

Литература

1. Солодов, В. С. Технологические аспекты брикетирования мелкодисперсных твердых углеродсодержащих материалов / В. С. Солодов, А. В. Папин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – №3. – С. 110-113.

2. Кравцов, В. П. Актуальность технологии брикетирования коксовой пыли / Кравцов В. П., В. С. Солодов, А. В. Папин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2012. – №4. – С. 112–113.

3. Солодов, В. С. Разработка технологии утилизации коксовой пыли коксохимических производств в виде брикетов повышенной прочности / В. С. Солодов, А. В. Папин // Ползуновский вестник. – 2011. – №4. – С. 159–163.

УДК 541.183

**Цыганов А.Р.¹, Панасюгин А.С.²,
Павловский Н.Д.³, Машерова Н.П.¹**

(²Белорусский национальный технический университет,

¹Государственный технологический университет,

³Гродненский государственный медицинский университет)

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ПАРОВ КЕТОНОВ И ЭТИЛЦЕЛЛОЗОВЬА АДСОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Кетоны в промышленности применяются достаточно широко. В частности, *ацетон* используется в лакокрасочной промышленности он используется в качестве растворителя нитроэмалей, нитролаков. Применяется в производстве искусственного шелка, органического небьющегося стекла, целлулоида, бездымного пороха, киноплёнок и т.д. Так как ацетон хорошо растворяет ацетилен, он широко используется при наполнении стальных ацетиленовых баллонов, а также очищает от монтажной пены инструменты и поверхности.

Ацетон также служит сырьем при производстве многих химических продуктов: индиго, синтетического каучука, ионона, духов. В соединении с солями сернистой и гидросернистой кислот он применяется для окрашивания и печатания тканей. Используется ацетон и в производстве искусственной кожи, для обеззараживания меха и шерсти.

Благодаря сравнительно малой токсичности, продукт широко применяется в фармацевтике, а именно для экстрагирования некоторых

видов лекарств и препаратов, то есть когда определенные вещества извлекают из раствора химическим путем. Так же он употребляется в пищевой промышленности, также для процедуры экстрагирования пищевых продуктов, жиров, витаминов.

Этилцеллозольв применяется как растворитель или входит в состав смесевых растворителей для работ по снятию старых лакокрасочных покрытий, нагаров, для химической чистки одежды и в роли обезжиривающего средства. Является текстильно-вспомогательным веществом, используется в фармацевтической промышленности, входит в состав смесей для отделки кожи. Составляет до 10% массы антиобледенительных жидкостей, предназначенных для ветровых стекол.

При длительном вдыхании паров или попадании на кожу приводит к слабости, нервным расстройствам, головным болям, поражению печени, почек и отравлению крови. Требуется применения необходимых мер безопасности.

Целью исследования было определение динамических сорбционных характеристик цеолита NaX по отношению к парам кетонов и этилцеллозолява, и определение оптимальных технологических параметров реализации данного процесса.

Для решения поставленной задачи в качестве сорбента нами 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].

Схема модельной установки нейтрализации паров органических соединений адсорбционно-каталитическим методом и принцип ее работы детально описаны в работе [2]. Алгоритм работы установки основан на полициклическом принципе:

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

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).

Полноту каталитического окисления органических соединений оценивали по показателям газоанализатора Dräger MSI 150 EURO, оснащенным датчиками, позволяющими оценить количественное и качественное содержание в составе газовых выбросов CO, CO₂, O₂ и NO_x.

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.

Адсорбция. В ходе предварительных экспериментов установлено, что как и в случае фенола, формальдегида и триэтаноламина при загрузке в реактор с диаметром 40 мм и высотой 250мм 275-ти граммов цеолита NaX процесс десорбции паров кетонов и этилцеллозольва практически полностью завершается в течение 20 минут, следовательно, и его нейтрализация происходит в данном временном интервале. В таблице 1 представлены адсорбционные характеристики NaX по отношению к парам ацетона и этилцеллозольва.

Ранее при изучении сорбции разных классов органических соединений показало, что с увеличением длины углеводородной цепи молекул увеличиваются размеры посадочной площадки.

При сравнении ацетона и этилцеллозольва (таблица 1) видно, что размер посадочной площадки для этилцеллозольва выше 20% чем у ацетона и из-за этого закономерно уменьшался сорбционный объем.

