

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЕ обезвреживание фенолсодержащих ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД

Изучено фотокаталитическое обезвреживание фенолсодержащих термальных вод. Показано, что при фотокаталитической обработке степень очистки от фенола термальной воды составляет 91 %, а ХПК снижается на 65 %.

Введение

Для развития ресурсо- и энергосберегающих технологий требуется поиск нетрадиционных источников энергии. К таким источникам можно отнести термальные воды, используемые для теплоснабжения и горячего водоснабжения коммунальных, промышленных, сельскохозяйственных предприятий. Однако из-за значительного содержания фенола в этих водах, превышающего ПДК, возникают трудности, связанные с использованием и сбросом отработанных вод. Поэтому в настоящее время большая часть скважин законсервирована и не используется.

Для обезвреживания термальных вод от фенола применяют различные физико-химические методы, которые нередко связаны с применением химических реагентов и высоким специфическим потреблением энергии, причем для ряда способов характерно применение хлора, озона, перекиси водорода и других химических соединений [1].

В работе [2] на первый план выдвигаются пять различных окислительных процессов, предпочтительных для применения при окислении органических соединений. К этим процессам можно отнести фотокаталитическое окисление, применение реактива Фентона, озонирование, использование пероксида водорода.

По сравнению с известными способами, использования фотокаталитической обработки представляет значительно больший интерес. Особенность фотокаталитической обработки заключается в использовании энергии излучения для активации фотокатализатора. При этом в случае присутствия в

Ф.Г. Гасанова*,
кандидат химических наук, доцент кафедры экологической химии и технологии, Дагестанский государственный университет

Ф.Ф. Оруджев,
аспирант кафедры экологической химии и технологии, Дагестанский государственный университет

З.М. Алиев,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экологической химии и технологии, Дагестанский государственный университет

А.Б. Исаев,
кандидат химических наук, доцент кафедры экологической химии и технологии, Дагестанский государственный университет



растворе кислорода, происходит его фотокаталитическое активирование [3]. Кроме того, при наличии в растворе сенсibilизатора появляется возможность использования дневного света для протекания фотокаталитического процесса, что делает этот процесс практически энергонезависимым.

Исходя из этого, в данной работе исследовано фотокаталитическое обезвреживание фенолсодержащих термальных вод.

Материалы и методы исследования

При фотокаталитической обработке фенолсодержащих термальных вод в ячейку, устройство и принцип работы которой нами подробно описано в работе [4], заливали фенолсодержащую воду и насыпали определенное количество катализатора на 200 мл раствора. В качестве катализатора использовали диоксид титана и оксид цинка. В качестве источника УФ-лучей использовали ртутную лампу ДРЛ-250 с длиной волны 365 нм производства ООО «Свето-

* Адрес для корреспонденции: fatimagasanova@mail.ru

техника» (г. Саранск), с которой был предварительно снят верхний слой люминофора. Давление создавали путем подачи кислорода из баллона высокого давления в ячейку. После обработки раствора в течении каждых 10 – 20 мин. отбирали пробу и определяли концентрацию фенола и продуктов его окисления. Анализ проводили с использованием метода газо-жидкостной хроматографии на хроматографе TRACE-2000 фирмы «СЕ Instruments» (Италия). Ошибка определения лежала в пределах от 1 до 3 %.

Результаты и их осуждение

Исследование процессов фотокаталитического окисления фенола представляет интерес с точки зрения разработки технологии обезвреживания фенолсодержащих термальных вод.

В работе изучено влияние катализатора на фотокаталитическое окисление фенола. В качестве катализатора использованы нерастворимые диоксид титана и оксид цинка. Для предварительного исследования активности катализатора в ячейку помещали модельный раствор, содержащий фенол. На *рис. 1* представлена зависимость концентрации фенола от времени обработки при фотокаталитическом окислении на различных катализаторах. При облучении происходит фотовозбуждение катализатора вследствие образования в кристаллической решетке электронов e^- и дырок h^+ , которые могут непосредственно

