



Рис. 1. Формализованная схема превращений веществ в процессе гидрокрекинга

В процессе гидрокрекинга протекают следующие типы реакции: деметаллизация, гидрогенолиз соединений серы и азота; гидрирование ароматических углеводородов; крекинг парафинов, изопарафинов, нафтенов и деалкилирование ароматических углеводородов, а также изомеризация различных соединений. Также имеют место побочные реакции поликонденсации ароматических соединений с последующим образованием полициклических соединений и кокса, которые блокируют активные центры катализатора, а также образует трудноудаляемые отложения в оборудовании.

Таким образом, рассмотрена технология двухлинейного двухступенчатого гидрокрекинга вакуумного газойля. Проведено исследование группового состава вакуумного газойля и кубовых продуктов колонны фракционирования и отпарной колонны гидрокрекинга. Групповой состав показал, что конверсия ароматических соединений может достигать 90 %. Определены основные физико-химические свойства сырьевых и продуктовых потоков. На основе полученных результатов лабораторных испытаний составлена формализованная схема превращений, которая учитывает основные реакции гидрокрекинга с участием нафтяных и ароматических углеводородов, а также побочную реакцию коксообразования. Полученные данные будут использованы для разработки математической модели процесса гидрокрекинга.

Литература

1. Анчита Х., Спейт Д. Переработка тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Гидрогенизационные процессы – СПб.: ЦОП «Профессия», 2012. – 384 с.

ПОРИСТЫЙ СТЕКЛОКОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ МАРШАЛИТА ПО ОДНОСТАДИЙНОЙ ЩЕЛОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ С Пониженным содержанием щелочи

Скирдин К.В., Попова А.Е., Буравлева Д.И.

Научный руководитель профессор О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целям снижения энергозатрат служит использование эффективных теплоизоляционных материалов, позволяющих снизить энергопотребление на 30–40 % [3]. Эффективными и долговечными теплоизоляционными материалами являются пористые стеклокомпозиаты типа пеностекла, обладающие рядом специфических свойств: пожаро- и взрывобезопасность, нетоксичность, экологичность. Традиционным сырьевым источником стеклокомпозиатов типа пеностекла является вторичный бой стекла, к которому предъявляется ряд жестких требований по химическому составу. В связи с чем в последние десятилетия наметился тренд на использование природного кремнеземистого сырья и отходов производств. Кроме того, взамен традиционной двухстадийной технологии синтеза развивается менее энергоемкая одностадийная щелочная технология. Традиционная технология включала в себя предварительную варку стеклогранулята с последующим измельчением в порошок, используемый в шихте с газообразователем, которую подвергали вспениванию при температурах 900–950 °С. Одностадийная щелочная технология позволяет снизить температуру синтеза за счет высокой химической активности едкого натрия, провести вспенивание без добавления дорогостоящего газообразователя поскольку вспенивание происходит за счет выделения паров воды. В научной периодике описаны составы преимущественно на основе аморфного кремнеземистого сырья, поскольку аморфное строение кремнезема позволяет более экспрессно провести реакции силикатообразования в композициях [1–2]. Технологий получения пористых стеклокомпозиатов на основе кристаллического кремнеземистого сырья, в частности маршалита не описано. В работе использован маршалит Елбашинского месторождения - природное высококремнеземистое сырье (95,7 масс. % SiO₂) с дисперсностью 75 % частиц менее 30 мкм. Использование дисперсного от природы кремнеземистого сырья позволяет снизить энергозатраты, связанные

с диспергированием. Кристаллическая структура кремнезема маршалита теоретически позволит повысить прочность материала. Поскольку кристаллический кремнезем менее реакционноспособен, чем аморфный, что может замедлять процессы силикатообразования, необходима частичная замена маршалита на аморфный микрокремнезем. В работе использован микрокремнезем, отход производства Братского завода ферросплавов дисперсностью частиц (75 %) менее 0,4 мкм. В таблице 1 представлен оксидный состав сырьевых материалов.

Таблица 1

Оксидный состав кремнеземистых сырьевых материалов

Сырье	Содержание оксидов, масс. %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Δ п.п
Маршалит	95,7	2,1	0,3	1,0	0,4	0,5
Микрокремнезем	91,7	1,2	0,9	0,5	0,9	4,4

В работе исследованы составы с пониженным содержанием щелочного компонента с соотношением SiO₂/Na₂O = 4,3; 5,7; 7,3. Технология синтеза пористого стеклокомпозита включает предварительное растворение едкого натрия в горячей воде (98 °С), далее в раствор вводятся предварительно смешанные навески маршалита и микрокремнезема и тщательно перемешиваются до однородной массы. Далее композиция помещается в металлические формы в печь на 850 °С и вспенивается в течении 30 минут. В результате экспериментов установлено, оптимальное соотношение SiO₂/Na₂O = 5,7, при котором формируется выраженная пористая структура. В таблице 2 представлены характеристики стеклокомпозита с SiO₂/Na₂O = 5,7.

Таблица 2

Свойства синтезированного стеклокомпозита с соотношением SiO₂/Na₂O = 5,7

Прочность, МПа	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %
6,5±0,25	590±20	7

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FEMN-2022-0001).

Литература

1. Бубенков О. А. и др. Синтез мелкогранулированного пеностеклянного материала из природного аморфного оксида кремния с наноразмерной пористостью // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2010. – Т. 2. – №. 4. – С. 14-21.
2. Yu M. A. et al. influence of silica fume on the production process and properties of porous glass composite // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2023. – Т. 66. – №. 1. – С. 84-92.
3. Фадеев, А. В. Стандарты XXI века в области тепловой изоляции // Энергобезопасности и энергосбережение. – 2010. – Т.32. – № 2. – С. 16–17.

РАЗРАБОТКА РАСШИРЕННОЙ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ СХЕМЫ РЕАКЦИЙ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Тажмуликов Д.Б.¹, Пчелинцева И.В.²

Научные руководители: к.т.н., доцент Е.С. Чернякова, д.т.н., профессор Ивашкина Е.Н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²ООО «Исследовательский центр ГазИнформПласт», г. Томск, Россия

Каталитический риформинг является одним из базовых процессов современной нефтепереработки в России и за рубежом уже более 60 лет. Основная цель процесса – улучшение октановых характеристик компонента автомобильных топлив. Каталитический риформинг не столько влияет на глубину переработки нефти, сколько является определяющим качеством автобензинов [1, 2]. Также в ходе процесса получают ценные продукты – сырье для других нефтехимических и химических процессов.

В качестве сырья каталитического риформинга используется прямогонная бензиновая фракция нефти с температурами кипения 85 – 180 или 105 – 180 °С. Реже могут применяться и бензины вторичного происхождения. Целевыми реакциями являются дегидрирование и дегидроциклизация циклоалканов до аренов, которые обладают высоким октановым числом. Помимо основных реакций, параллельно протекают побочные – гидрокрекинг алканов, а также реакции конденсации в ходе которых образуются нежелательные продукты (например, кокс, легкие углеводородные газы), выход которых должен быть минимизирован.

Прогресс в каталитическом риформинге за время его существования достиг определенного уровня: увеличение выхода целевого продукта более чем в 1,5 раза, разработка катализаторов и нового типа реакторных устройств, совершенствование технологического оформления процесса, что выразилось, в частности, в снижении рабочего давления более чем в 10 раз [1].