

УДК 541.183.

**А. С. Панасюгин¹, Н. Д. Павловский²,
Н. П. Машерова³, А. Р. Цыганов³, И.И. Курило³**

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск

²Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно,

³Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,
Беларусь

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПАРОВ РАСТВОРИТЕЛЯ 647 АДСОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аннотация. Целью данной работы является изучение процесса нейтрализации паров смесового растворителя марки 647 адсорбционно-каталитическим методом. Сущность метода состоит в концентрировании компонентов растворителя на сорбенте, термической десорбции с последующим периодическим беспламенным каталитическим окислением накопленных органических веществ до диоксида углерода и воды. В качестве сорбента был использован синтетический цеолит марки NaX, в качестве катализатора – пористый материал на основе пенокерамики состава Al_2O_3/SiO_2 с высококоразвитой модифицированной поверхностью с нанесенной активной каталитической фазой.

**A.S. Panasyugin¹, N.D. Pavlovskiy²,
N.P. Masherova³, A.R. Tsyganov³, I.I. Kurilo³**

¹Belarusian National Technical University, Minsk,

²Grodno State Medical University, Grodno,

³Belarusian State Technological University, Minsk,
Belarus

NEUTRALIZATION OF SOLVENT VAPORS OF BRAND 647 BY THE ADSORPTION-CATALYTIC METHOD

Abstract. The purpose of this work is to study the process of neutralization of vapors of a mixed solvent of the brand 647 by the adsorption-catalytic method. The essence of the method consists in the concentration of solvent components on the sorbent, thermal desorption followed by periodic flameless catalytic oxidation of accumulated organic substances to carbon dioxide and water. Synthetic zeolite of the NaX brand was used as a sorbent, and a porous material based on Al_2O_3/SiO_2 foam ceramics with a highly developed modified surface with an active catalytic phase applied was used as a catalyst.

Введение. На сегодняшний день растворитель Р647 входит в перечень самых популярных и распространенных составов. Его особенность заключается в том, что в составе отсутствует

этилцеллюлоза и ацетон, благодаря чему раствор считается более щадящим и его можно использовать при очистке пластиковых поверхностей. Растворитель Р647 широко используют при окрашивании автомобильного транспорта, поскольку его можно применять совместно и с нитролаками, и с нитроэмалью. Он также применяется для увеличения вязкости веществ, в составе которых присутствует нитроцеллюлоза. Данный разбавитель не влияет разрушающе на материалы, которые не переносят активного воздействия химических компонентов, среди них и изделия из пластика. Широкомасштабное применение растворителя Р647 в технологических процессах промышленной окраски автотракторной техники ставит задачу по очистке газовых выбросов от компонентов растворителя.

Целью данной работы являлось изучение процесса нейтрализации паров смесового растворителя марки 647 (ГОСТ 18188-72)² адсорбционно-каталитическим методом.

Методика эксперимента

Для решения поставленной задачи в качестве сорбента был выбран синтетический цеолит марки NaX, представляющий собой сферические гранулы диаметром 2,5-3,5 мм. В качестве катализатора глубокого окисления использовали пористые материалы с высокоразвитой модифицированной поверхностью на основе пенокерамики состава Al_2O_3/SiO_2 с нанесенной активной каталитической фазой, имеющие на поверхности пенокерамики сформированный буферный слой, содержащий 11,1 мас. % $\gamma-Al_2O_3$ и обладающие удельной поверхностью 15,6 м²/г [1, 3].

Схема модельной установки нейтрализации паров адсорбционно-каталитическим методом, принцип ее работы детально описаны в работе [1]. Алгоритм работы установки основан на полициклическом принципе:

- 1 – цикл адсорбции паров органических соединений на поверхности сорбента;
- 2 – цикл термической десорбции паров органических соединений в адсорбционном реакторе;
- 3 – цикл глубокого каталитического окисления паров органических веществ.

² ГОСТ 18188-72 Растворители марок 645, 646, 647, 648 для лакокрасочных материалов. Технические условия

Для измерения скорости движения газового потока использовали дифференциальный манометр Testo 512 и датчик скорости движения воздуха Testo 425 производства Германии.