Таблица 1

Физико-химические характеристики термальной минеральной воды

Физико-химические показатели	Тарнаирская скважина 27Т
Температура на сбросе	50-60 °С
рН	7,8
Минерализация, г/л	24,0
Хлориды, г/л	14,9
Сульфаты, мг/л	170,0
Ca ²⁺ , мг/л	90,0
Mg ²⁺ , мг/л	52,0
Fe _{общ.} , мг/л	1,3
Аммоний, мг/л	7,2
Гидрокарбонаты, мг/л	16,74
Фенолы, мг/л	7,6 – 12,0
БПК ₅ , мгО ₂ /л	90
ХПК, мгО ₂ /л	1800

взаимодействовать с молекулами фенола, или инициировать образование высокоактивных радикалов, имеющих высокую реакционную способность и играющих основную роль в фотокаталитическом окислении фенола [5].

При действии УФ-излучения на обоих катализаторах происходит интенсивное снижение концентрации фенола, которое объясняется разрушением структуры молекулы с образованием низкомолекулярных органических кислот, в дальнейшем также подвергающихся разрушению с образованием диоксида углерода и воды.

Полученные закономерности фотокаталитического окисления фенола в модельном растворе нами были использованы для обезвреживания термальных вод от фенола. В *табл. 1* приведены физико-химические характеристики термальной воды, взятой со скважины Тарнаирского месторождения Республики Дагестан. Как видно из таблицы, термальная вода характеризуется значительным содержанием фенола, превышающим значение ПДК в 7600-12000 раз.

На *рис. 2* представлена зависимость степени очистки фенолсодержащей термальной воды от времени обработки в присутствии в качестве катализатора диоксида титана. Использование TiO₂ было обусловлено тем, что его фотокаталитическая активность при окислении фенола превышает таковую по отношению к оксиду цинка.

Из полученных данных видно, что при использовании в качестве фотокатализатора

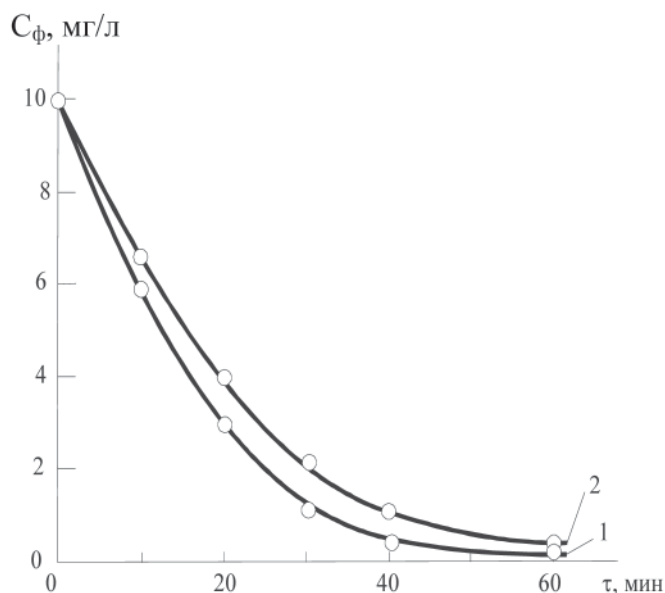


Рис. 1. Зависимость концентрации фенола от времени обработки при фотокаталитическом окислении на различных катализаторах ($V = 200$ мл, $C_{\text{фенола}} = 10$ мг/л, $C_{\text{кат.}} = 0,5$ г/л): 1 – ZnO; 2 – TiO₂.

