

Рис. 1. Химическое строение гемицеллюлозы

в температурном диапазоне от 200–360 °С при атмосферном давлении.

В результате проведенных исследований выявлено, что выход твёрдого продукта и содержание свободного углерода увеличивается для образцов, пропитанных кислотами. Влияние

неорганического слоя на эти показатели оказалось несущественным. Также на основании серии экспериментов был подобран оптимальный интервал температур для проведения пиролиза – 280–320 °С для сосновых опилок.

Список литературы

1. Sheehan J., Cambreco V., Duffield J., Garboski M., Shapouri H. An overview of biodiesel and petroleum diesel life cycles. A report by US Department of Agriculture and Energy, 1998. – P. 1–35.
2. Cadenas A., Cabezudo S. Biofuels as sustainable technologies: Perspectives for less developed countries. *Technol Forecasting Soc Change*, 1998. – P. 83–103.
3. El-Hendawy A.-N. A., Samra S. E., Girgis B. S. Adsorption characteristics of activated carbons obtained from corncobs. *Colloids Surf A: Physicochem Eng Aspects*, 2001. – 180:209–21.
4. Peng, J. H. Development of torrefaction kinetics for British Columbia softwoods / J. H. Peng, X. T. Bi, J. Lim [et al.] // *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 2012. – Vol. 10 (1). – P. 1542–6580.
5. Lu K. M. Torrefaction and low temperature carbonization of oil palm fiber and eucalyptus in nitrogen and air atmospheres / K. M. Lu, W. J. Lee, W. H. Chen [et al.] // *Bioresour Technol*, 2012. – Vol. 123. – P. 98–105.
6. Blasi C. D. Intrinsic kinetics of isothermal xylan degradation in inert atmosphere / C. D. Blasi, M. Lanzetta // *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 1997. – Vol. 40–41. – P. 287–303.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ

Д. В. Грива

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОХИ ИШПР В. А. Чузлов

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, dvg32@tpu.ru

Снижение содержания серы в составе прямомгонной дизельной фракции остается актуальной проблемой отечественной нефтепереработки. Вследствие этого, базовым процессом производства дизельного топлива является каталитическая гидроочистка. Характерной особенностью процесса гидрооблагораживания дизельной фракции является его нестационарность, обусловленная непостоянством состава перерабатываемого сырья, изменением технологических условий процесса и постепенной дезактивацией катализатора.

Проблема выбора оптимального технологического режима процесса и прогнозирования активности катализатора – сложная многофакторная задача, требующая комплексного решения, которое можно получить с использованием детерминированной математической модели, учитывающей физико-химические основы протекания процесса и изменение активности катализатора. Подобная модель позволит прогнозировать работу установки, подбирать оптимальные технологические условия с учетом

нестационарности промышленного процесса, с целью продления срока службы катализатора.

На основании результатов проведенного термодинамического анализа, а также анализа предоставленных исходных данных по работе промышленной установки гидроочистки, была предложена формализованная схема химических превращений, обеспечивающая достаточно точное описание процесса. Схема включает в себя 15 реакций, из которых основными являются реакции гидрирования серосодержащих соединений, а именно тиолов, сульфидов, дисульфидов, тиофенов, бензо- и дибензотиофенов. Помимо гидрообессеривания также протекают реакции денитрогенизации азотсодержащих соединений таких как пиррол, пиридин, карбазол, индол и хинолин с образованием аммиака. В формализованной схеме химических превращений учтен механизм протекания гидрирования через нафтены и углеводороды олефинового ряда. Побочными реакциями процесса гидроочистки являются реакции образования кокса и крекинг низкомолекулярных парафинов (C_5 – C_{10}) с образованием углеводородного газа (C_1 – C_4).

Кинетическая модель процесса гидроочистки представляет собой систему из 24 дифференциальных уравнений скоростей реакций, выраженных по закону действующих масс через изменение концентраций по времени контакта исходных компонентов с поверхностью катализатора. Дифференциальное уравнение в общей форме представлено как:

$$\frac{dC_i}{d\tau} = -k_i \cdot C_i$$

Список литературы

1. Афанасьева Ю. И., Кривцова Н. И., Иванчина Э. Д., Занин И. К., Татауричиков А. А. Разработка кинетической модели процесса

где τ – время контакта, с; C_i – концентрация i -го компонента, моль/л; k_i – константа скорости i -ой химической реакции.

Предложенная математическая модель содержит модуль пересчета фракционного состава в групповой состав, что позволяет повысить степень ее детализации, в сравнении с существующими моделями [1]. Оценка адекватности модели приведена на рисунке 1.

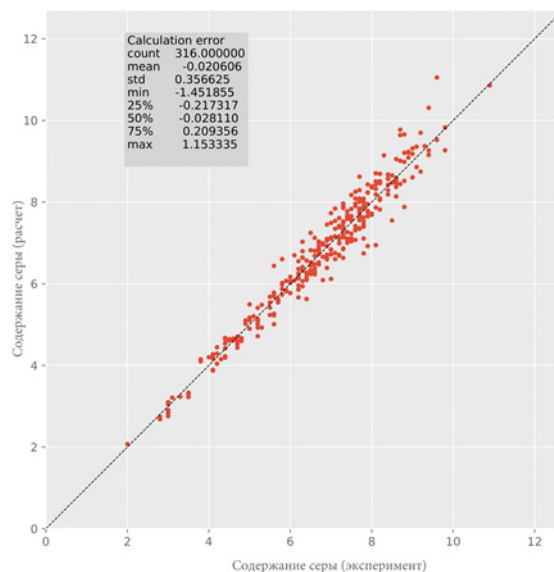


Рис. 1. Оценка адекватности математической модели

Максимальная ошибка предложенной модели по остаточному содержанию серы не превышает 1,15 ppm, средняя ошибка составляет 0,02 ppm.

гидроочистки дизельного топлива // Изв. Томск. политех. ун-в., 2012. – № 3. – С. 121.