Определение концентрации органических веществ осуществлялось с помощью газового хроматографа «Цвет-106», оснащенного пламенно-ионизационным детектором (ПИД). Интерпретацию полученных хроматограмм производили с использованием программы «Мультихром 1.39».

Процесс адсорбции проводили до проскока 10 % суммарного состава всех компонентов растворителя.

Компонентный состав растворителя марки 647 представлен тремя классами органических веществ: арены (толуол), сложные эфиры (бутилацетат, этилацетат), алканола (этанол). Порядок выхода компонентов смесового растворителя марки 647 и степень конверсии определяли на основании дискретных значений, полученных при анализе газовых проб, которые отбирали с интервалом в 1 минуту.

Полноту каталитического окисления органических соединений оценивали по показателям газоанализатора Dräger MSI 150 EURO, который оснащен датчиками, позволяющими оценить количественное и качественное содержание в составе газовых выбросов CO и CO₂.

Степень конверсии (S_c) после десорбции газов из сорбционной колонки прохождения через каталитический реактор определяли по формуле

$$S_c = \frac{C_n - C_k}{C_n} \times 100\%$$

где C_n – концентрация паров загрязняющих веществ на входе в каталитический реактор и C_k – концентрация паров загрязняющих веществ на выходе из каталитического реактора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Адсорбция

Ранее было установлено, что оптимальными условиями проведения сорбционного процесса является высота слоя сорбента не более 20 см, при загрузке в реактор с диаметром 40 мм и высотой 250 мм 275-ти граммов цеолита NaX [1].

Состав растворителя Р647 представлен четырьмя компонентами: толуол -41,3%, бутилацетат -29,8%, этилацетат -21,2%, бутанол -7,7%. Сорбционные характеристики цеолита NaX по отношению к компонентам растворителя Р647 приведены в таблице 1. Компоненты имеют близкие значения плотности, температур кипения за исключением этилацетата. Бутилацетат, имеющий наибольший размер посадочной площадки среди компонентов, характеризуется

наименьшим сорбционным объёмом. Как известно, в ряду гомологов с увеличением размеров молекул растут размеры посадочных площадок и закономерно снижается сорбционный объём [1-3], что видно при сравнении сорбционных объёмов и размеров посадочных площадок бутилацетата и этилацетата, так при переходе от этилацетата к бутилацетату размер посадочной площадки увеличивается в 1,267 раз, а сорбционный объём снижается в 1,552 раза. Бутанол-1, имеющий близкий этилацетату размер посадочной площадки, характеризуется существенно меньшим значением сорбционного объёма, что объяснимо более рыхлой упаковкой молекул с объёмными радикалами.

Таблица 1. Физико-химические свойства компонентов растворителя Р647 и сорбционные характеристики цеолита NaX по отношению к компонентам растворителя Р647.

№ п/п	Адсорбат	Формула	Т _{кип} , °С	плотность, ρ г/см ³	Молярная масса, М	Сорбционный объём, V _s		Посадочная площадь ω, нм ²
						ммоль / 275г	мг/275г	
1	толуол	C ₆ H ₅ CH ₃	110,6	0,867	92,14	778,25	71582,5	0,355
2	бутилацетат	CH ₃ COOC ₃ H ₇	126,0	0,88	116,16	289,0	33524	0,413
3	этилацетат	CH ₃ COOC ₂ H ₅	77,0	0,902	88,10	591,25	52030	0,326
4	бутанол-1	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ ОН	117,7	0,8098	74,12	393,25	29095	0,323

Десорбция

В процессе выполнения экспериментов установлено, что десорбция паров компонентов растворителя Р647 протекает в течение 19 минут (рис.1). Десорбция компонентов проходит в порядке увеличения полярности адсорбатов: для наименее полярного толуола максимум десорбции наступал после 9-й минуте процесса, у бутилацетата максимум десорбции наступал к 11-й минуте, у более полярных этилацетат и бутанола-1 – на 15-й и 16-й минутах соответственно.

