

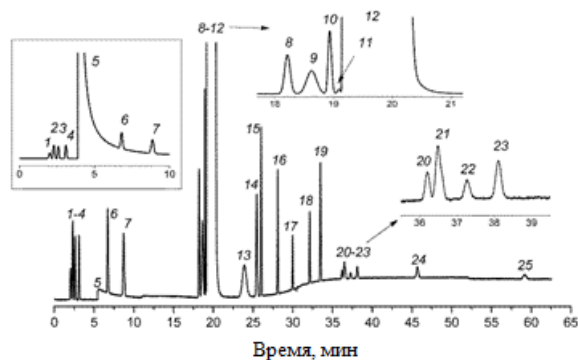


Рис. 2. Хроматограмма компонентов смеси на капиллярной колонке размером длину 30 м × 0,32 мм и толщиной пленки 1,55 мкм полимера поли(1-триметилсилил-1-пропина)

1 – метан, 2 – ацетилен, 3 – этилен, 4 – этан, 5 – метанол, 6 – пропилен, 7 – пропан, 8 – 1-бутен, 9 – *i*-бутан, 10 – *trans*-2-бутен, 11 – *cis*-2-бутен, 12 – *n*-бутан, 13 – *neo*-пентан, 14 – *i*-пентан, 15 – *n*-пентан, 16 – *n*-гексан, 17 – бензол, 18 – *n*-гептан, 19 – толуол, 20 – *n*-ксилол, 21 – *m*-ксилол, 22 – *o*-ксилол, 23 – *n*-октан, 24 – *n*-нонан, 25 – *n*-декан.

зования Российской Федерации в рамках государственного задания на ИНЦ СО РАН (проект № АААА-А21-121011390007-7).

Список литературы

1. Яковлева Е. Ю., Патрушев Ю. В., Белоцерковская В. Ю. // *Катализ в промышленности*, 2015. – V. 15. – № 5. – С. 15–19.
2. Patrushev Yu. V., Yakovleva E. Yu., Shundrina I. K., Ivanov D. P., Glasneva T. S. // *J. Chromatogr. A.*, 2015. – V. 1406. – P. 291–298.
3. Yakovleva E. Yu., Patrushev Y. V., Ivanov D. P., Prosvirin I. P. // *Chromatographia*, 2018. – V. 81. – P.1305–1315.
4. Yakovleva E. Y., Patrushev Y. V. // *Petroleum Chemistry*, 2022. – V. 62. – № 1. – P. 112–120.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ПРОПАН-БУТАНОВОЙ ФРАКЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОСТАВЕ СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

А. В. Алина

Научный руководитель – к.т.н., доцент И. М. Долганов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ava82@tpu.ru

Пиролиз – это термическое разложение соединений при недостатке кислорода. В настоящее время широко представлены детерминированные модели пиролиза с учетом различных характеристик: количества реагирующих компонентов, условий проведения процесса, стационарности модели, накопления кокса, постоянства состава исходного сырья.

Используя модель пиролиза пропан-бутановой фракции углеводородов, разработанную на основе кинетической модели, предложенной Жоровым Ю. М., Васильевой Н. И., Панченковым Г. М. [1], был произведен анализ трех смесей разного состава: при схожем количестве

бутана и пропана и при преобладании одного из двух в составе при постоянной температуре 825 °С, и времени контакта равному 1,1 с. Данные представлены в таблице 1.

Согласно рисунку 1 можно сделать следующие выводы:

А) изменение соотношений бутана и пропана в смеси незначительно влияет на монотонное возрастание концентрации метана и бутадиена;

Б) концентрации этилена и пропилена уменьшаются, независимо от количества бутана и пропана в смеси, однако при преобладании пропана в смеси процесс протекает более асимптотически;

В) пропан в смеси расходуется быстрее бутана, только если его изначальная массовая доля не близка к нулю, а также концентрация этана уменьшается медленнее при содержании пропана в смеси больше, чем бутана.

