

2. Высоцкий, С. П. Особенности использования возобновляемых энергоресурсов / С. П. Высоцкий, В. А. Иванченко, А. В. Мурга // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2020. – № 1(32). – С. 26-32. – EDN XZMTWY.

3. Официальный сайт Forbes Возобновляемая энергетика в России: как местный бизнес осваивает «оружие Запада»/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.forbes.ru/tehnologii/349495-vozobnovlyayemaya-energetika-v-rossii-kak-mestnyu-biznes-osvaivaet-oguzhie-zapada> Дата обращения 27.05.2022

4. Антонова И.И., Репина Ю.А., Зотов М.В. Повышение эффективности предприятий агропромышленного комплекса. Компетентность. 2020. № 7. С. 42-47.

5. Юсупова Г.Р., Вишневская Е.А. Перспективные направления развития предпринимательства в России третьего тысячелетия. В сборнике: Актуальные вопросы экономики в современных условиях. Сборник материалов Международной научной конференции «Актуальные вопросы экономики в современных условиях». ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова". 2022. С. 1112-1116.

УДК: 66.011

**Ф.В. Юсубов**

Азербайджанский технический университет  
Баку, Азербайджан

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ АДСОРБЦИИ В НЕПОДВИЖНОМ СЛОЕ**

*Аннотация.* С экологической точки зрения исследования промышленных адсорберов, имеющих застойные зоны, являются актуальным вопросом. Адсорбция смесей газов ( $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2$ ) проводилась на NaX цеолите. Опытным путем изучены выходные кривые процесса адсорбции газовых смесей с учетом и без учета застойной зоны в адсорбере. Выявлено, что при учете застойной зоны, массообмен в адсорбере значительно улучшается.

**F.V. Yusubov**

Azerbaijan Technical University  
Baku, Azerbaijan

## **ECOLOGICAL ASPECTS OF ADSORPTION PROCESSES IN A FIXED BED**

***Abstract.** From an environmental point of view, the study of industrial adsorbers with stagnant zones is a topical issue. Adsorption of gas mixtures (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>) was carried out on NaX zeolite. The output curves of the process of adsorption of gas mixtures were experimentally studied with and without taking into account the stagnant zone in the adsorber. It was found that when the stagnant zone is taken into account, the mass transfer in the adsorber improves significantly.*

В современном мире в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности растет удельный вес использования процессов адсорбции. Это связано с тем, что процессы адсорбции, с экологической точки зрения являясь чистыми, предотвращают загрязнения окружающей среды, а также по сравнению с другими процессами их экономические показатели высоки.

Выбор оптимальных вариантов аппаратного оформления промышленных адсорберов, в том числе, исследование промышленных адсорберов, имеющих застойные зоны, является актуальным вопросом. Если учесть, что процесс адсорбции идет очень быстро, тогда можно считать, что кинетика адсорбции определяется скоростями внутренней и внешней диффузиями. При внешнем массообмене на процесс сильно влияет его гидродинамический режим. Поэтому при изучении процесса в аппаратуре с застойной зоной, допускается, что в этой зоне среда неподвижная или в основном потоке обмен происходит очень медленно. На практике между застойной зоной и с другими частями аппарата, за счет микро- и макро- событий, всегда наблюдается некоторые массообменные процессы.

Типичные гидродинамические модели (идеальное вытеснение, идеальное смешение, диффузионная и ячеечная) характеризуются различными гидродинамическими структурами. Но в каждом случае гидродинамический режим имеет своеобразный строй и отличается однородной структурой. При их сравнении можно выявить выгодное состояние [1,2].

Это состояние объясняется многими причинами. В том числе, в различных частях адсорбера устанавливается собственная структура потока. Поэтому гидродинамика потока беспорядочна и в результате наблюдается появление застойной зоны. В таких случаях появляется необходимость использовать комбинированную модель путем добавления модели застойной зоны к диффузионной модели.

Известно, что неравномерное распределение элементов потока в аппарате является причиной образования в системе застойной зоны из объемов жидкостей и газов. Вследствие этого выражения системы при помощи модели диффузии резко увеличивает погрешность. Учет отмеченного события в объеме аппарата  $V$ , указан ниже в виде суммы:

$$V = V_1 + V_2$$

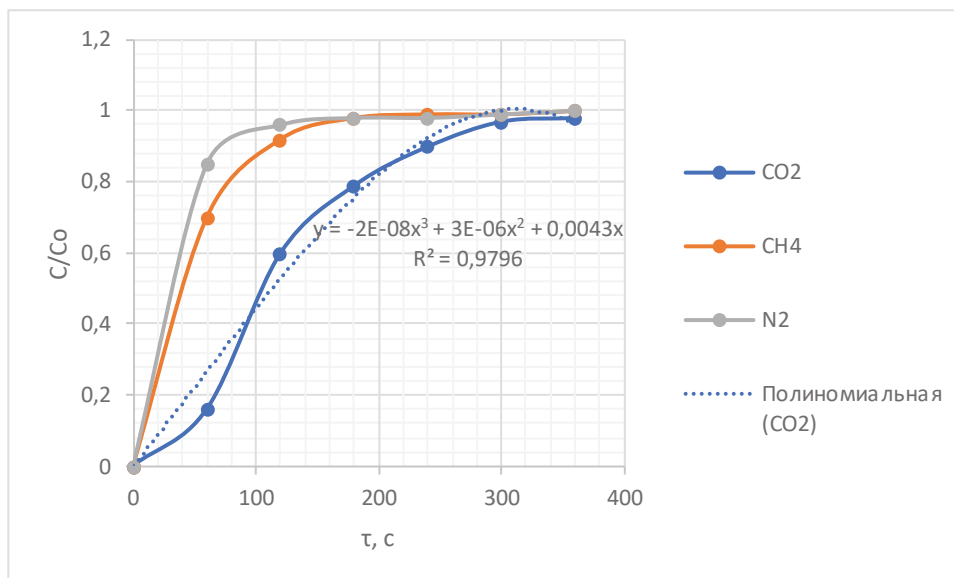
здесь  $V_1$  - оптимальный объем проточной зоны;

