

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОКРЕКИНГА С УЧЕТОМ ДЕТАЛЬНОГО СОСТАВА СЫРЬЯ

М. Н. Чернышов, Н. С. Белинская

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н. С. Белинская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
mnc4@tpu.ru

Нефтяная промышленность, как наиболее важная отрасль, должна быть динамически развивающейся, легко адаптироваться под новые условия рынка и постоянно внедрять новые научные достижения. Гидрокрекинг является отражением развития, так как данный процесс легко адаптировать под любое сырье, которое становится всё более тяжелым по составу, что обуславливает сложности его переработки в ценные нефтепродукты [1]. Кинетика гидрокрекинга лимитирует протекание всего процесса. Для корректного прогнозирования показателей процесса необходимо учитывать детальный состав и скорости протекания реакций компонентов, входящий в детальный состав сырья [2, 3].

Целью данной работы является разработка математической модели процесса гидрокрекинга с учетом детального состава сырья.

Математическая модель реализовывалась на основе схемы превращений компонентов, входящих в детальный состав сырья, представленной на рисунке 1.

Как можно видеть из рисунка 1 в составе сырья детально учтены н-парафины и и-парафины C_5-C_{40} . Для компонентов, представленных на рисунке 1, были определены такие термодина-

мические параметры, как энтальпия и энтропия, что в свою очередь позволило определить изменение энергии Гиббса (ΔG) в ходе протекания реакций с их участием, которая рассчитывалась по следующей формуле:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

Точность расчетов на модели обусловлена учетом термодинамики и кинетики процесса.

Таблица 1. Кинетические параметры математической модели

Номер реакции	Энергия активации, кДж/моль	Пред экспоненциальный множитель, 1/с
1	62,4	$1,28 \cdot 10^{20}$
2	51,2	$3,45 \cdot 10^{19}$
3	9,6	$7,41 \cdot 10^3$
4	37,7	$6,51 \cdot 10^2$
5	35,5	$5,33 \cdot 10^3$
6	66,6	$4,28 \cdot 10^{19}$
7	207,5	$4,17 \cdot 10^{18}$
8	80,8	$9,14 \cdot 10^{18}$
9	290,2	$1,66 \cdot 10^{14}$
10	258,4	$1,91 \cdot 10^{11}$

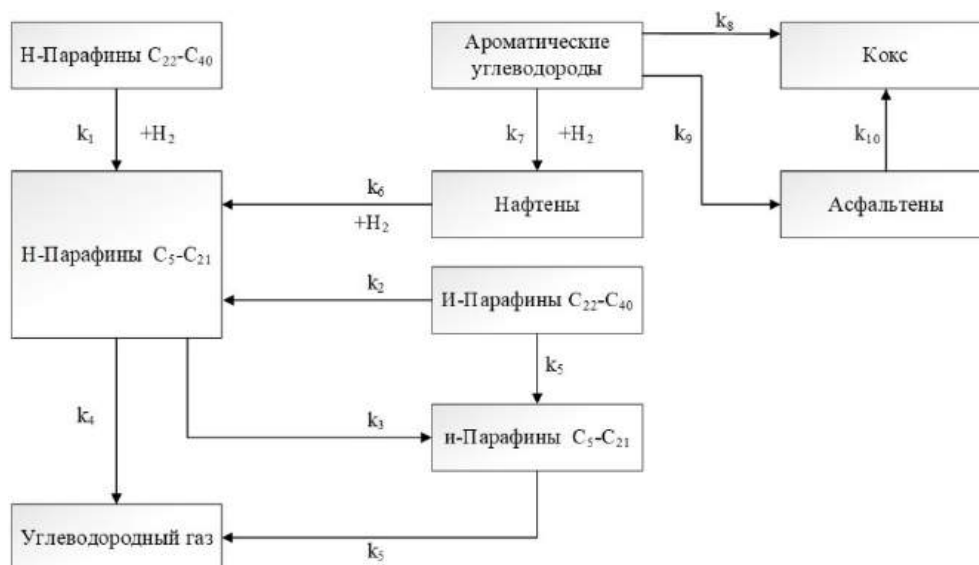


Рис. 1. Схема превращений

Для реакций, входящих в схему превращений, были определены такие кинетические параметры, как энергия активации и предэкспоненциальный множитель, результаты представлены в таблице 1.

Учет детального состава сырья, термодинамики и кинетики реакций, входящих в схему

превращений процесса гидрокрекинга, позволяет с достаточной точностью моделировать процесс и прогнозировать его показатели.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00216, <https://rscf.ru/project/22-73-00216/>.

Список литературы

1. Luis A., Ignacio Elizalde. *Mathematical modeling of the hydrocracking kinetics of a heavy oil fraction using the discrete lumping approach: the effect of the variation of the lump number* // *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*. – 2022. – № 135. – P. 655–667.
2. Maricruz Morales Blancas, Fernando Trejo Zárraga *Discrete lumping kinetic models for hydrodesulfuration and hydrocracking of a mixture of FCC feedstock and light gasoil* // *Chemical Papers*. – 2022. – № 76. – P. 4885–4891.
3. Белинская Н.С., Костень М.С., Чернышов М.Н., Мухина Е.С. *Схема превращений углеводородов в процессе гидрокрекинга вакуумного газойля, включающая массовое распределение содержания n-парафинов, как основа детальной математической модели, учитывающей реакционную способность n-парафинов в целевой реакции* // *Химическая промышленность сегодня*. – 2023. – № 2. – С. 40–46.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

М. Н. Чернышов, Л. М. Ульянов

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л. М. Ульянов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
mnc4@tpu.ru

Многие нефтедобывающие предприятия, прилагая большие усилия для повышения энергоэффективности своих систем и сокращения выбросов парниковых газов. Установки подготовки нефти увеличиваются в размерах и становятся более сложными, поэтому возрастает интерес к снижению эксплуатационных затрат, уменьшение которых можно добиться за счет применения метода пинч-анализа [1]. В данной работе применяются методы пинч-анализа для сокращения удельного энергопотребления на предприятии добычи и подготовки нефти [2].

Целью данной работы является определение потенциала увеличения энергоэффективности установки подготовки нефти.

В ходе исследования установки были определены все технологические параметры, проведена экстракция данных, рассчитан материальный и тепловые балансы, составлена технологическая схема в программном обеспечении Aspen Hysys, составлена энерготехнологическая схема, что в дальнейшем позволило

построить составные кривые в программном обеспечении Pinch 2.02 [3].

С помощью экстракции входных данных составлена схема текущего теплообмена на установке (рисунок 1).

Исходя из текущей системы теплообмена была составлена потоковая таблица 1.

Исходя из системы теплообмена и потоковой таблицы была составлена сеточная диаграмма, представленная на рисунке 2.

С помощью сеточной диаграммы определялась мощность рекуперации тепловой энергии при текущей системе теплообмена, вычисления производились по выражению:

$$Q_{Hres} = \sum_{i=1}^I \sum_k^{K_i} C_{Pik} [T_{Tik} - T_{Si(k-1)}]$$

где I – количество горячих технологических потоков; K_i – количество температурных интервалов на i -ом горячем технологическом потоке с различными значениями потоковых теплоёмкостей с учётом фазовых переходов; T_{Tik} – конечная