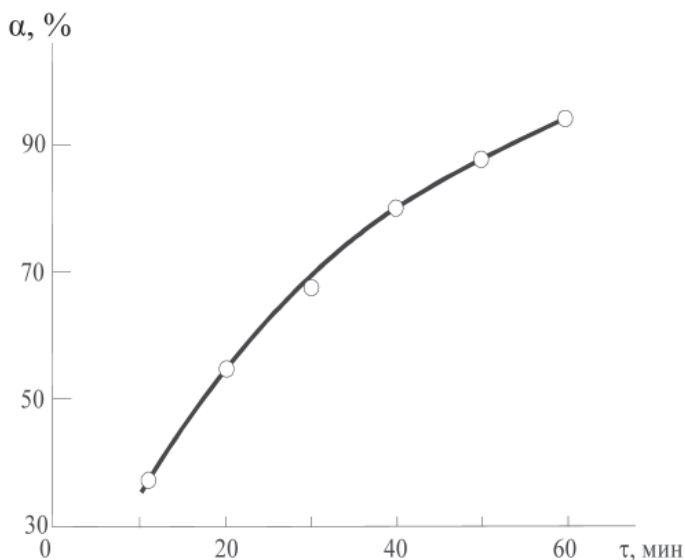


Рис. 2. Зависимость степени очистки фенолсодержащей термальной воды от времени при фотокаталитической обработке в присутствии TiO_2 ($V=200\text{мл}$, $C_{\text{фенола}}=10\text{ мг/л}$, $C_{\text{кат.}}=0,5\text{ г/л}$).

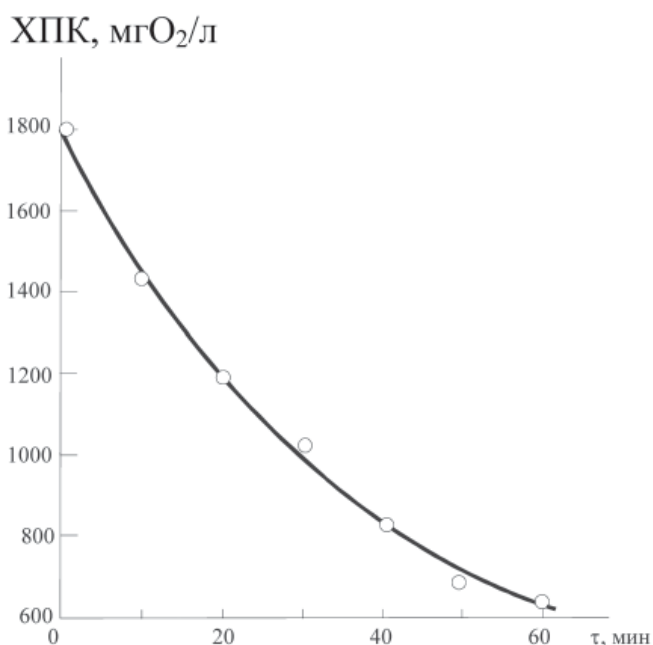
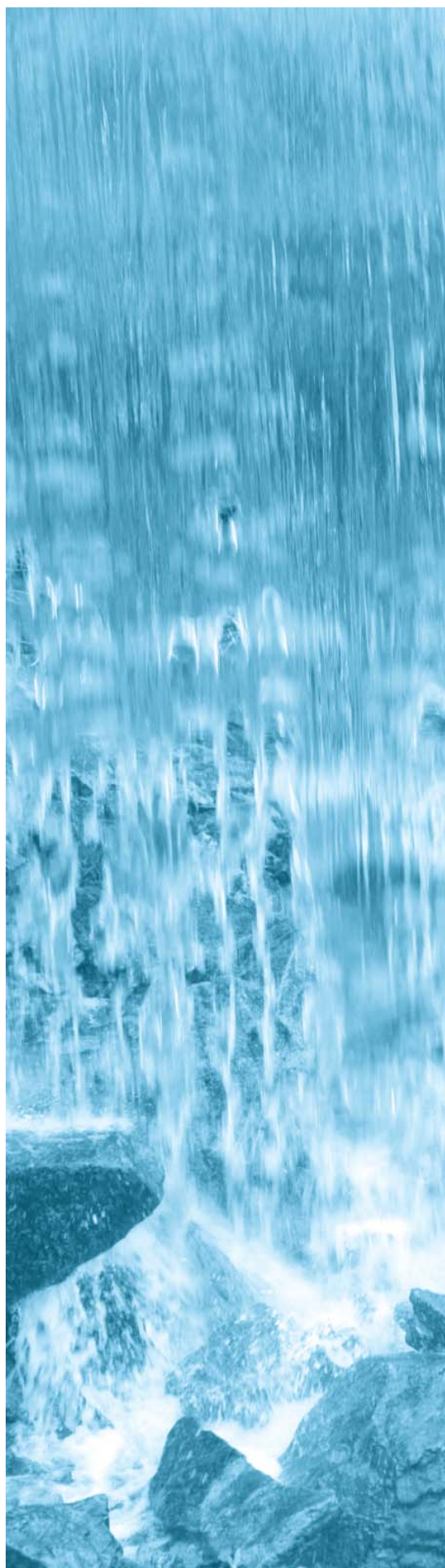


