УДК 628.33/34

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-5-240-109-113

*В. Ф. Каблов¹, П. А. Зимовец², И. Н. Хлобжева¹***ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОСТАТКОВ
ПРОПИТОЧНОГО СОСТАВА КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ
КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ**¹ Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета² ООО «Тора», г. Волжский

E-mail: innanic.i@yandex.ru

Описан процесс очистки жидких отходов от остатков промывки технологического оборудования производства технических тканей с пропиткой из синтетических волокон, загрязненных пропиточным раствором с использованием коагулянтов, флокулянтов, сорбентов и фильтрующих материалов. Рассмотрены проблемы применения реагентов для флокуляции и коагуляции и фильтрации сточных вод. Рассмотрены основные этапы очистки жидких отходов от загрязняющих веществ. Произведен выбор современных реагентов, определены их дозы для снижения мутности промывных вод.

Ключевые слова: жидкие отходы, коагуляция, гидроксихлорид алюминия, флокуляция, полиакриламид, биосорбенты, технология очистки.

ВВЕДЕНИЕ

Производственные жидкие отходы содержат большое количество опасных веществ, которые при попадании в водные объекты или на почвенный покров приводят к загрязнению окружающей среды. Содержание в объектах гидросферы таких веществ, как тяжелые металлы, биогенные и поверхностно-активные вещества и другие, вызвано сбросом большого количества недостаточно очищенных сточных вод. Несмотря на большое количество применяемых способов очистки жидких отходов, данная проблема приобретает все большую остроту.

Вопросы очистки жидких отходов, их обезвреживание и утилизация являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды. Выбор оптимальной технологической схемы очистки жидких отходов – достаточно сложная задача, что обусловлено многообразием находящихся в воде примесей и высокими требованиями к качеству очистки. Важной составляющей при этом является и количество образовавшихся отходов, и экономическая целесообразность извлечения примесей. Для производственного водоснабжения промышленных предприятий необходимо рассматривать и возможность повторного использования очищенных сточных вод [1].

Традиционная технология очистки от загрязнений таких отходов включает в себя обработку их коагулянтами и флокулянтами с дальнейшим отстаиванием и фильтрованием обработанной воды.

Основным технологическим приемом удаления из воды грубодисперсных примесей, находящихся во взвешенном состоянии, и коллоидных органических загрязнений, присутствующих в воде в растворенном виде, является процесс коагуляции. В зарубежных изданиях, как правило, нет разделения на коагулянты и флокулянты, а все химические реагенты, участвующие в агрегации и седиментации, считаются флокулянтами [2].

В основе коагуляции лежит укрупнение коллоидных и взвешенных частичек дисперсной системы за счет введения неорганических коагулянтов (солей поливалентных металлов) или органических флокулянтов. Образующийся хлопьевидный осадок отделяют на стадии фильтрации или осаждения.

Очистка жидких отходов предполагает соблюдение определенных технологических условий, которые не всегда возможно соблюсти на практике. Кроме этого, как правило, их состав разнообразен по компонентному составу и факторам образования и требует выполнения отдельных исследований для каждого конкретного случая [3]. Поэтому технология очистки жидких отходов должна быть тщательно отработана в лабораторных условиях.

Существенным недостатком является и токсичность многих применяемых химических реагентов.

Многие загрязняющие вещества, присутствующие в стоках, препятствуют применению стандартных технологий водоочистки и требуют

комплексного подхода к способам очистки сточных вод сложного состава [1].

Из реагентных методов наиболее распространены способы очистки сточных вод с использованием коагулянтов. В качестве коагулянтов применяют, как правило, соли двухвалентного железа или алюминия, а также композиции коагулянтов с флокулянтами. Коагулянты и/или флокулянты подбираются в зависимости от количественного и качественного состава сточной воды [4]. При выборе коагулянта ориентируются на уровень заряда иона металла, на показатель кислотности (рН) жидких отходов. Кроме этого, эффективность процесса коагуляции и флокуляции зависит от интенсивности перемешивания, последовательности введения коагулянтов и флокулянтов. Одновременно с этим для проведения процесса очистки воды коагуляцией важен и температурный режим процесса очистки воды. Резкие колебания температуры могут привести к ухудшению качества очистки жидких отходов.