На формирование кокса влияют: температура, давление, время пребывания смеси в реакторе, состав исходного сырья. Из рисунка 2 видно, что скорость роста отложений кокса незначи-

тельно уменьшается при одинаковом соотношении пропана и бутана в смеси.

Таким образом, для оптимизации выхода целевых продуктов в ходе работы данной модели следует увеличить массовые доли пропана и бутана с превалированием первого в составе.

Работа выполнена при поддержке Гранта РНФ № 21-79-00233 и в рамках Программы повышения конкурентоспособности ТПУ.

Таблица 1. Состав исходного сырья для модели

№ смеси	Состав углеводородной смеси, % масс.						
	Метан	Этан	Этилен	Пропан	Пропилен	Бутан	Бутадиен
1	16,8	10,7	20,1	16,5	15,8	15,7	4,4
2	23,8	6,8	25,5	1,5	17,4	19,5	5,5
3	26,8	3,6	27,2	19,6	16,0	1,0	5,8

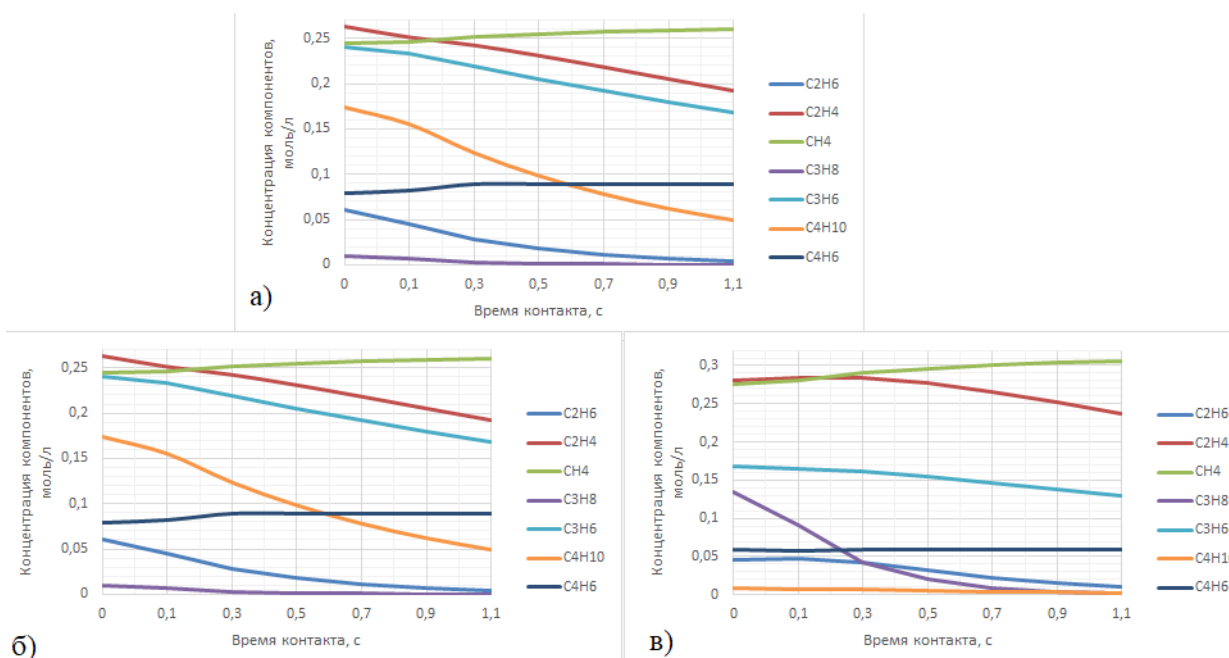


Рис. 1. Изменение концентраций компонентов в течение процесса пиролиза: а – 1 смесь; б – 2 смесь; в – 3 смесь

