

Установлено, что добавка 0,10 % мас. NiCrWC способствует изменению направленности протекающих реакций при безводородном крекинге тяжелых нефтей с преобладающих реакций конденсации при термокрекинге на преобладание реакций деструкции пре крекинге в присутствии NiCrWC. Это изменение обусловлено следующими данными: замедлением образования продуктов уплотнения, за счет увеличения деструкции асфальтенов, глубокой деструкции высокомолекулярных компонентов нефти и увеличению выхода газообразных продуктов и бензиновых и дизельных фракций.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Проект № FWRN-2021-0005).

Литература

1. Castaneda L. C., Munoz J. A. D., Ancheyta J. Current situation of emerging technologies for upgrading of heavy oils // Catalysis Today. – 2014. – Т. 220. – С. 248-273.
2. Maity S. K., Ancheyta J., Marroquín G. Catalytic aquathermolysis used for viscosity reduction of heavy crude oils: A review // Energy & Fuels. – 2010. – Т. 24. – № 5. – С. 2809-2816.
3. Sviridenko N. N. et al. Upgrading of heavy crude oil by thermal and catalytic cracking in the presence of NiCr/WC catalyst // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. – 2020. – Т. 112. – С. 97-105.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ СХЕМЫ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Сладков М.Ю., Волков М.А., Долганов И.М.

Научный руководитель к.т.н. И.М. Долганов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Как известно, увеличение глубины переработки нефти реализуется за счет вовлечения тяжелых нефтяных остатках во вторичных процессах нефтепереработки, таких как мазут, гудрон и т.д. Тяжелые нефтяные остатки используются в качестве сырья в различных процессах, одним из которых является замедленное коксование. Замедленное коксование представляет собой технологию некаталитического крекинга тяжелых нефтепродуктов в необогреваемых камерах.

Целью данной работы является разработка математической модели, обладающей прогнозирующей способностью. Для реализации данной модели была выбрана схема превращения, представленная в работе [1]. Согласно предложенной схеме, поступающее на установку сырье разделено на компоненты SARA (парафины, ароматика, смолы, асфальтены). При этом продуктами являются топливный газ C1-C2, СУГ C3-C4 (сжиженные углеводороды), нефтя коксования C5-180 °C, дизельная фракция 180-365 °C, тяжелый газойль коксования 365+ °C, нефтяной кокс.

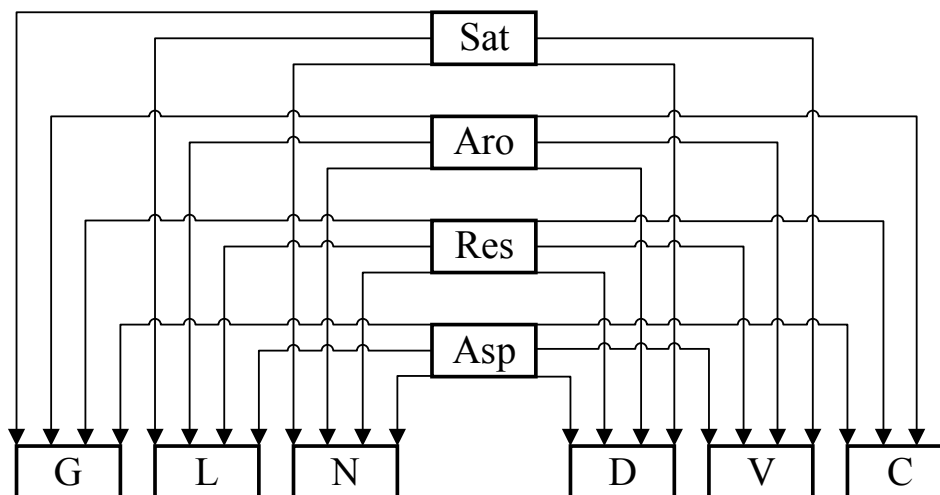


Рис. 1. Схема превращения с 10-литр-компонентами процесса замедленного коксования
G - Газ (C1-C2); L - СУГ (C3-C4); N - Нефтя коксования (C5 - 180 °C); D - Дизельная фракция, или легкий газойль 180 - 365 °C; V - Тяжелый газойль 365+ °C; C - Кокс. Sat - парафины; Aro - ароматические углеводороды; Res - смолы; Asp - асфальтены