Гидроксохлорид алюминия (ГОХА) широко используется в качестве коагулянта для целей водоочистки [5]. Достоинством данного реагента является интенсификация процесса хлопьеобразования и осаждения коагулированной взвеси. Гидроксид хлорид алюминия является высокоэффективным коагулянтом нового поколения и представляет собой водный раствор солей алюминия общей формулы $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$ [6].

Полиакриламидные флокулянты достаточно широко применяются для очистки питьевой воды, природных и промышленных сточных вод [7]. Неионные и анионные водорастворимые сополимеры акриламида и N-замещенных акриламидов применяют в качестве адсорбатов из водных систем [8]. Согласно теории Ла Мера, макромолекула флокулянта в результате одновременной адсорбции на двух или нескольких частицах дисперсии связывает их в агрегаты полимерными мостиками и снижает устойчивость дисперсной системы. Это так называемый мостичный механизм флокуляции [9].

В нашей стране в различных областях промышленности традиционно использовались в качестве флокулянтов – полиакриламид (ПАА) и его производные с молекулярной массой примерно $0,5 \cdot 10^6 \dots 6 \cdot 10^6$. На его основе созданы различные композиции флокулянтов. Добавки флокулянта на основе полиакриламида оказывают положительное влияние на гидравлическую крупность и плотность хлопьев, об-

разующихся в осветлителе со взвешенным осадком при введении ПАА через 2 мин после коагулянта [10].

Таким образом, поиск новых эффективных, экологических и экономичных способов очистки промышленных сточных вод является актуальным направлением.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе исследована возможность очистки жидких отходов от остатков промывки технологического оборудования производства технических тканей с пропиткой из синтетических волокон, загрязненных пропиточным раствором.

Целью исследований является очистка производственных жидких отходов с применением коагулянта гидроксохлорида алюминия (ГОХА) и флокулянта полиакриламида (ПАА) с последующим отделением осадка с помощью биофильтра на основе модифицированного измельченного тростника южного.

Исследуемые жидкие отходы представляют собой мутные цветные агрегативно устойчивые коллоидные системы, в которых органические вещества находятся в растворенном и эмульгированном состоянии. Растворенные вещества, присутствующие в эмульсии, не задерживаются обычными фильтрующими материалами. Кроме этого, в исследуемых жидких отходах могут содержаться следы минеральных загрязнений, поступающих при контакте жидкостей с различными продуктами.

В связи с этим одним из приемов повышения эффекта очистки является процесс коагуляции электролитами – коагулянтами и флокулянтами.

Предварительно, перед проведением коагуляции, отделяли крупнодисперсную взвесь отстаиванием в течение 10 мин с последующей фильтрацией.

Для определения оптимальных доз реагентов проводили пробное коагулирование в лабораторных условиях. В десять стаканов вместимостью 250 мл приливали 200 мл жидких отходов, в которые при постоянном перемешивании вносили определенный объем раствора коагулянта ГОХА. Пробу перемешивали в течение 5 мин, затем вносили определенный объем раствора флокулянта ПАА - А и снова перемешивали – 2 мин. По окончании процесса смесь отстаивали в течение 20 мин. В экспериментах варьировали дозировки исследуемых коагулянтов при постоянной дозировке флоку-

лянта 2 мг/л. Флокулянты, на основе полиакриламида, применяются в виде разбавленных водных растворов. Сначала был приготовлен 0,5 %-ный водный раствор ПАА-А, который разбавляли до концентрации 0,1 %-ного раствора.

