

Так как $K_p \gg 1$, следовательно, в синтезе преобладают необратимые реакции.

На основании полученных экспериментальных данных по исследованию кинетики синтеза, результатов термодинамических расчётов и с использованием разработанной на кафедре кинетической модели синтеза Фишера-Тропша на модифицированном катализаторе [2], была

сформирована кинетическая модель процесса на ультрадисперсном катализаторе.

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что на данном катализаторе состав жидких продуктов сильно отличается по сравнению с ранее применяемыми катализаторами высоким содержанием изо-парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов.

Список литературы

1. Ю.М. Жоров «Термодинамика химических процессов. Нефтехимический синтез, переработка нефти, угля и природного газа». – Москва: Химия, 1995. – 466с.
2. Кравцов А.В., Левашова А.И., Ушева Н.В.,

Мойзес О.Е. Проблемы комплексного исследования синтеза Фишера-Тропша // Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий: Матер. научно-практ. конф. – Томск, 2002. – Т.2. – С.65–67.

АНАЛИЗ МНОЖЕСТВЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЫХОДА КОЛОННЫ РЕАКЦИОННОЙ РЕКТИФИКАЦИИ СИНТЕЗА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА

О.Е. Митянина

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

В настоящее время реакционная ректификация, совмещающая в одном аппарате процессы реакционного синтеза и разделения, представляет повышенный интерес для промышленности. Благодаря ее существенным экономическим, технологическим и термодинамическим преимуществам, реакционная ректификация используется в различных областях органического синтеза, в частности в производстве топливных добавок и присадок, к которым относятся метилтретбутиловый эфир (МТБЭ), этилтретбутиловый эфир (ЭТБЭ), третамилбутиловый эфир (ТАБЭ), получаемых в результате реакции изоолефинов со спиртами [1].

В то же время, комбинирование химической реакции и разделения в одном аппарате порождает высокую нелинейность процесса, что существенно осложняет управление и может привести к множественным стационарным состояниям [2]. В частности, множественные значения выходных параметров при неизменных входных показателях (множественность выхода) могут привести к нестабильной работе аппарата.

Таким образом, целью данной работы является анализ множественности стационарных состояний выхода реакционной колонны синтеза

МТБЭ.

Рассмотрим возможность возникновения множественности стационарных состояний выхода в реакционной зоне колонны. Для этого целесообразно представить уравнение материального баланса [3] как функции подвода и отвода вещества во всем диапазоне возможных концентраций, выраженные через единицы расхода.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\text{подвод}} = \frac{L_d}{R} + \frac{L_d}{R} \cdot \frac{L_d}{k_i} + \left[\frac{L_d}{R} \right] \cdot \frac{L_d^2}{k_i \cdot k_{i-1}} + \dots \\ \dots + \frac{L_d^i}{\prod_{i=1}^M k_i} + k_f \frac{x^{\text{i-but}} \cdot \gamma^{\text{i-but}}}{x^{\text{MeOH}} \cdot \gamma^{\text{MeOH}}} \\ \Gamma_{\text{подвод}} = L_d \frac{x_i}{x_d} + k_f \frac{x^{\text{MTBE}} \cdot \gamma^{\text{MTBE}}}{K_{\text{eq}} (x^{\text{MeOH}} \cdot \gamma^{\text{MeOH}})^2} \end{array} \right.$$

$i = 1, 2, \dots, s'$; s' – количество ступеней в реакционной зоне колонны.

На рисунках 1–2 представлены зависимости функций подвода и отвода вещества на тарелках реакционной зоны от концентрации метанола и МТБЭ.

Согласно рисунку 1, точки пересечения графиков подвода и отвода вещества соответствуют стационарным состояниям. При этом в реакци-

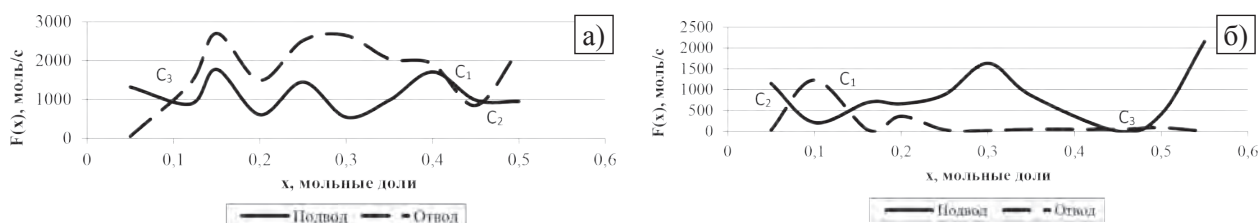


Рис. 1. Зависимость функций подвода и отвода вещества от мольной доли а) метанола; б) МТБЭ

Таблица 1. Составы материальных потоков, соответствующие стационарным состояниям в реакционной секции колонны

C ₁		C ₂		C ₃	
x ^{i-bu}	0,08	x ^{i-bu}	0,08	x ^{i-bu}	0,01
x ^{MeOH}	0,41	x ^{MeOH}	0,47	x ^{MeOH}	0,11
x ^{MTBE}	0,14	x ^{MTBE}	0,08	x ^{MTBE}	0,47
x ^{n-but}	0,37	x ^{n-but}	0,37	x ^{n-but}	0,41
S, %	28,9	S, %	16,5	S, %	97,0

онной зоне возможны три стационарных состояния, соответствующие различным концентрациям компонентов смеси (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, наиболее предпоч-

тительным является стационарное состояние C₃, которое соответствует наибольшему выходу целевого продукта в реакционной секции колонны (S – выход целевого продукта).

Список литературы

1. Писаренко Ю.А., Серафимов Л.А., Кулов Н.Н. Основы анализа статистики реакционно-ректификационных процессов с несколькими химическими реакциями // Теоретические основы химической технологии, 2009. – Т.43. – №5. – С.491;
2. Segovia-Hernández J.G., Hernández S., Petriciolet A.B. Reactive distillation: A review of optimal design using deterministic and stochastic techniques // Chemical Engineering and Processing, 2015. – 97. – P.134–143.
3. Самборская М.А., Кравцов А.В., Митянина О.Е. Формирование математической модели и исследование множественности стационарных состояний реакционно-ректификационного процесса // Известия Томского политехнического университета, 2011. – №9. – Т.319. – С.90–95.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Г. Мягмарсурэн

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.И. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ss_miigaa@yahoo.com

Основными потребителями дизельного топлива являются железно-дорожный транспорт, военная и сельхозаграрная техника, водный транспорт. Так же дизельное топливо пользуется спросом у владельцев легковых автомобилей, используется для дизельных электростанций, обогревателей и т.д.

В зависимости от условий применения установлены основные три марки дизельного топлива: «Л» – летнее дизельное топливо: при-

меняется в условиях от 0 градусов и выше; «З» – зимнее дизельное топливо: подмарка для температур –20° и выше и подмарка для температур наружного воздуха –30° и выше. В первой подмарке температура застывания топлива не ниже –35°, во второй не ниже –45°; «А» – арктическое дизельное топливо: воздух с температурой –50° и ниже.

Каждое дизельное топливо по ГОСТ должно соответствовать определённым характери-