

Список литературы

1. Sheldon R. A. // *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 2018. – V. 6. – P. 4464.
2. Uslamin E. A., Luna-Murillo B., Kosinov N., Bruijninx P. C. A., Pidko E. A., Weckhuysen B. M., Hensen E. J. M. // *Chemical Engineering Science*, 2018. – 35 p.
3. Aho A., Kumar N., Eranen K., Salmi T., Hupa M., Murzin D. Y. // *Fuel*, 2008. – V. 87. – P. 2493.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЗЛА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ

К. Ю. Мельников

Научный руководитель – к.х.н., доцент А. А. Троян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, kym8@tpu.ru

Каталитического риформинга является ведущим процессом современной нефтехимической промышленности, в ходе которого производят высокооктановые компоненты для моторных топлив.

Благодаря повышению содержания ароматических соединений в риформате достигается высокое октановое число. В настоящее время из-за ужесточения экологических норм, производство риформата серьезно осложнено.

По этой причине, чтобы производить экологичное топливо, необходима значительная модернизации морально устаревших производств. Нефтеперерабатывающие предприятия пытаются найти такие технологические параметры, которые позволят снизить долю бензола в составе продукта без серьезной потери в качестве.

Для решения подобного уровня проблем существует математическое моделирование. Такой метод позволяет совершенствовать технологию производства, путем нахождения оптимальных параметров, которые позволят более эффективно использовать сырье.

Сырьем для каталитического риформинга являются бензиновые фракции первичной перегонки нефти, состав которых зависит от цели процесса, так если необходимо получить индивидуальные арены, то используют соответственно фракции, содержащие углеводороды C_6 (62–85 °С), C_7 (85–105 °С) и C_8 (105–140 °С). Если же необходимо получить высокооктановый бензин, то используют фракцию C_7 – C_9 с соответствующей ей температурой 85–180 °С [1].

Конструкция технологической установки каталитического риформинга зависит от способа регенерации используемого катализатора. В данной работе будет рассмотрена установка полурегенеративного типа, так как она являет-

ся самой распространенной на предприятиях в России. Работа такого типа установок осуществляется при следующих параметрах: давление до 3 МПа, температура 480–530 °С, используются катализаторы на основе платины, на носителе – Al_2O_3 . При этом достигается выход риформата до 88 % масс., а октановое число в интервале от 95 до 100 (по исследовательскому методу).

Повышая температуру процесса, увеличиваются скорость протекания всех реакций, в том числе реакций ароматизации парафинов и нафтенов, благодаря которым происходит увеличение октанового числа выходящего риформата. Однако также увеличивается и скорость нежелательной реакции гидрокрекинга, в ходе которой происходит закоксовывание катализатора.

При снижении давления в реакционной зоне увеличивается селективность процесса, в следствие чего выход риформата и водорода увеличивается, при этом снижается выход легких углеводородов. Стоит заметить, что при понижении давления также увеличивается скорость коксования и дезактивации катализатора.

Еще одной регулируемой характеристикой является объемная скорость подачи сырья. Объемную скорость и температуру реакционной зоны обычно используют для определения октанового числа риформата. Так при увеличении объемной скорости подачи, будет увеличиваться температура, при которой мы будем получать продукт соответствующего качества.

Чтобы увеличить мощность установки риформинга, необходимо увеличить температуру реакционной зоны, либо уменьшить объемную скорость подачи сырья. Следует учитывать, что при скорости ниже 0,75 час⁻¹ имеется высокая вероятность неравномерного распределения реакционной смеси внутри слоя катализатора, что

в свою очередь ведет к повышению коксообразования [2].

Во время работы установки объем катализатора постоянен, поэтому объемная скорость может быть изменена путем изменения скорости потока сырья.

Процесс риформинга с технологической и химической точек зрения чрезвычайно сложен, так что в настоящее время решить такие задачи позволяют современные средства моделирования с использованием программных комплексов – HYSYS и UniSim Design. Программное обеспечение позволяет моделировать процессы как в стационарном, так и в динамическом режиме, среди них процесс дистилляции, сепара-

ции, риформинга, теплообмена и многие другие. Установлено, что полученные с помощью таких программ модели обеспечивают реалистичные результаты и справляются с различными ситуациями, такими как опорожнение или переполнение сосуда, а также обратный поток.

Моделирование процесса риформинга осуществляется в несколько последовательных этапов:

- Выбор исходных компонентов и уравнений для расчёта их свойств.
- Формирование технологической схемы и её расчёт.
- Вывод результатов.

Список литературы

1. Зайлалова В. Р. *Химия нефти и газа. Учебное пособие.* – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – 132 с.
2. Ахметов С. А. *Технология переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов.* – Уфа: Гилем, 2012. – 672 с.

ТОЧНОСТЬ ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЕТОНАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА

И. С. Михеев, Т. Ю. Железнова, О. А. Казакова
Научный руководитель – старший преподаватель кафедры ХиХТ О. А. Казакова

ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»
644050, Омск, пр. Мира, д. 11, о.а.kazakova@yandex.ru

Важнейшей эксплуатационной характеристикой товарного автомобильного бензина является детонационная стойкость, которая оценивается октановым числом (ОЧ). Стандартный метод определения ОЧ бензина заключается в проведении испытаний на одноцилиндровом четырехтактном двигателе внутреннего сгорания с переменной степенью сжатия (ГОСТ 8226-2016, ГОСТ 511-2015). Метод основан на сравнении интенсивности детонации испытуемого топлива с интенсивностью детонации первичной эталонной смеси изооктана с *n*-гептаном. Недостатками этого способа являются длительность и трудоемкость анализа, необходимость использования эталонных смесей [1]. Расчет значения октанового числа бензина является альтернативным путем. Установлены корреляции между ОЧ бензина с его фракционным составом, плотностью, давлением насыщенных паров [2, 3]. Созданы математические модели, позволяющие предсказать ОЧ бензина на основе данных о его компонентном составе и ОЧ компонентов с уче-

том неаддитивности при смешении [3, 4]. Однако выше описанные способы расчета являются либо очень неточными, либо требуют использования обширных баз данных. В связи с этим использование метода ИК-спектроскопии в сочетании с математической обработкой спектральных данных для экспрессной оценки детонационной стойкости бензинов представляет интерес.

Целью работы является оценка точности способа расчета октанового числа товарного автомобильного бензина с использованием инфракрасной (ИК) спектроскопии ближнего диапазона в сочетании с методом множественной линейной регрессии в варианте непрямого градуировки (МЛР-2).

В качестве объектов анализа в работе использовали автомобильные бензины, приобретенные на автозаправочных станциях г. Омска. Октановые числа образцов, определенные по исследовательскому методу (ИОЧ), составляли 92 и 95 пунктов. Зарегистрированы ИК-спектры бензинов в диапазоне 4000–400 см⁻¹ (ИК-Фу-