической и машиностроительной промышленности. При этом названные стоки с помощью дозаторов подаются в нейтрализатор, перемешиваются, поступают в шламоотстойник, из которого смесь промстоков с $\text{pH} = 6,5 - 8,5$ направляется на очистку от растворенных органических примесей. Шлам (влажный осадок в виде нерастворимых солей) проходит обезвоживание на шламовых площадках.

Схема взаимной нейтрализации кислых и щелочных сточных вод приведена на рисунке 1.



I - кислые сточные воды; II - щелочные сточные воды; III - нейтрализованные стоки; 1 - песколовка; 2 - усреднители; 3 - смеситель; 4 - контактный резервуар; 5 - отстойник; 6 - уплотнитель осадка; 7 - механическое обезвоживание осадка; 8 - шламовые площадки для обезвоживания осадка; 9 - накопитель обезвоженного осадка; 10 - дозирование реагентов.

Рисунок 1 - Схема взаимной нейтрализации кислых и щелочных сточных вод

2.2 Нейтрализация жидкими реагентами (схема «б»)

Нейтрализация жидкими реагентами предусматривает получение на первой стадии нейтрализующего раствора (суспензии), например, из твердого кускового материала (известь, доломит, магнезит и т.п.), путем его предварительного измельчения, рассева и дозирования в растворный бак, в нем получают концентрированную (10 % – 20 % по CaO) суспензию. Полученный в расходном баке 5 %-ый рабочий раствор дозируется в нейтрализатор, из которого обработанная сточная вода поступает в шламоотстойник,

рассчитанный на пребывание в нем сточной воды в течение 2 ч. Осадок, выделенный в отстойниках, обезвоживается на шламовых площадках, барабанных вакуум-фильтрах или на фильтр-прессах.

Данный метод наиболее приемлем для обработки кислых стоков. При этом используются реагенты с учетом растворимости солей, образующихся в результате реакции нейтрализации: если образуются нерастворимые соли, то реагент подобран правильно. В настоящее время наиболее дешевым и доступным реагентом является гидроксид кальция (гашеная известь).

Доза реагентов для обработки стоков определяется из условия полной нейтрализации с увеличением ее на 10 % от найденной величины для учета флуктуации начальных концентраций кислого или щелочного реагента в поступающей воде.

Хранение извести производят в специально оборудованных складах, рассчитанных на 15 - 30 суточный расход реагента. Каждая поступающая партия должна иметь паспорт поставщика с указанием содержания в продукте активной части реагента по данным анализа при отгрузке. При сухом хранении извести необходимо иметь дополнительное оборудование для дробления и гашения. Помещения для дробления, отсева снабжаются вентиляцией. Емкости для гашения, приготовления концентрированных и рабочих суспензий размещают на изолированных площадях здания.

При поставках комовой извести предусматривают ее гашение и хранение в емкостях в виде теста 35 % - 40 % концентрации. Объем емкостей - из расчета 3,5 - 5,0 м на 1 т товарной извести. При централизованных поставках известкового теста или молока надлежит предусматривать их мокрое хранение с перемешиванием.

Приготовление раствора извести целесообразно лишь при расходе ее не более 0,25 т/сут, т.к. иначе потребуются аппаратура больших размеров. При более высоких расходах извести готовят суспензию - известковое молоко.

Для этого предварительно известь подвергают гашению в специальных известегасильных аппаратах. Из них концентрированное известковое молоко

поступает в бак для разбавления, получения рабочей 5 %-ой концентрации. Процесс разбавления сопровождается непрерывным перемешиванием в растворном баке с целью поддержания частиц извести во взвешенном состоянии. Для этого применяется гидравлическое перемешивание при помощи циркуляционного насоса, барботирование сжатого воздуха, перемешивание лопастными мешалками.

Дозирование известкового молока в поток сточных вод производится из расходных баков с помощью дозатора. Контроль процесса нейтрализации осуществляется стационарным автоматическим показывающим рН-метром, при его отсутствии - лабораторным прибором путем контроля разовых проб, взятых из потока обработанных известковым молоком сточных вод.

При использовании извести необходимо выполнять важнейшие правила техники безопасности:

- не допускать ее пыления при хранении, измельчении и транспортировке;
- загрузка в аппараты гашения извести производится обслуживающим персоналом в спецодежде, с использованием респираторов или ватно-марлевых повязок;
- при выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо беречь глаза от попадания известковой пыли, раствора, суспензии;
- после выполнения работ с сухой известью надлежит произвести обеспыливание спецодежды, принять душ.