Коагулянты и флокулянты на основе солей металлов чувствительны к величине pH очищаемых отходов. При несоответствии рабочего диапазона с исходными значениями pH значительно уменьшается степень осветления жидких отходов.

Показатель pH определяли с помощью pH-метра марки «pH-150Ми». Значение pH исходных образцов находилось в интервале 9,3–9,81pH.

Рекомендуется водную фазу с повышенной кислотностью нейтрализовать (растворами соды, извести, щелочи и др.) для повышения pH до 7–8. Возможен вариант использования осветленной воды, имеющей кислую реакцию среды, для процесса нейтрализации жидких щелочных отходов предприятия.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как видно из табл. 1, в образцах – 4, 5 наблюдается образование крупных хлопьев, что введет к их слипанию и образованию агломератов, которые имеют большую скорость осаждения.

Таблица 1

Результаты исследований очистки образца отходов

Номер образца	Доза коагулянта, мл	Вес осадка, г.	Значение pH фильтрата	Визуальные наблюдения
1	0,1	5	5,78	х/п * –мелкое
2	0,2	8,3	4,6	х/п – мелкое
3	0,3	8,3	4,7	х/п – среднее с расслоением
4	0,4	9,1	4,6	х/п –крупное, с последующим расслоением
5	0,5	10	4,54	х/п –крупное с расслоением
6	0,6	11,6	4,45	х/п – среднее с расслоением
7	0,7	15	4,3	х/п –мелкое
8	0,8	-	4,4	х/п отсутствует плотный слой
9	0,9	-	3,9	х/п отсутствует плотный слой.
10	1,0	-	4,0	х/п отсутствует плотный слой.

Примечание : х/п * – хлопкообразование.

Авторами исследована возможность совместного введения коагулянта и флокулянта в жидкие производственные отходы.

Для эффективной реагентной обработки исследуемых отходов предварительно готовят раствор коагулянта в виде 54 %-ного водного раствора гидроксохлорида алюминия и раствор флокулянта в виде 0,1 %-ного водного раствора полиакриламида (ПАА-А). При смешивании коагулянта 54 % ГОХА и 0,1 % раствора флокулянта ПАА А-150 наиболее оптимальным является соотношение коагулянт: флокулянт – 0,7:2,5 соответственно. Данный раствор приливали в исследуемые жидкие отходы в соотношении раствор: отход – 1:10. Данное соотношение позволяет добиться коагулирования отходов в соотношении отходы : коагулюм – 1 : 0,1. Масса осадка определялась по разнице

массы фильтра до и после фильтрования и последующей сушки. Весовая доля скоагулированного коагулюма составляет 19,7–24,6 % [11].

Образовавшийся после завершения процесса коагуляции коагулюм отфильтровывают через двухслойный вертикальный фильтр, в верхней части которого расположен песчаный фильтр на основе однородного мономинерального мелкозернистого кварцевого песка диаметром 1,2 мм, в нижней – биосорбент на основе пиролизованного измельченного тростника южного. Свойства полученного сорбента представлены в источниках [12, 13]. Фильтрация исследуемых жидких отходов проводилась отсасыванием на установке, состоящей из воронки Бюхнера, колбы Бунзена и водоструйного насоса под небольшим вакуумом для ускорения процесса фильтрации.

Таблица 2

Результаты количественного анализа осветленной воды (фильтрата)

№ п/п	Определяемые ингредиенты	Концентрация веществ в фильтрате, мг/л	Концентрация в стоках, г/м ³
1	Цианиды	0,04	0,1
2	Фенолы	0,053	0,4
3	Формальдегиды	0,07	0,5

Отфильтрованный коагулом подвергают отжиму для дальнейшего отделения жидкой фазы (отфильтрованной воды) с целью уменьшения количества (объема) коагулома, подаваемого на утилизацию.

