

вторичной мезопористости внутри каркаса цеолита (цеолиты с иерархической пористой структурой).

Цель данной работы – разработка эффективного гетерогенно-каталитического способа олигомеризации пентенов под действием каталитических систем на основе цеолитов.

В работе использовали пент-1-ен (Acros). В качестве катализаторов исследовали образцы цеолита H-Beta с микро- (H-Beta с мольным соотношением $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=40$) и микро-мезопористой структурой (H-Beta_{meso}). Образец H-Beta_{meso} получен с помощью высокотемпературной обработки цеолита H-Beta 100 %-ым водяным паром (ТПО) и раствором лимонной кислоты.

Олигомеризацию пентена осуществляли в терморегулируемом автоклаве с перемешиванием при 150–200 °С. Количество цеолитного катализатора в расчете на пентен составляло 10–30 % мас.

В изученных условиях пент-1-ен легко изомеризуется в *цис*- и *транс*-пент-2-ены, которые, в свою очередь, превращаются в олигомеры. Олигомеры представлены, в основном, ди- ($\text{C}_{10}\text{H}_{20}$), три- ($\text{C}_{15}\text{H}_{30}$) и тетрамерами ($\text{C}_{20}\text{H}_{40}$) пентенов. При температуре ≥ 150 °С наблюдали деструкцию как олигомеров, так и исходных пентенов, с образованием «легких» углеводородов C_{1-4} . Последние далее олигомеризуются с образованием

соединений C_{6-9} , C_{11-14} . Образцы микропористого (H-Beta) и микро-мезопористого (H-Beta_{meso}) цеолитов проявляют высокую активность в олигомеризации пент-1-ена (конверсия пентена 80–100 %). При этом в составе олигомеров, полученных на цеолите H-Beta, 37–60 % приходится на долю тримеров и тетрамеров, 31–63 % – на долю димеров. Образец H-Beta_{meso}, прошедший ТПО и обработку лимонной кислотой, уступает по селективности образования тримеров и тетрамеров – 24–47 %, содержание димеров при этом – 31–76 %. Полученные результаты обусловлены, по-видимому, более низкой концентрацией кислотных центров в цеолите H-Beta_{meso} по сравнению с цеолитом H-Beta.

В ходе изучения стабильности цеолитных катализаторов Beta с различной пористостью в олигомеризации пентена было выявлено, что микропористый образец терял активность уже после 2-ого цикла, в то время как цеолит с микро-мезопористой структурой сохранял активность 4 цикла.

Результаты получены при финансовой поддержке РФ в лице Минобрнауки России Грантом ФЦП №2019-05-595-000-058 с использованием оборудования ЦКП «Агидель» УФИЦ РАН и Совета по грантам Президента РФ для молодых ученых и аспирантов (проект №СП-2137.2018.1).

Список литературы

1. W. Vermeiren, J.P. Gilson // *Top. Catal.*, 2009.– V.52.– P.1131–1161.

ИЗОЛЯЦИЯ ВЫСОКОПРОНИЦАЕМЫХ КАНАЛОВ ФИЛЬТРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СШИТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ

А.А. Серебрянников

Научный руководитель – д.т.н., профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, serebriannikov.alexandr@yandex.ru

В настоящее время большинство нефтегазовых месторождений находятся на третьей и четвертой стадиях разработки и характеризуются высокой обводненностью и снижением количества действующих скважин. Причиной обводнения добывающих скважин может быть, как непосредственно процесс выработки запасов, так и различные негативные факторы вроде образования внутри- и заколонных перетоков, конусов

заводнения, прорывов фронта воды по высокопроницаемым каналам фильтрации или трещинам авто-ГРП от нагнетательных скважин [1].

Одним из методов предотвращения преждевременного обводнения добывающих скважин является применение модифицированных сшитых полимерных систем (МСПС). Принцип действия МСПС заключается в выравнивании фронта воды от нагнетательных скважин в ре-

зультате кольматации порового пространства коллектора во время обработки скважин при возникновении химических реакций [2]. Образующиеся в процессе обработки осадки и гели способствуют перераспределению потоков нагнетаемого флюида внутри пласта и формированию новых фильтрационных каналов, что позволяет увеличить коэффициент охвата пласта.

Технология МСПС нашла применение на многих месторождениях Западной Сибири. Например, в период с 2018 по 2019 гг. на нефтяном месторождении Томской области на эксплуатационном объекте Ю₁²⁺³ проведена 51 операция по закачке МСПС, получен эффект снижения обводненности и повышения дебитов нефти на добывающих скважинах. В качестве основы для создания МСПС используется Праестол марки 2540 – высокомолекулярное вспомогательное средство флокуляции анионного типа, которое является сополимером акриламида с возрастающими долями акрилата. В качестве сшивателя используется ацетат хрома низкой концентрации.

Подбор реагентов для приготовления МСПС осуществлялся на основании лабораторных исследований. Фильтрационные эксперименты включали в себя создание модели реального пласта из образцов керна исследуемого месторождения, определения градиента давления и коэффициента вытеснения нефти водой при пластовых условиях, воздействие на созданную мо-

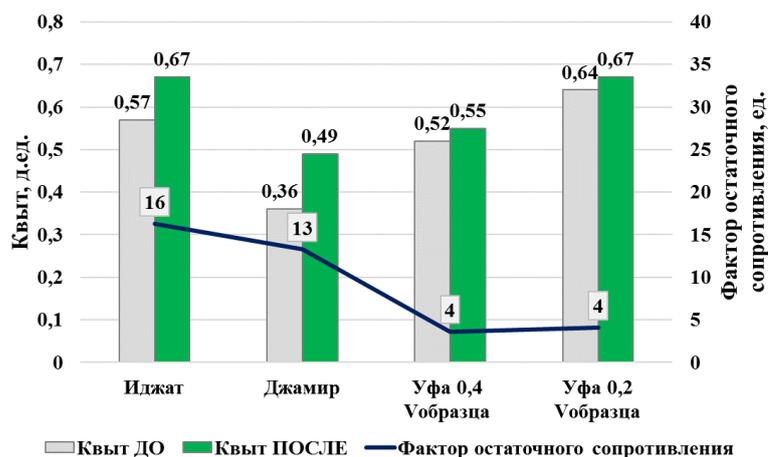


Рис. 1. Результаты испытаний МСПС различных составов на фильтрационной модели

дель композиционным составом и определение в результате воздействия сшитого полимерного состава изменившихся градиентов давления, коэффициента вытеснения и фактора остаточного сопротивления. На рисунке 1 приведены результаты испытаний МСПС различных составов на фильтрационной модели.

В результате работы было определено, что максимальную величину фактора остаточного сопротивления при испытании на фильтрационной модели обеспечивают технологии МСПС на основе Праестол 2540 (Иджат) и Праестол 2530 (Джамир) с глинопорошком и добавлением кварцевого песка, коэффициент вытеснения при этом увеличивается, соответственно, на 17% и 36%. Меньшую эффективность показали технологии МСПС от научно-исследовательского института г. Уфа на основе ПАА FP-107 с добавлением хромового сшивателя и глинопорошка.

Список литературы

1. Емельянов Э.В., Земцов Ю.В., Дубровин А.В. // *Нефтепромысловое дело*, 2019.– №11.– С.76–82.
2. Ишков А.А., Мазитов Р.Ф., Хорюшин В.Ю. // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*, 2020.– №1.– С.59–66.