2.3 Фильтрование через нейтрализующие твердые материалы (схема «В»)

Фильтрование через нейтрализующие твердые материалы приемлемо при малых расходах (15 - 30 м³ в сутки) кислых сточных вод, отсутствии в них большого количества взвешенных, смолистых веществ, нефтепродуктов и т. п.

Кислый сток подается дозатором на фильтры-нейтрализаторы, заполненные кусковым щелочным реагентом (известь СаО, доломит

CaMg(CO₃)₂, магнезит MgCO₃, обожженный магнезит MgO, мел CaCO₃ и др.), производится последующее удаление из сточной воды нерастворимых солей в шламоотстойнике и подача ее на дальнейшую очистку.

Фильтры-нейтрализаторы являются непрерывно действующими сооружениями. Их применяют главным образом для нейтрализации сточных вод, содержащих соляную и азотную кислоты, а также серную кислоту в малых концентрациях (до 5 мг/л) и при отсутствии в воде солей тяжелых металлов.

При больших концентрациях серной кислоты сульфат кальция, образующийся в количестве, превышающем его растворимость (2 г/л), выделяется на поверхности нейтрализующей загрузки и снижает эффективность процесса. Для нейтрализации серной кислоты можно применять загрузку из карбоната магния, поскольку растворимость образующегося сульфата магния высокая, однако такая загрузка дефицитна.

Начальная крупность загрузочного материала от 3 до 8 см; в процессе работы фильтра крупность загрузки уменьшается вследствие частичного растворения материала в фильтруемой воде.

Высоту загрузки фильтра при нейтрализации сточных вод, содержащих соляную и азотную кислоты, принимают от 1 до 1,5 м, и содержащих серную кислоту – от 1,5 до 2 м.

Воду можно фильтровать сверху вниз или снизу вверх. Скорость фильтрации воды зависит от концентрации кислоты в сточной воде. Чем выше концентрация кислоты, тем меньше должна быть скорость фильтрации воды.

Для фильтрации через известняк сточных вод, содержащих соляную и азотную кислоты, скорость фильтрования принимают от 0,5 до 1 м/ч. Скорость фильтрования через доломит со средней крупностью частиц от 4 до 6 см при концентрации серной кислоты до 0,5 % принимают от 0,6 до 0,9 м/ч; при концентрации до 2 % скорость фильтрации должна быть уменьшена до 0,35 м/ч. Максимально допускаемая скорость фильтрации при концентрациях кислоты менее 0,2 % - не более 5 м/ч при продолжительности контакта воды с загрузкой не менее 10 мин. Нейтрализующая способность загрузки может

поддерживаться промывкой потоком воды снизу вверх. Расход воды на промывку достигает 30 % производительности установки.

В состав сооружений с фильтрами-нейтрализаторами должны входить усреднители сточных вод, установки для дробления и классификации загрузки, механизмы для догрузки фильтров, насосные установки для промывки фильтров, отстойники для осаждения взвешенных веществ из промывных вод.

3 Экспериментальная часть

3.1 Материалы и оборудование

Для проведения лабораторной работы необходимы:

- лабораторный иономер И-135М1;
- магнитная мешалка;
- индикаторная бумага, 1 комплект;
- емкости с пробами кислой ($V = 0,5 - 1,0$ л) и щелочной сточной воды ($V = 0,1 - 0,25$ л);
- цилиндр мерный стеклянный, $V = 100$ мл, 1 шт.;
- пипетка, $V = 10$ мл, 2 шт.;
- флаконы с известковым молоком, $V = 250$ мл, 3 шт.;
- пробирка, $V = 50$ мл, 1 шт.

3.2 Ход выполнения работы

3.2.1 Для проведения нейтрализации по схеме «а» налить мерным цилиндром 25 мл кислой сточной воды, определить с помощью лабораторного иономера исходное значение концентрации водородных ионов (pH_0), которое записать в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований

№ опыта	Исходное значение рН ₀	(V,V',m) ₁ /рН ₁	(V,V',m) ₂ /рН ₂	(V,V',m) ₃ /рН ₃	(V,V',m) ₄ /рН ₄

3.2.2 Ввести пипеткой в стакан с отобранной пробой щелочную сточную воду объемом $V_1 = 1, 2$ или 3 мл (уточняется преподавателем) с последующим перемешиванием содержимого стакана и определением (рН).