$V_2$  - относительный объем застойной зоны

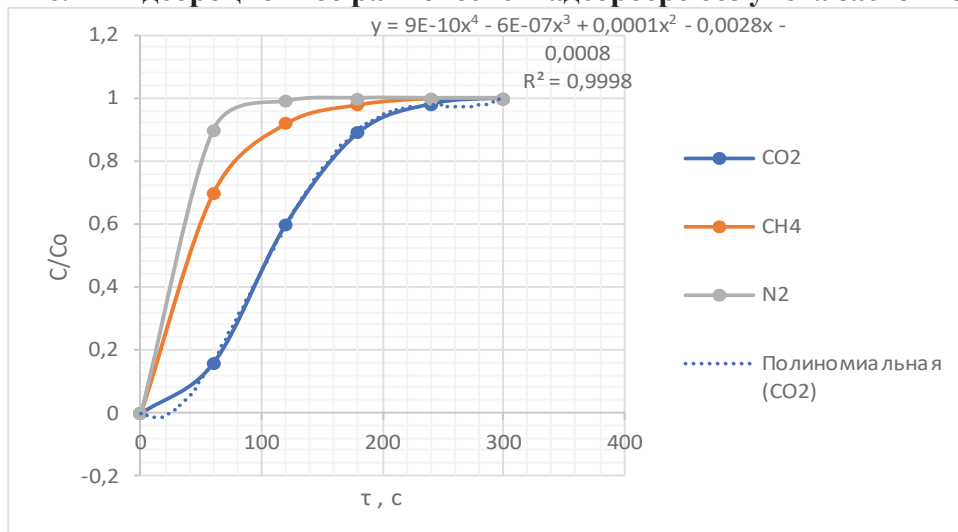
Последняя часть объема относится к объему застойной зоны. Модель диффузии в общем случае дается в литературе [3,4].

Полученные уравнения дают возможность учитывать застойную зону адсорбера.

Адсорбция смесей газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2$ ) проводилась на NaX цеолите. Опытным путем изучены выходные кривые процесса адсорбции газовых смесей с учетом и без учета застойной зоны в адсорбере. Так на пример на рис. 1 и 2 показаны адсорбционное равновесие с уравнениями для компонента  $\text{CO}_2$  в адсорбере без учета застойной зоны и с ее учетом происходит по разной времени.



**Рис. 1 - Адсорбционное равновесие в адсорбере без учета застойной зоны**



**Рис. 2 - Адсорбционное равновесие в адсорбере с учетом застойной зоны**

**Таблица1- Значения время адсорбционного равновесия в зависимости без и с учетом застойной зоны адсорберов**

Время, с	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Без учета застойной зоны	160	190	300
С учетом застойной зоны	110	186	240

В результате выявлено, что адсорбционное равновесие для компонента CO<sub>2</sub> в адсорбере без учета застойной зоны происходит через 300 секунд, а с ее учетом через 240 секунд.

Это явление объясняется тем, что при учете застойной зоны массообмен в адсорбере значительно улучшается.

### **Список использованных источников**

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники – М.: Химия, 1984. 592 с.
2. 21-я конференция, проводимая в рамках "Рамочной конвенции ООН об изменении климата (СОР 21)". Париж 30.11. - 12.12.2015.
3. Никифиров И.А. Адсорбционные методы в экологии. Саратовский государственный университет, 2011, 48 с.
4. Юсубов Ф.В. Адсорбция разделение газовых смесей CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> в не подвижном слое адсорбента. Материалы III международный научной практической конференции “Булатовские чтения”, 2019, с. 159-162, Краснодар

УДК 541 (64+13); 631.4

**О.С. Якименко, Д.А. Грузденко, В.А. Терехова, И.Г. Панова**  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Москва, Россия

### **СИНТЕТИЧЕСКИЕ И ПРИРОДНЫЕ БИОПОЛИМЕРЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ ПОЧВ И СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГРУНТОВ**

*Аннотация.* Исследовано воздействие почвенных модификаторов нового поколения на основе полиэлектролитов на агрегатный состав, состав обменных катионов, фитотоксичность, и экотоксичность искусственной почвы (конструктозема). Результаты работы могут быть использованы для создания стабильных и продуктивных искусственных грунтов.