

Нго Куен Куи, И. Ф. Камалиев, Е.И. Григорьев,
А. А. Петухов

ОСОБЕННОСТИ УДАЛЕНИЯ АЦЕТОФЕНОНА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ

Ключевые слова: сточные воды, ацетофенон, экстракция, этилбензол, дизельные фракции.

В работе было проведено исследование влияния факторов экстракции: объемного соотношения экстрагент:вода, числа ступеней и температуры проведения экстракции на степень очистки нефтехимических стоков от ацетофенона (АЦФ). Показано, что использование этилбензола в качестве экстрагента позволяет удалить АЦФ с высокой эффективностью. Однако после обработки запах АЦФ в очищающей воде еще присутствует. При использовании дизельных фракций, степень извлечения АЦФ достигается до 100% и при этом запах АЦФ очищающей воды отсутствует. Температура не влияет на степень очистки стоков от АЦФ методом экстракции.

Keywords: wastewaters, acetophenone, extraction, ethylbenzene, diesel fractions.

In the work we studied the effect of extraction factors: volume ratio of extractant and water, the number of stages and the extraction temperature on the degree of purification of petrochemical wastewaters from acetophenone (ACP). It was shown that the use of ethylbenzene as the extractant allows for the removal of ACP with high efficiency. However, ACP smell in the purified water still remains after the process. When using diesel fractions, the degree of ACP achieves 100% and the ACP smell of purified water is absent. Temperature does not affect the degree of wastewater treatment from ACP by extraction method.

Введение

Важной характеристикой сточных вод совместного производства стирола и оксида пропилена является высокая загрязненность ароматическим углеводородами [1], и особенно ацетофеноном (АЦФ), [2], который обладает сильным запахом черёмухи, порог которого в 3000 раз ниже ПДК и относится к III классу опасности по воздействию на окружающую природную среду. Несмотря на достаточно высокую эффективность удаления углеводородов, существующие методы очистки не позволяют устранить полностью запах АЦФ. Содержание АЦФ составляет 1 кг на тонну стока [1]. Попадание АЦФ на общегородские биологические очистные сооружения со сточными водами создает большую экологическую нагрузку на технологические установки [4,5]. Поэтому решение проблемы утилизации АЦФ является проблемой чрезвычайно важной, экологически обоснованной [6-8] и позволяет превратить существующую технологию совместного производства стирола и оксида пропилена в энерго-, ресурсосберегающую и экологически чистую.

Экспериментальная часть

Объектом исследования является химзагрязненный сток, образующийся на стадии отмывки катализатора реакционной массы дегидратации МФК в стирол. Данные сточные воды характеризуются высокими значениями показателей ХПК, pH и значительным количеством ароматических соединений, таких как, АЦФ, метилфенилкарбинол. Обычно сток характеризуется повышенным значением ХПК на уровне 30000-900000 мгО₂/л, показателем pH=13, содержание смеси загрязнителей колеблется от 2 до 50%. В качестве экстрагента использовали этилбензол (ЭБ) ([ЭБ] = 99.8% масс. по ГОСТ 9385-77) и дизельные фракции с разными температурами кипения.

Эксперименты по изучению очистки высоконагруженных по органике сточных стоков методом экстракции проводили в термостатированных колбах объемом 300 мл, оборудованных магнитной мешалкой с подогревом ПЭ-6110, частота вращения мешалки до 2300 об./мин., что обеспечивала полный контакт фаз. В колбу последовательно загружали модельную загрязненную воду и экстрагент, и при заданной температуре включали магнитную мешалку. В качестве модельного стока использовали воду узла отмывки контактного газа дегидратации МФК, в составе которых содержание АЦФ до 6 % масс.

После экстракции реакционную массу расслаивали отстаиванием в делительной воронке. Содержание растворенных органических продуктов определяли с использованием газового хроматографа «Маэстро ГХ 7820».

В ходе экспериментов было изучено влияние таких основных факторов экстракции на степень очистки: объемного соотношения фаз, числа ступеней и температуры экстракции.

Обсуждение результатов

Результаты экспериментов по удалению АЦФ из обследуемого стока представлены в табл. 1.

Из результатов эксперимента, представленных в табл. 1, видно, что с увеличением соотношения экстрагент:вода степень извлечения АЦФ увеличивается. Наилучший результат по эффективности выделения АЦФ из стока (85.4%) достигается при соотношении СВ:ЭБ = 1:1. Несмотря на высокую эффективность удаления АЦФ из нефтехимических стоков методом экстракции, после обработки запах АЦФ от обработанной воды остается.

Для исследования возможности удаления запаха АЦФ от стока были использованы в качестве экстрагента фракции полученные в лабораторных условиях разгонки нефти под вакуумом, выкипающие

в пределах, °C: 1 – (180 ÷ 240), 2 – (240 ÷ 290). Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

Таблица 1 - Содержание АЦФ и характеристика сточной воды до и после экстракции (экстрагент – ЭБ, продолжительность экстракции 5 мин., время отстаивания 30 мин., температура экстракции 25°C)

Вода/ЭБ	Содержание АЦФ в стоке, % масс.	К, %	Характеристика стока
Нет	5.89	0	Сильный запах АЦФ
1:0.25	1.28	78.3	Запах АЦФ
1:0.5	1.14	80.6	Запах АЦФ
1:0.75	1.05	82.2	Запах АЦФ
1:1	0.86	85.4	Слабый запах АЦФ