3.2.3 Последовательно ввести щелочную сточную воду в стакан, увеличивая ее объем до 4 , а затем до 6 и 8 мл. После получения соответственно V_2, V_3 и V_4 и тщательного перемешивания определить рН₂, рН₃ и рН₄, внести результаты измерений в таблицу 1, построить график $pH = f(V_x)$ и найти с его помощью необходимый расход (m^3) щелочной сточной воды для получения рН = $6,5 - 8,5$ нейтразуемого стока.

3.2.4 Процесс нейтрализации по схеме «б» предусматривает смешение кислой сточной воды с известковым молоком концентрацией 1% или 4% по СаО (выбирается по согласованию с преподавателем).

3.2.5 В стакан поместить 25 мл кислой сточной воды, рН₀ которой был определен ранее (см. п. 3.2.1). Затем из соответствующего флакона с известковым молоком отобрать с помощью пипетки дозу $V_1' = 1$ мл, ввести в стакан, перемешать его содержимое и определить рН₁.

3.2.6 Ввести в стакан с нейтразуемой сточной водой дополнительное количество известкового молока и получить $V_2' = 2, V_3' = 3$ и $V_4' = 5$ мл. После смешения с каждой дозой найти соответственно рН₂, рН₃ и рН₄, которые вместе с рН₁ записать в таблицу 1 и построить кривую $pH = f(V_x')$, с ее помощью определить дозу известкового молока взятой концентрации, необходимую для нейтрализации $1 m^3$ кислой сточной воды.

3.2.7 Для проведения опыта по обработке кислой сточной воды твердым нейтрализующим материалом (схема «в») применяются доломит, магнезит и др. С этой целью поместить навеску дробленого материала в стакан, в него ввести 25 мл кислой сточной воды с установленной величиной pH_0 (см. п. 3.2.1).

3.2.8 После перемешивания взбалтыванием определить pH_1 нейтрализуемой сточной воды. Затем навеску увеличить, получая соответственно $m_2 = 1,5$, $m_3 = 2,5$ и $m_4 = 3,0$ г.

3.2.9 После создания каждой новой навески и интенсивного перемешивания соответственно определить pH_2 , pH_3 и pH_4 сточной воды и записать результаты в таблицу 1, построить третью кривую $pH = f(m_x)$ для нахождения m_{opt} в $кг/м^3$ нейтрализуемой сточной воды, которая должна обеспечивать получение $pH = 6,5 - 8,5$.

По результатам исследований сделать выводы.

4 Контрольные вопросы

4.1 Для чего предназначена нейтрализация сточных вод, в каких случаях она применяется?

4.2 Укажите основные преимущества использования дымовых газов для нейтрализации щелочных сточных вод.

4.3 Перечислите и охарактеризуйте существующие способы нейтрализации, физико-химические процессы, протекающие при этом.

4.4 Охарактеризуйте принципиальную схему нейтрализации потока кислых и щелочных стоков, основные элементы, их назначение. Проведите анализ схемы.

4.5 Какие реагенты применяются для нейтрализации кислых и щелочных сточных вод? Обоснуйте.

4.6 На какой стадии нейтрализации образуется шлам? Каким образом он отделяется от нейтрализованной сточной воды?

4.7 Для чего необходим смеситель в производственной схеме нейтрализации, как он устроен?

4.8 Для чего предназначены растворные, расходные баки в схеме нейтрализации?

4.9 Чем обеспечивается подача нейтрализующего реагента и контроль изменения характеристик сточной воды?

4.10 Какие требования предъявляются к приготовлению щелочного реагента из извести с учетом расходных норм?

4.11 Перечислите основные операции подготовки щелочного реагента из окиси кальция.

4.12 Приведите основные правила техники безопасности при работе с известью.

4.13 Какую принимают скорость фильтрования через известняк сточных вод, содержащих соляную и азотную кислоты?

Список использованных источников

- 1 Ефремов, И.В. Методы и технические средства защиты гидросферы : учебное пособие для вузов / И.В. Ефремов. – Оренбург : ОГУ, 2006. – 270 с.
- 2 Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп., - М. : Инфра-Инженерия, 2016. - 456 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index/444182>
- 3 Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М. : АСВ, 2002. – 704 с.
- 4 Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод : учебное пособие для вузов / В.И. Калицун, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов.- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 2001. - 272 с.
- 5 Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков : учебное пособие / Д.А. Кривошеин [и др.]. – М. : Высш. шк., 2003. – 344 с.