А. Ф. Аминова (асп.)¹, Г. Г. Ягафарова (д.т.н., проф.)², А. Р. Маскова (к.т.н., доц.)¹,
Т. Н. Закиров (магистрант)¹, А. К. Мазитова (д.х.н., проф.)¹

ОЧИСТКА ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Уфимский государственный нефтяной технический университет,

¹ кафедра прикладных и естественнонаучных дисциплин

² кафедра прикладной экологии

450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, (347) 2282500, e-mail: asunasf@mail.ru, Kafedra_ecologia@mail.ru

A. F. Aminova, G. G. Yagafarova, A. R. Maskova, T. N. Zakirov, A. K. Mazitova

PURIFICATION OF PHENOL-CONTAINING WASTEWATER

Ufa State Petroleum Technological University,

195, Mendeleeva Str., 450080, Ufa, Russia, ph. (347) 2282500, e-mail: asunasf@mail.ru, Kafedra_ecologia@mail.ru

Исследовано влияние природы и концентрации коагулянтов (оксихлорида и сульфата алюминия, хлорида железа III) и флокулянтов – полиакриламида (ПАА), активированной кремниевой кислоты (АКК) и катионного полиакриламида (REF FC) на качество очищаемой сточной воды. Определены степень очистки сточной воды и концентрация в ней остаточного фенола. Показано, что эффективным методом очистки указанных сточных вод, позволяющем снизить концентрацию фенола до 0.02 мг/л (на 92%), является их озонирование в присутствии пероксида водорода.

Ключевые слова: коагулянты; озонирование; очистка сточных вод; пероксид водорода; стоки деревообрабатывающей промышленности; флокулянты.

Рост загрязнения природных вод неочищенными стоками промышленных предприятий во многих странах является тревожным обстоятельством и требует безотлагательных мер. Традиционные подходы и технические решения зачастую неэффективны для очистки сточных вод и утилизации их шламов, особенно содержащих токсичные органические загрязняющие вещества. Так, химический состав стоков целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности во многом определяется видом и способом производства, но в целом все они содержат трудно разлагаемые органические примеси. В последние годы все больше внимания уделяется окислительным технологиям, связанным с использованием таких окислителей, как озон, хлор, диоксид хлора или окислительных систем (озон/УФ, пероксид водорода/ Fe^{2+} , пероксид водорода/УФ)^{1,2}. Окисление способствует расщепле-

The effect of the nature and concentration of coolant (oxychloride and sulfate aluminum, iron chloride III) and flocculants and (PAA – polyacrylamide, ACA – activated silicic acid and REF FC – cationic polyacrylamide) on the quality of purified water is studied to begin. The degree of water purification is determined to start and concentrate in it a static phenol. It is shown that an effective method of purification of these waters is to start ozone in the presence of wood peroxide, while phenol concentrate is reduced to 0.02 mg/l (92%).

Key words: coagulants; flocculants; methods of wastewater treatment; ozonation.

нию органических молекул на более низкомолекулярные нетоксичные вещества. Среди окислителей наиболее эффективным является озон, так как он способен при определенных условиях полностью окислить органическое вещество (даже трудно окисляемое) до углекислого газа и воды^{3,4}.

Таким образом, хотя для сточных вод разработаны и применяются различные способы очистки, однако, универсальной технологии не существует, и для каждого конкретного случая необходимо подбирать оптимальные условия. Особенно мало сведений имеется об эффективной очистке вод деревообрабатывающих комбинатов.

Поэтому нами в качестве объекта исследования выбраны сточные воды Уфимского фанерно-плитного комбината (УФПК). Сточные воды УФПК – это темноокрашенные мутные с резким запахом многокомпонентные дисперсные системы, содержащие значительное коли-

Дата поступления 10.12.17

чество взвешенных и органических веществ. Одними из самых токсичных веществ, содержащихся в сточных водах комбината, являются фенолы (до 0.26 мг/л), относящиеся к разряду биологически трудно разлагаемых загрязнителей.