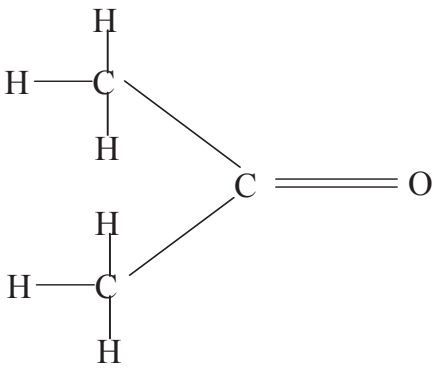
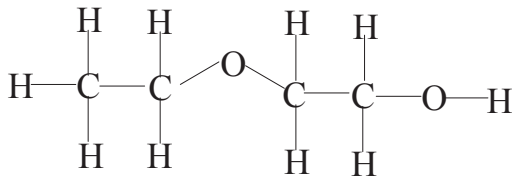
Таблица 1 – Адсорбционные характеристики NaX по отношению к парам ацетона и этилцеллозольва

Адсорбат	Брутто формула	M, г/моль	T _{кип} , °C	ω, нм ²	V _S , мг/ 275 г	V _S , ммоль/275 г
Ацетон	CH ₃ COCH ₃	58,08	56,1	0,27816	54 870	946
Этилцеллозольв	C ₂ H ₅ OH(CH ₃)НО	90,12	135,6	0,33550	10 890	121

Однако, одним увеличением размеров посадочной площадки невозможно объяснить снижение сорбционной емкости 7.8 раз, вероятно

в данном случае определяющее влияние оказывает строения углеродного скелета и положение гидроксильной группы. (таблица 2), что было показано на примере изомеров амилового спирта [3].

Таблица 2 – Строение молекул адсорбатов

Структурная формула	
Ацетон	Этилцеллозольв
	

Десорбция. В процессе выполнения экспериментов установлено, что десорбция паров ацетона протекает в течение 3–12 минут, начиная с 68 °С и оканчивая самой активной фазой десорбции при 125 °С, для этилцеллозольва данные параметры составляют 5,5–18 минут 120 и 170 °С, соответственно.

Конверсия. Десорбция паров ацетона и этилцеллозольва и процесс их каталитического окисления протекают практически одновременно, их нейтрализация происходит в интервале 3–18 минут.

Степень конверсии выше у ацетона, чем у этилцеллозольва. Это объясняется тем, что из-за более высокой сорбционной емкости цеолита NaX по отношению к ацетону. При десорбции образуются более высокие концентрации их паров, и как следствие возникает более устойчивая зона беспламенного каталитического горения.

Степень конверсии для ацетона составила 94,6–98,5 % и для этилцеллозольва 81,7–94,3 % не смотря на то, что концентрации, поступающего в каталитический реактор на заключительной стадии термодесорбции, имеют относительно низкие значения. За счет инерционности процесса разогрева в объеме катализатора создается зона высокотемпературного горения, где в автокаталитическом режиме реализуется процесс разложения паров.

Таким образом, в результате исследований установлено, что при проведении сорбции на цеолите NaX паров ацетона и этилцеллозольва

оптимальная скорость пропускания воздушно-органической смеси составляет 0,75 м/с, максимальная степень поглощения при этой скорости потока достигается при высоте слоя цеолита 20–30 см. Динамический сорбционный объем загрузки (275г) составляет для ацетона 946 ммоль и для этилцеллозольва 121 ммоль.

Десорбция паров ацетона протекает в течение 3–12 минут, начиная с 68°C и оканчивая самой активной фазой десорбции при 125°C, для этилцеллозольва данные параметры составляют 5,5–18 минут 120 и 170°C, соответственно.

Степень конверсии для ацетона составила 94,6–98,5% и для этилцеллозольва 81,7–94,3%.

Литература

1. Lomonosov V.A., Panasyugin A.S., Smorygo O.L., Mikutskii V.A. et al. Pd/ γ -Al₂O₃ catalysts on cellular supports for VOC vapor neutralization// *Catalysis in Industry*, 2010, Vol. 2, No 4, pp. 387 – 392

2. Панасюгин А.С., Ломоносов В.А., Смoryго О.Л. Использование адсорбционно-каталитического метода для очистки вентвыбросов формовочных участков литейных цехов от паров фенола и формальдегида// *Литье и металлургия*. 2014., № 2, с. 19–25.

3. Панасюгин А.С., Силина Т.В., Григорьев С.В., Павловский Н.Д., Машерова Н.П. Обезвреживание паров изомеров амилового спирта адсорбционно-каталитическим методом// *Литье Украины*, 2017, № 5, с. 12–16.

УДК 665.668.5

**Юсевич А.И., Трусков К.И.,
Осипенко Е.М., Куземкин Д.В.**

(Белорусский государственный технологический университет)

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ ИЗ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА ЗАВОДА «ПОЛИМИР» ОАО «НАФТАН»

Неясные перспективы нефтяных топлив, обусловленные бурным развитием электрического автотранспорта, а также тенденциями к переходу на газ в энергетике и морских перевозках, заставляют искать более эффективные пути монетизации нефти. Наиболее надежным из них видится производство нефтехимической продукции и в частности