Необходимо предусматривать повторное использование промывных вод фильтров, воды от обезвоживания и складирования осадков станций водоподготовки. Допускается сброс их в водотоки или водоемы при соблюдении требований «Правил охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами» или на канализационные очистные сооружения [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено наиболее оптимальное соотношение коагулянт : флокулянт – 0,7 : 2,5 соответственно, при очистке жидких отходов от остатков промывки технологического оборудования производства технических тканей с пропиткой из синтетических волокон, загрязненных пропиточным раствором.

Показано, что эффективно применение двухслойного секционного фильтра (песок/биосорбент) в доочистке жидких отходов. Полученные данные позволяют рекомендовать данный способ очистки жидких отходов от пропиточных растворов производства кордных тканей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
2. Гетманцев, С. В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С. В. Гетманцев, И. А. Нечаев, Л. В. Гандурина. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 272 с.
3. Юдаков, А. А. Особенности применения флокулянтов и сорбентов для очистки технологической воды и производственных стоков / А. А. Юдаков, Д. В. Червонецкий, А. В. Перфильев, В. В. Слесаренко, А. Ю. Чириков, Ю. М. Бадулин // ГИАБ. – 2014. – № S4.
4. Патент 2324659 РФ, МПК С 02 F 1/56, С 02 F 103/22. Способ очистки технологических вод / Новаков И. А., Шулевич Ю. В., Ковалева О. Ю., Навроцкий А. В., Навроцкий В. А.; ВолгГТУ. – 2008.
5. Способ очистки природных и сточных вод от взвешенных частиц: патент РФ № 2174104 / Новаков И. А.,

Быкадоров Н. У., Радченко С. С., Жохова О. К., Пархоменко А. И. – 2001. Бюл. № 27.

6. Крючихин, Е. М. Методы очистки городских сточных вод от биогенных элементов / Е. М. Крючихин, А. Н. Николаев, Н. А. Жильникова, Н. Ю. Большаков // Сантехника и отопление. – 2006. – № 8. – С. 56–60

7. Полиакриламид / под ред. В. Ф. Куренкова. – Москва: Химия, 1992. – 192 с.

8. US Patent № 5362827. Solution process for preparation hydrophobically functionalized cationic polymers. / Bock J. – Published 08.11.1994.ov-dlya-ochistki-tehnologicheskoy-vody-i-proizvodstvennyh-stokov (дата обращения: 04.07.2019).

9. Куренков, В. Ф. Полиакриламидные флокулянты / В. Ф. Куренков // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 7. – С. 57–63.

10. Запольский, А. К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Свойства, получение, применение / А. К. Запольский, А. А. Баран. – Л. Химия, 1987. – 208 с.

11. Патент №2174 104 РФ, Способ реагентной обработки отходов промывки технологического оборудования производства технических тканей с пропиткой из синтетических волокон / Зимовец П. А. – 2019.

12. Влияние пиролиза на сорбционные свойства целлюлозосодержащего сырья / В. Ф. Каблов, И. Н. Хлобжева, Н. А. Соколова, А. С. Антропова, М. А. Дейнекин // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 11 (206) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2017. – (Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»). – С. 125–130.

13. Исследование свойств нефтяного сорбента на основе модифицированного целлюлозосодержащего сырья / И. Н. Хлобжева, В. Ф. Каблов, В. А. Уколов, И. В. Старков // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 5 (228) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – (Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»). – С. 89–94.

REFERENCES

1. Snip 2.04.02-84. Water Supply. Outdoor Networks And Structures / Gosstroy Of The USSR. Moscow: Stroizdat, 1986. 136 Pp.
2. Getmantsev, S. V. Treatment Of Industrial Wastewater With Coagulants And Flocculants / S. V. Getmantsev, I. A. Nechaev, L. V. Gandurina. - Moscow: Publishing House Of The Association Of Construction Universities, 2008. – 272 P.
3. Yudakov A. A., Chervonetsky D. V., Perfilev A.V., Slesarenko V. V., Chirikov A. Yu., Badulin Yu. M. Features Of Application Of Flocculants And Sorbents For Treatment Of Process Water And Industrial Effluents // Giab. 2014. No. S4.
4. Patent 2324659 Of The Russian Federation, Ipc C 02 F 1/56, C 02 F 103/22. Cleaning Method Of Process Water / I. A. Novakov, J. V. Lulevich, O. Yu. Kovalev, V. A. Navrotskiy, A. Navrotskiy, V.; Vstu. - 2008.