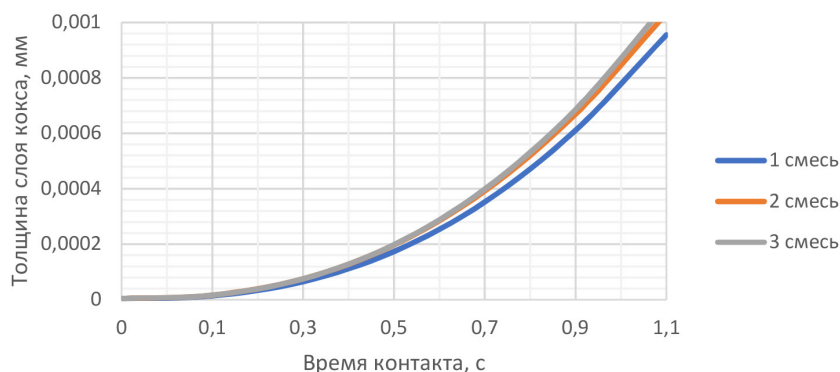


Рис. 2. Изменение толщины слоя кокса при различном составе исходной смеси

Список литературы

- 1 Долганов И. М., Бунаев А. А. // Журн. *Neftegaz*. RU, 2020. – № 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ДИЗЕЛЬНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

Д. Е. Амзараков, И. В. Никитин, Н. С. Коваленко
Научный руководитель – к.т.н., доцент М. А. Самборская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dmitrmeister15@gmail.ru

Среди задач по охране окружающей среды и противодействию изменениям климата, поставленных нефтеперерабатывающей отрасли Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года, следует отметить стимулирование использования наилучших доступных технологий нефтепереработки в целях технического и экологического регулирования, а также приобретения энергоэффективного оборудования для оптимизации затрат [1].

Именно с сераорганическими соединениями, концентрация и молекулярность которых только увеличивается с утяжелением сырья, связаны возрастающие токсичные и коррозионные свойства углеводородного сырья [2].

Цель данной работы – разработка и экспериментальное исследование научных и технологических основ адсорбционной очистки сернистых соединений из дизельных дистилятов.

В процессе работы три образца прямогонной дизельной фракции, полученные с различных месторождений, с интервалом выкипания 180–340 °С, были обработаны адсорбцией в статическом и динамическом режимах. Дина-

мический режим представлял собой непрерывное перемешивание смеси дизельной фракции с адсорбентом мешалкой, когда в статическом режиме наблюдался контакт в неподвижной фазе. В качестве адсорбентов применяли силикагель КСКГ ($d_3 < 0,35$ мм, $d_3 = 2,8–7,0$ мм), цеолит типа NaX.

Условия эксперимента: температура 25 °С, 40 °С, давление – атмосферное, для динамического режима – $w = 1200–1300$ об/мин. Адсорбенты предварительно высушивались при температуре 160 °С в течении 2 часов. Результаты и параметры экспериментов отражены в таблицах 1,2.

Полученные данные могут быть использованы для построения изотермы адсорбции и разработки математической модели и технологии процесса адсорбции. Результаты эксперимента показали, что адсорбционная очистка может быть эффективным дополнением как к процессам гидроочистки и окислительного обессеривания, так и нацелено сорбировать тиофен и его гомологи, бензотиофен и дибензотиофен.

Таблица 1. Адсорбция силикагелем КСКГ в динамическом и статическом режимах

Адсорбент	Соотношение ДФ: адсорбент	Динамический режим ($t = 40$ °С)			Статический режим ($t = 25$ °С)		
		τ , мин	Собщ, % масс.	ϕ , %	τ , мин	Собщ, % масс.	ϕ , %
КСКГ ($d_3 < 0,35$)	4:1	0	0,666	0	0	0,426	0
		20	0,327	50,9	5	0,352	17,37
		40	0,446	33,03	10	0,324	23,94
		60	0,464	30,3	15	0,52	–22,06
		80	0,417	37,38	20	0,516	–21,12
		100	0,396	40,54	40	0,51	–19,72