На основе схемы (рисунок 1) была составлена система уравнений скорости изменения концентрации исходного сырья и продуктов от времени. Приняты значения мольных долей компонентов сырья: Sat = 0,2305; Aro = 0,3318; Res = 0,3507; Asp = 0,0869. В качестве модели реактора была принята модель реактора идеального смешения.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dC_G}{dt} = W_{SG} + W_{AG} + W_{RG} + W_{BG} \\ \frac{dC_L}{dt} = W_{SL} + W_{AL} + W_{RL} + W_{BL} \\ \frac{dC_N}{dt} = W_{SN} + W_{AN} + W_{RN} + W_{BN} \\ \frac{dC_D}{dt} = W_{SD} + W_{AD} + W_{RD} + W_{BD} \\ \frac{dC_V}{dt} = W_{SV} + W_{AV} + W_{RV} + W_{BV} \\ \frac{dC_C}{dt} = W_{AC} + W_{RC} + W_{BC} \\ \frac{dC_S}{dt} = -W_{SG} - W_{SL} - W_{SN} - W_{SD} - W_{SV} \\ \frac{dC_A}{dt} = -W_{AG} - W_{AL} - W_{AN} - W_{AD} - W_{AV} - W_{AC} \\ \frac{dC_R}{dt} = -W_{RG} - W_{RL} - W_{RN} - W_{RD} - W_{RV} - W_{RC} \\ \frac{dC_B}{dt} = -W_{BG} - W_{BL} - W_{BN} - W_{BD} - W_{BV} - W_{BC} \end{array} \right. \quad \#(1)$$

где $\frac{dC_i}{dt}$ – изменение концентрации i-го компонента во времени; W_i – скорость реакции согласно схеме превращений.

Скорость изменения вещества рассчитывается с помощью уравнения констант скоростей и концентраций

$$W_i = k_i \cdot C_i \quad \#(2)$$

где W_i – скорость i-ой реакции; k_i – константа скорости, рассчитываемая по уравнению Аррениуса; C_i – концентрация исходного компонента.

Исследуя кинетику реакций, были получены зависимости выхода продуктов реакций от температуры. Верификация модели проводилась на основе полученных производственных данных. Ошибка результатов расчета в диапазоне температур 480-510 °C составила не более 3 %.

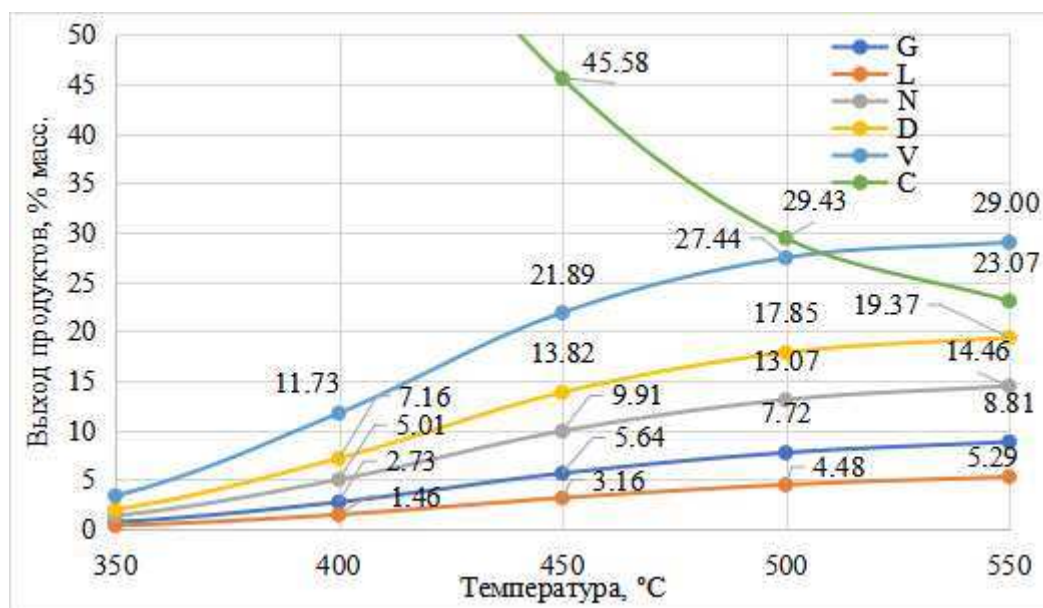


Рис. 2. График зависимости выхода продуктов процесса замедленного коксования от температуры

Таким образом, предложенная модель процесса замедленного коксования рассчитывает выход продуктов. Дальнейшая разработка модели направлена на уточнения характеристики тяжелых остатков, разработки модуля, описывающего кратность циркуляции, получение серосодержащих компонентов.

Литература

1. Yang M. L. et al. Industrial delayed coking process optimization on the basis of lumped kinetic model // Petroleum science and technology. – 2016. – Т. 34. – № 10. – С. 898-902.