5. Method For Cleaning Natural And Waste Water From Suspended Particles: Russian Patent No. 2174104 / Novakov I. A., Bykadorov N. U., Radchenko S. S., Zhokhova O. K., Parkhomenko A. I.-2001 Byul. No. 27

6. E. M. Kryuchikhin, A. N. Nikolaev, N. A. Zhilnikova, N. Yu. Bolshakov. Methods Of Urban Wastewater Treatment From Biogenic Elements/ Kryuchikhin E. M., Nikolaev A. N., Zhilnikova N. A., Bolshakov N. Yu. // Plumbing And Heating. - 2006. - No. 8. - P. 56-60

7. Polyacrylamide / Under The Editorship Of V. F. Kurenkov. - Moscow: Chemistry, 1992. - 192 P.

8. US Patent No. 5362827. Solution Process For Preparation Hydrophobically Functionalized Cationic Polymers / J. Bock – Published 08.11.1994.Ov-Dlya-Ochistki-Tehnologi-cheskoy-Vody-I-Proizvodstvennyh-Stokov (Accessed 04.07.2019).

9. Kurenkov V. F. Polyacrylamide Flocculants / Sorovsky Educational Journal. - 1997. - No. 7. - Pp. 57-63.

10. Zapolsky A. K., Baran A. A. Coagulants And Floccu-

lants In Water Treatment Processes. Properties, Production, Application. L. Chemistry. 1987. 208 P.

11. Patent No. 2174 104 RF Method Of Chemical Treatment Of Waste Washing Process Equipment In The Production Of Technical Fabrics Impregnated With Synthetic Fibers / Simowitz P. A. - 2019.

12. Pyrolysis Effect On The Sorption Properties Of Calculatorage Raw Materials / V. F. Kablov, I. N. Chabieva, N. And. Sokolov, A. S. Antropov, M. A. Deinekin // Izvestiya Volggtu. Ser. Chemistry And Technology Of Organoelement Monomers And Polymer Materials. - Volgograd, 2017. - № 11 (206). - C. 125-130.

13. Research Of Properties Of Petroleum Sorbent Based On Modified Cellulose-Containing Raw Materials / I. N. Khlobzheva, V. F. Kablov, V. A. Ukolov, I. V. Starkov // Izvestiya Volggtu. Ser. Chemistry And Technology Of Organoelement Monomers And Polymer Materials. - Volgograd, 2019. - № 5 (228) May. - C. 89-94.

V. F. Kablov¹, P. A. Zimovets², I. N. Khlobzheva¹

DEVELOPMENT OF A METHOD OF INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT FROM THE RESIDUES OF IMPREGNATING SOLUTION

¹Volzhsky polytechnic institute (branch)

Volgograd State Technical University

²Tora, OOO. G. Volzhskiy

Abstract. The paper Describes the process of cleaning liquid waste from the remnants of washing process equipment for the production of technical fabrics impregnated with synthetic fibers contaminated with impregnating solution using coagulants, flocculants, sorbents and filtrating materials. The problems of application of reagents for flocculation and coagulation and filtration of wastewater in modern conditions of anthropogenic pollution are considered. The main stages of liquid waste purification from pollutants are considered. The choice of modern reagents is made, their doses for decrease in turbidity of washing waters are defined.

Keywords: liquid waste, coagulation, aluminum hydroxychloride, flocculation, polyacrylamide, biosorbents, purification technology.