

# МОДИФИКАЦИЯ ЦЕОЛИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА СОЛЯМИ НИКЕЛЯ И ЦИНКА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СТАБИЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ КОНДЕНСАТОВ

А. В. Сапрыгина, А. А. Алтынов

Научный руководитель – ассистент ОХИ ТПУ И. А. Богданов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30  
avs303@tpu.ru*

В современном мире, на фоне новых экологических стандартов, на первый план выходит нефтепереработка с минимальными энергозатратами и выбросами в атмосферу. Цеолиты обладают высокой активностью, поэтому их применяют в качестве катализаторов, при этом путем модифицирования цеолитов можно менять их свойства для получения требуемых продуктов.

В данной работе описан процесс модификации цеолитных катализаторов солями никеля и цинка, используемых для переработки стабильных газовых конденсатов с целью получения компонентов автомобильных бензинов.

Для модификации в работе был использован цеолитный катализатор, который предварительно был измельчен до размера частиц 0,5–1,0 мм.

## 1. Модификация цеолитного катализатора солью никеля $Ni(NO_3)_2$

Используемое в работе соотношение цеолитного катализатора и раствора составило: на 100 г катализатора 170 мл раствора соли согласно [1], концентрация раствора соли 1 % мас. Для обработки раствором цеолит был поставлен на перемешивающее устройство на 5 ч., после чего отфильтрован, промыт горячей дистиллированной водой и оставлен на ночь. На следующий день цеолит был просушен в течении 2 ч. при температуре 80 °С, прокален при 350 °С в течение 4 ч.

Катализатор, обработанный солью никеля, наиболее активен в реакциях гидрирования непредельных, ароматических и карбонильных соединений. Никель, входящий в пропитку, обеспечивает повышение активности катализатора в реакциях депарафинизации.

## 2. Модификация цеолитного катализатора солью цинка $ZnF_2$

Используемое в работе соотношение цеолитного катализатора и раствора составило: 100 г катализатора на 500 мл раствора, согласно [2].

На первом этапе цеолит был обработан в течение 1 ч. водным раствором соли  $Zn(NO_3)_2$  с концентрацией 0,1 М при температуре 80 °С. На этом этапе проходит ионный обмен, в ходе которого в кристаллическую решетку цеолита встраивается катион  $Zn^{2+}$ . После ионного обмена цеолит был промыт и декантирован.

На втором этапе цинковая форма цеолита была пропитана раствором соли  $NH_4F$ , в концентрации 1,0 М, пропитка осуществлялась при температуре 80 °С в течение 1 ч. Ионы фтора способствуют удержанию ионов цинка, образуя на поверхности цеолита нерастворимое соединения  $ZnF_2$ .

На третьем этапе цеолитный катализатор был декантирован и промыт. Высушен при 120 °С в течение 6 ч., после чего прокален при температуре 600 °С в течение 6 ч.

Цеолитный катализатор, обработанный солью  $ZnF_2$ , не требует обработки водородом для процесса депарафинизации, что значительно снижает опасность и затраты производства. Устойчивость катализатора зависит в первую очередь от состояния внешней поверхности, кристаллов цеолита, наличие на поверхности нерастворимого соединения снижает скорость коксообразования.

Таким образом, в работе была произведена модификация цеолитного катализатора солями  $Ni(NO_3)_2$  и  $ZnF_2$  для переработки стабильных газовых конденсатов с целью получения компонентов автомобильных бензинов.

## Список литературы

1. Дорошенко А.А., Утемов А.В., Семикин К.В. Цеолитосодержащие катализаторы, модифицированные Ni, для алкилирования изоб-

утана олефинами // Санкт-Петербургский государственный технологический институт. – 28 с.

2. Пат. 2017107255 РФ МПК В01J 29/40 С10G 11/05. Цеолитный катализатор и способ безводородной депарафинизации углеводородного сырья с его использованием / Пономарев А.Б.; Владелец патента: Федеральное

государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук (ИНЭОС РАН); заявл. 2017.03.06; опубл. 2018.03.22.

## РАСЧЕТ СВОЙСТВ НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ГИДРОКРЕКИНГА

Д. Ю. Сладков, М. С. Григораш  
 Научный руководитель – к.т.н, доцент В. А. Чузлов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 sdu76@tpu.ru

В моделировании большинства нефтегазохимических процессов немаловажная роль отводится воспроизведению физико-химических свойств сырьевых и продуктовых флюидов. Молекулярная масса, плотность, температура кипения являются основными параметрами для всех последующих расчетов свойств смесей с достоверно неизвестным покомпонентным составом, что в свою очередь влияет на термодинамику фазового равновесия, кинетику реакционных процессов и другие области моделирования. В научном сообществе нет единого мнения какая из известных методик расчета или корреляций наилучшим образом подходит для описания тех или иных флюидов [1].

В данной работе рассматривается применимость различных методик расчета молекулярной массы, плотности, вязкости на основании лабораторных измерений физико-химических свойств сырьевых и продуктовых потоков установки гидрокрекинга.

В качестве исходных данных для расчета выступали результаты лабораторных измерений фракционного состава, плотности, вязкости, средней молекулярной массы 19 проб 6 различных потоков установки гидрокрекинга: тяжелый вакуумный газойль (300–550, 310–530 °С), лег-

кая (нк-85 °С) и тяжелая нефтя (85–155 °С), дизельная фракция (200–360 °С).

По результатам расчета средней молекулярной массы рассматриваемой выборки проб, все методы показали схожую среднюю относительную погрешность в 12–13 %, однако стоит отметить, что корреляция Goosen дала наиболее близкий результат к лабораторным измерениям сырьевых проб.

Расчёты значений плотности по методу Katz-Firoozobadi показали отклонение плотности не более 7,4 % относительно лабораторных данных, среднее отклонение составило 3,1 и 3,2 % для исходной и модифицированной корреляции соответственно.

Расчеты вязкости осуществлялись по методу API-TBP, однако он не позволяет определить значение вязкости для любой температуры, для этого полученные значения вязкости пересчитываются по методу TWU. Сравнение рассчитанных значений вязкости показало, что эти методы более применимы к тяжелым фракциям чем к легким, однако отклонение существенно в обоих случаях: среднее отклонение для сырьевых потоков – 14,7 %, для продуктовых – 24,2 %.

В результате проведенного исследования выявлено, что известные методы расчета моле-

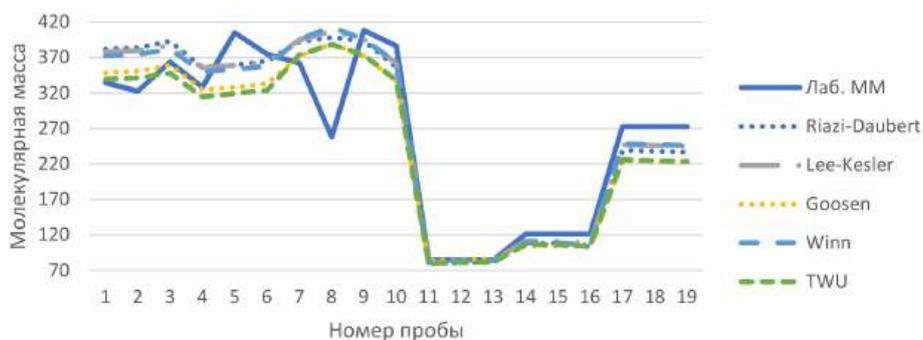


Рис. 1. Сравнение корреляций расчета молекулярных масс