К – степень извлечения, %

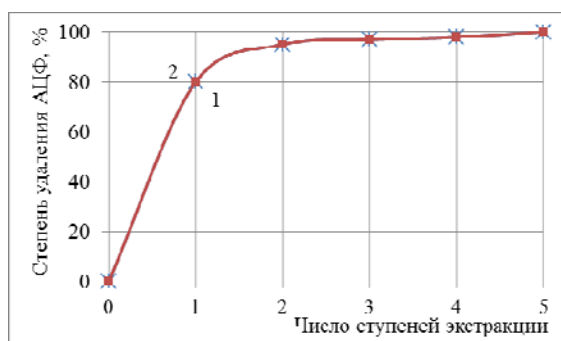


Рис. 1 – Влияние фракции дизельного топлива на степень удаления АЦФ. Экстрагент – фракция дизельного топлива: 1 - температура кипения 180-240°C, 2 - температура кипения 240-290°C). Температура 24°C; Объемное соотношение вода:экстрагент = 1:1, продолжительность экстракции 2 мин., продолжительность отстаивания угл. фазы - 5 мин, водной - 20 мин

По данным результатов, представленных в рис. 1 видно, что степень удаления АЦФ для обеих фракций одинаковы. Хороший результат (эффективность больше 80%) был получен уже на второй ступени экстракции. В случае использования многоступенчатой экстракции степень извлечения АЦФ достигается до 100% и при этом запах АЦФ очищающей воды отсутствует.

Были проведены эксперименты по исследованию влияния температуры экстракции на эффективность удаления АЦФ из нефтехимических сточных вод.

Как видно из результатов экспериментов, представленных на рис. 2, используемые экстрагенты по своей эффективности практически

равноценны, что позволяет сделать вывод о возможности использования в качестве экстрагента фракции дизельного топлива.

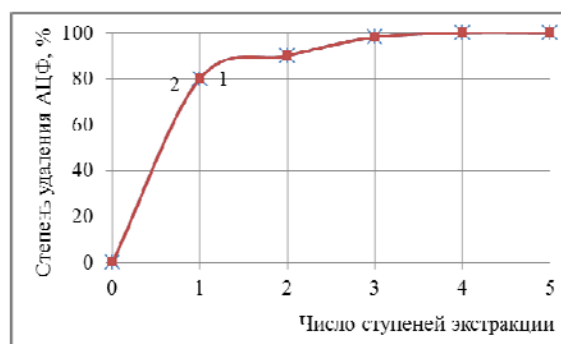


Рис. 2 – Влияние температуры проведения экстракции на степень удаления АЦФ. Экстрагент – фракция дизельного топлива (температура кипения 240-290°C). 1 - температура экстракции 24°C; 2 - температура экстракции 60°C. Объемное соотношение вода:экстрагент = 1:1, продолжительность экстракции 2 мин., продолжительность отстаивания угл. фазы - 5 мин, водной - 20 мин

Закключение

Показано, что эффективность удаления АЦФ методом экстракции с использованием ЭБ в качестве экстрагента составляет около 85%, но не позволяет устранить запах АЦФ от очищенной воды.

Высокая степень очистки от АЦФ наблюдается при использовании в качестве экстрагента фракций дизельного топлива.

Температура проведения экстракции не влияет на степень удаления АЦФ из стоков.

Литература

1. Нго Куен Куи, Е.И. Григорьев, Е.А. Кияненко, Л.Р. Зайнуллина, А.А. Петухов, Вестник Казан. технол. ун-та, 16, 7, 247-250 (2013);
2. Нго Куен Куи, Е.И. Григорьев, Е.А. Кияненко, Л.Р. Зайнуллина, А.А. Петухов, Вестник Казан. технол. ун-та, 16, 10, 232-235 (2013);
3. И.Р.Таймасов, А.А. Петухов, Л.А. Зенитова, Р.З. Шайхутдинов, Вестник Казан. технол. ун-та, 16, 20, 50-53 (2013);
4. P.C. Vandevivere, R. Bianchi, W. Verstraete, J. Chem. Technol. Biot. 72, 289-302 (1998);
5. A. Mahmoud, R.S. Freire, Química Nova 30, 198-205 (2007);
6. S. Vanhulle, M. Trovaslet, E. Enaud, M. Lucas, S. Taghavi, D. Van Der Lelie, B. Van Aken, M. Foret, R.C.A. Onderwater, D. Wesenberg, S.N. Agathos, Y.J. Schneider, A.M. Corbisier, Environ. Sci. Technol. 42, 584-589 (2008);
7. F. Gähr, F. Hermanutz, W. Opermann, Water Sci. Technol. 3, 255-263 (1994);
8. J. Perkowski, L. Kos, S. Ledakowicz, Ozone Sci. Eng. 18, 73-85 (1996).

© Нго Куен Куи – асп. каф. технологии синтетического каучука КНИТУ, quyenkazan@gmail.com; И. Ф. Камалиев – студ. той же кафедры; Е. И. Григорьев – канд. хим. наук, доц. той же кафедры, grigoriev@kstu.ru; А. А. Петухов – д-р техн. наук, про. той же кафедры, Petukhov-AA@yandex.ru.

© Ngo Quy Quyen – PhD student, Department of Technology of synthetic rubber KNRTU, quyenkazan@gmail.com; I.F. Kamaliev – student, Department of Technology of synthetic rubber KNRTU; E. I. Grigoriev – PhD Sci., Associate Professor, Department of Technology of synthetic rubber KNRTU, grigoriev@kstu.ru; A. A. Petukhov – Doctor Sci., Professor, Department of Technology of synthetic rubber KNRTU, Petukhov-AA@yandex.ru.