Ранее нами была исследована возможность очистки сточных вод УФПК коагуляцией как с использованием флокулянтов, так и в их отсутствие. В работах ^{5,6} показано, что из числа используемых коагулянтов — хлорида железа (III), сульфата и оксихлорида алюминия наиболее эффективным оказался последний реагент.

В этих же работах приведены результаты исследования влияния природы флокулянта на степень и время очистки. Из использованных реагентов — полиакриламида (ПАА), активированной кремниевой кислоты (АКК) и катионного полиакриламида (REF FC) более высокие результаты очистки были получены при использовании флокулянта REF FC. Результаты приведены на рис. 1 и 2. Результаты исследований по определению оптимальных доз используемых реагентов приведены в работе ⁷.

Использование различных коагулянтов и флокулянтов позволило снизить содержание фенола в сточной воде на 77%. Однако, согласно современным экологическим требованиям этот показатель перед спуском ее в водоемы необходимо довести до значений ПДК 0.001 мг/л. Поэтому в дальнейшем мы подвергали исследуемую воду, предварительно обработанную коагулянтами и флокулянтами, озонированию.

Материалы и методы исследования

Сточные воды Уфимского фанерно-плитного комбината были исследованы нами в Государственном бюджетном учреждении республики Башкортостан «Управлении государственного аналитического контроля». Для исследований было отобрано 10 проб.

Озонолиз проводился на озонаторе ОГВК-02К с расходом кислорода 50–60 мл/мин. Для этого 200 мл предварительно очищенной согласно ^{5,6} сточной воды наливали в склянку Дрекселя и так же обрабатывали на озонаторе ОГВК-02К в течение 30 мин при комнатной температуре, после чего анализировали. Результаты опытов приведены на рис. 3.

Нами также проводилось озонирование исследуемых сточных вод в присутствии пероксида водорода. В десять стаканов помещали по 200 мл сточной воды, к которой приливали водный раствор пероксида водорода в концентрациях соответственно 10, 30, 50 г/л. Затем содержимое каждого стакана выливали в склянку Дрекселя и подвергали озонированию в течение 30 мин при комнатной температуре, после чего анализировали. Результаты исследований по определению оптимальной концентрации пероксида водорода приведены в работе ⁶.

Результаты и обсуждение

Из приведенных в ^{5,6} результатов видно (рис. 1), что при использовании только коагулянтов удавалось достичь лишь 55% очистки в течение 30 мин обработки сточной воды.

Рис. 1. Зависимость степени очистки сточных вод от времени обработки коагулянтами (сульфат алюминия, хлорид железа (III), оксихлорид алюминия при дозе соответственно 268, 80 и 165 г/м³)

Рис. 2. Зависимость степени очистки от времени обработки флокулянтами (ПАА, АКК, REF FC при дозе соответственно 45, 53, 40 г/м³)

Рис. 3. Зависимость концентрации фенола в очищаемой сточной воде от времени озонирования: 1 — озонирование в присутствии инициатора; 2 — озонирование без инициатора

Из рис. 2 видно, что при проведении коагуляции оксихлоридом алюминия в присутствии флокулянта REF FC степень очистки сточных вод УФПК от фенола достигала 80% всего за 4–5 мин.

При озонировании сточной воды, предварительно обработанной коагулянтами и флокулянтами, содержание фенола снизилось до 0,04 мг/л (рис. 3), а озонирование в присутствии пероксида водорода позволило снизить концентрацию фенола до 0,02 мг/л (92%) при концентрации инициатора 30 г/л (кривые 1 и 2 соответственно).

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что очистку сточных вод уфимского фанерно-плитного комбината от органических токсичных веществ следует проводить в первую очередь физико-химическим методом (коагуляция и флокуляция) с последующим озонированием в течение 30 мин в присутствии пероксида водорода, что позволяет снизить концентрацию фенола до 0,02 мг/л (92%) при концентрации инициатора 30 г/л.

