

ящее время наиболее совершенным процессом получения АБСК является сульфирование линейных алкилбензолов (ЛАБ) в многотрубчатом пленочном реакторе.

Целью настоящей работы является разработка математической модели процесса сульфирования линейных алкилбензолов с учетом массопереноса вещества из газовой фазы в жидкую.

Допуская, что исследуемый процесс соответствует режиму идеального вытеснения и отсутствует массоперенос веществ из жидкой фазы в газовую, была разработана математическая модель, которая позволяет количественно оценить влияние исходных параметров в системе на скорость превращения ЛАБ и перенос  $\text{SO}_3$  в жидкую фазу. Данная математическая модель описывается следующими образом:

Коэффициент массопереноса  $\text{SO}_3$  из газовой фазы в жидкую рассчитывается по уравнению [1]:

$$\beta = 0,127 \cdot \text{Re}_{\text{пл}}^{0,58} \cdot \omega_{\Gamma} \cdot \left(\frac{D}{H}\right)^{0,66}$$

где  $\beta$  – коэффициент массоотдачи, м/с;  $D$  – диаметр трубки реактора, м;  $H$  – высота трубки реактора, м.

Активность реакционной среды находится как  $a_j = e^{-\alpha C_{v.c.}}$ , при  $l=0$ ,  $C_{v.c.}=0$ ,  $\alpha=1$ ,  $a_j=1$  [2].

На основании разработанной математической модели было исследовано влияние концентрации  $\text{SO}_3$  в газовой смеси на степень превращения ЛАБ. Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

Таким образом, при увеличении концентрации  $\text{SO}_3$  в газовой смеси увеличивается массоперенос вещества в жидкую фазу и как следствие степень превращения ЛАБ увеличивается.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-38-90103

### Список литературы

1. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. – Л.: «Машиностроение», 1976. – 216 с.
2. Dolganova I.O., Dolganov I.M., Ivanchina E.D., Ivashkina E.N. // *Journal of Surfactants and Detergents*, 2018. – V. 21. – №1. – P. 175–184.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СЫРЬЯ НА МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА КТ-1/1 С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

В.К. Солдатов, Г.Ю. Назарова

Научный руководитель – д.х.н., ОХИ ИШПР ТПУ Ивашкина Е.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Каталитический крекинг является наиболее распространенным промышленным процессом современной нефтеперерабатывающей промышленности. В процессе реакций крекинга образуются высокооктановая бензиновая фракция (свыше 50 % мас.), дизельная фракция, а также газы, богатые пропиленом, изобутаном и бутенами.

Качество и выход продуктовых потоков с установки каталитического крекинга определяется групповым составом сырья, свойствами катализатора, технологическими параметрами работы установки и др. Метод математического моделирования является одним из способов увеличения эффективности процессов переработки углеводородного сырья, а также позволяет проводить исследования без проведения опытных

испытаний на установках, функционирующих на производстве.

Цель работы заключается в оценке влияния состава сырья процесса каталитического крекинга на материальный баланс установки каталитического крекинга с использованием математической модели процесса.

В работе представлены результаты расчетов влияния состава сырьевых потоков на выходы продуктов каталитического крекинга с применением математической модели процесса каталитического крекинга, разработанной на основании формализованной схемы превращений углеводородов [1].

Расчеты по модели выполнены для восьми типов сырья (таблица 1) при постоянных параметрах технологического режима.

Применение математической модели показало, что изменение состава сырья в значительной степени влияет на показатели процесса каталитического крекинга. Так, по данным таблицы 3 видно, что значительное влияние на выходы основных продуктов каталитического крекинга оказывает содержание смол в исходном сырье. Смолы приводят к накоплению на поверхности катализатора кокса, который препятствует протеканию целевых реакций процесса каталитиче-

ского крекинга. Поэтому для сырьевых потоков 3 и 4, где наблюдается самое высокое содержание смол (4,44 % мас. и 4,75 % мас. соответственно), выход целевых продуктов ниже, а выход кокса выше, чем в остальных исследуемых потоках.

Таким образом, необходимо корректировать технологический режим работы установки крекинга в зависимости от состава перерабатываемого сырья. С этой целью эффективно применение надежных математических моделей.

**Таблица 1.** Групповой состав сырья процесса каталитического крекинга (экспериментальные данные)

Сырьевые потоки	Содержание % мас.		
	Ароматические УВ	Насыщенные УВ	Смолы
1	40,46	56,80	2,73
2	39,70	57,70	2,60
3	36,61	58,95	4,44
4	35,46	59,79	4,75
5	35,40	61,60	3,00
6	33,47	63,89	2,64
7	30,24	66,83	2,93
8	23,31	73,13	3,56

**Таблица 2.** Выходы продуктов установки каталитического крекинга (расчет по модели)

Продуктовые потоки	Содержание % мас.						
	Сухой газ	ППФ	ББФ	Бензиновая фракция	Фракция 195–420 °С	Фракция >420 °С	Кокс выжигаемый
1	3,74	6,93	13,10	54,17	12,18	4,26	5,62
2	3,74	6,97	13,16	54,31	12,14	4,21	5,47
3	3,68	6,92	13,03	53,29	11,63	4,01	7,45
4	3,67	6,93	13,04	53,15	11,49	3,93	7,78
5	3,74	7,10	13,34	54,33	11,73	3,93	5,84
6	3,76	7,21	13,51	54,70	11,61	3,81	5,41
7	3,75	7,32	13,65	54,71	11,29	3,59	5,69
8	3,74	7,56	13,96	54,68	10,57	3,12	6,37

### Список литературы

1. Г.Ю. Назарова, Е.Н. Ивашкина, А.А. Орешина [и др.] / Разработка формализованной схемы превращений углеводородов в процессе каталитического крекинга для прогнозирования индивидуального состава газов / Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Нефтехимический институт (НХИ). – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2020. – [С. 43–44].