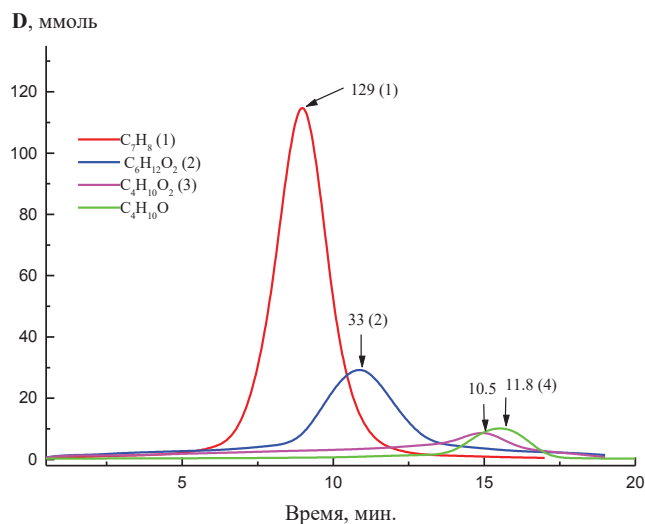


Рис. 1 - Выходные кривые десорбции компонентов растворителя Р647, где 1-толуол, 2-бутилацетат, 3- этилацетат, 4-бутанол-1.

Конверсия

Десорбция паров компонентов растворителя Р647 протекает практически одновременно с процессом каталитического окисления и заканчивается в течение 19 минут (рис. 2).

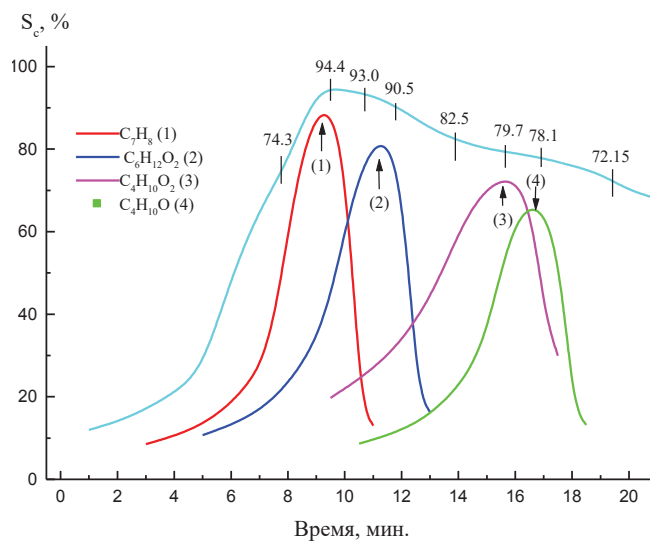


Рис. 2 - Выходные кривые конверсии компонентов растворителя Р647, где 1 - толуол, 2 - бутилацетат, 3 – этилацетат, 4 – бутанол-1.

Из кривых конверсии (рис.2) видно, что на всем этапе протекания процесса нейтрализации компонентов, степень их конверсии остается достаточно высокой (72,15-94,4 %), несмотря на то, что концентрации, поступающие в каталитический реактор на заключительной стадии термодесорбции, имеют достаточно низкие значения. Максимальные степени конверсии компонентов достигались в интервале времени, соответствующему максимальной десорбции.

Список использованных источников

1. Панасюгин, А. С. Использование адсорбционно-каталитического метода для очистки вентиляционных выбросов формовочных участков литейных цехов от паров фенола и формальдегида / А. С. Панасюгин, В. А. Ломоносов, О. Л. Сморяго // Литье и металлургия. – 2014. - № 2. - С. 19 - 25.
2. Панасюгин, А. С. Использование адсорбционно-каталитического метода для очистки 3.вентиляционных выбросов, образующихся при использовании азотсодержащих формовочных смесей/ А. С. Панасюгин, В. А. Ломоносов, О. Л. Сморяго // Литье и металлургия. – 2014. - № 2.- С.26 - 29.
3. Панасюгин, А. С. Обезвреживание паров одноатомных спиртов C₁-C₅ адсорбционно-каталитическим методом// А. С. Панасюгин и [др.] // Литье Украины. – 2017. - № 7. - С. 2 - 8.

УДК 541.13

А.В. Поспелов

Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ ОЗОНА

Аннотация. В работе получена зависимость растворения озона в воде от ее температуры. В результате исследований установлено, что растворимость озона в воде, с температурой 10°C, выше чем в воде, с температурой 20°C, на 13,6%. Данные исследования являются необходимыми для разработки новых технологий дезинфекции.