Литература

1. Кручинина Н.Е., Аммар Ш., Иванцова Н.А., Тимашева Н.А., Габленко М.В. Окислительная деструкция органических красителей реактивом Фентона и анолитом // Вода: химия и экология.— 2011.— №9.— С.32-38.
2. Емжина В.В., Мирзоева С.Н., Иванцова Н.А. Окислительная деструкция модельных сточных вод, содержащих фармацевтические препараты, реактивом Фентона // Успехи в химии и химической технологии.— 2014.— Т. XXVIII, №5.— С.22-25.
3. Орлов В.А. Озонирование воды.— М.: Стройиздат, 1984.— 88 с.
4. Левченко Т.М., Гора Л. Н. Каталитическая очистка сточных вод от фенола и формальдегида // Химическая технология.— 1971.— №2.— С. 42-44.
5. Аминова А.Ф., Сухарева И.А., Мартяшева В.А., Батурина К.В. Исследование влияния коагулянтов на очистку сточных вод уфимского фанерно-плитного комбината // Нефтегазовое дело.— 2015.— Т.13, №3.— С.18-21.
6. Ягафарова Г.Г., Аминова А.Ф., Сухарева И.А., Хангильдина А.Р., Хангильдин Р.И. Разработка метода очистки сточных вод от трудноокисляемых органических соединений // Вода: химия и экология.— 2016.— №1.— С.24-29.
7. Аминова А.Ф., Галлямутдинова А.С., Баландина А.Г., Сухарева И.А. Очистка сточных вод фанерно-плитного комбината // Проблемы строительного комплекса России: материалы XIX Международной научн.-техн. конф.— Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015.— С.271-272.

References

1. Kruchinina N.Ye., Ammar SH., Ivantsova N.A., Timasheva N.A., Gablenko M.V. *Okislitel'naya destruktziya organicheskikh krasiteley reaktivom Fentona i anolitom* [Oxidative destruction of organic dyes by Fenton's reagent and anolyte]. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology], 2011, no.9, pp.32-38.
2. Yemzhina V.V., Mirzoyeva S.N., Ivantsova N.A. *Okislitel'naya destruktziya model'nykh stochnykh vod, soderzhashchikh farmatsevticheskiye preparaty, rektivom Fentona* [Oxidative destruction of model wastewater containing pharmaceutical preparations by Fenton's succession] *Uspexhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Successes in Chemistry and Chemical Technology], 2014, vol.XXVIII, no.5, pp.22-25.
3. Orlov V.A. *Ozonirovaniye vody* [Ozonization of water]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1984, 88 p.
4. Levchenko T.M., Gora L. N. *Kataliticheskaya ochistka stochnykh vod ot fenola i formal'degida* [Catalytic treatment of waste water from phenol and formaldehyde]. *Khimicheskaya tekhnologiya* [Chemical Engineering], 1971, no.2, pp.42-44.
5. Aminova A.F., Sukhareva I.A., Martyasheva V.A., Baturina K.V. *Issledovaniye vliyaniya koagulyantov na ochistku stochnykh vod ufimskogo fanerno-plitnogo kombinata* [Investigation of the influence of coagulants on wastewater treatment of the Ufa plywood and plate plant] *Neftegazovoye delo* [Oil and Gas Business], 2015, vol.13, no.3, pp.18-21.
6. Yagafarova G.G., Aminova A.F., Sukhareva I.A., Khangil'dina A.R., Khangil'din R.I. *Razrabotka metoda ochistki stochnykh vod ot trudnookislyayemykh organicheskikh soyedineniy* [Development of a method for purification of sewage from hard-oxidizable organic compounds]. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology], 2016, no.1, pp.24-29.
7. Aminova A.F., Gallyamutdinova A.S., Balandina A.G., Sukhareva I.A. *Ochistka stochnykh vod fanerno-plitnogo kombinata* [Wastewater treatment of the plywood and plate plant]. *Problemy stroitel'nogo kompleksa Rossii: materialy XIX Mezhdunarodnoy nauchn.-tekhn. konf.* [Problems of the Russian construction industry: materials of the XIX International Scientific and Technical University. Conf]. Ufa, Izd-vo UGNTU Publ., 2015, pp.271-272.