Рис. 3. Зависимость ХПК термальной воды при фотокаталитической обработке в присутствии TiO_2 от времени ($V=200\text{мл}$, $C_{\text{фенола}}=10\text{ мг/л}$, $C_{\text{кат.}}=0,5\text{ г/л}$)

диоксида титана при обезвреживании термальных вод от фенола степень очистки составляет примерно 91 % и достигается за 50 мин фотокаталитической обработки, тогда как степень очистки модельного фенолсодержащего раствора составляет примерно 98 %.

При проведении экспериментов по фотокаталитической очистке термальной воды контролировалось не только содержание фенола, но и химическое потребление кислорода (ХПК). Полученные экспериментальные данные приведены на рис. 3 в виде зависи-



мости ХПК термальной воды от времени обработки.

Как видно из полученных данных, при осуществлении фотокаталитической обработки степень снижения ХПК составляет примерно 65 %, тогда как степень очистки по концентрации фенола составляет 91 %.

Таким образом, полученные нами данные по фотокаталитическому окислению фенола в термальных водах показывают, что в данных условиях происходит деструкция фенола с образованием низкомолекулярных органических кислот, что позволяет использовать термальную воду для теплоснабжения и горячего водоснабжения коммунальных, промышленных, сельскохозяйственных предприятий.

Заключение

Исследовано фотокаталитическое обезвреживание фенолсодержащих термальных вод. Показано, что осуществление процесса фотокаталитического окисления фенола под действием УФ-света на диоксиде титана позволяет уменьшить содержание фенола в термальных водах, которое способствует уменьшению экологической нагрузки на регион нахождения термальных вод.

Ключевые слова:

фотокаталитическое окисление, фенол, термальная вода, диоксид титана

Литература:

1. Гасанова Ф.Г. Очистка сточных вод от фенола электрохимическим окислением / Ф.Г. Гасанова, З.М. Алиев // Экология и промышленность России, 2009. № 12. С. 6-8.
2. Gogate P.R. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions / Gogate P.R., Pandit A.B. // Adv. Env. Research, 2004. V. 8, № 3-4. P. 501-551.
3. Исаев А.Б. Фотокаталитическое обесцвечивание растворов азокрасителей под давлением кислорода / А.Б. Исаев, Н.А. Алиева, Н.К. Адамадзева, Г.А. Магомедова, П.А. Рабаданова // Вода: химия и экология, 2010. № 7. С. 13-17.
4. Исаев А.Б. Фотокаталитическое окисление азокрасителей на наночастицах Fe₂O₃ под давлением кислорода / А.Б. Исаев, З.М. Алиев, Н.К. Адамадзева, Н.А. Алиева, Г.А. Магомедова // Российские нанотехнологии, 2009. Т. 4, №. 7-8. С. 106-109.
5. Соболева Н.М. Гетерогенный фотокатализ в процессах обработки воды (обзор) / Н.М. Соболева, А.А. Носович, В.В. Гончарук // Химия и технология воды, 2007. Т. 29., № 2. С. 125-159.



F.G. Gasanova, F.F. Orudzhev, Z.M. Aliev, A.B. Isaev

PHOTOCATALYTIC DEACTIVATION OF PHENOL-CONTAINING THERMAL WATERS

Photocatalytic deactivation of phenol-containing thermal waters has been investigated. While photocatalytic treatment, efficiency

of thermal water cleaning from phenol being 91%, and demand of chemical oxygen reduces to 65%.

Key words: photocatalytic oxidation, phenol, thermal water, titan dioxide

