

Предложенный метод поможет повысить энергоэффективность применяемых технологий. Результаты исследования, поддержанного грантом Российского научного фонда (РНФ), опубликованы в журнале *Industrial & Engineering Chemistry Research*.

Несмотря на стремление перейти от использования ископаемого топлива к альтернативным источникам энергии, традиционные нефть и газ на сегодняшний день составляют около 80 процентов объема энергопотребления и служат ценным нефтехимическим сырьем. Однако, по прогнозам, запасы обычной, повсеместно используемой нефти иссякнут примерно через 50 лет, поэтому нефтедобывающие компании начинают использовать менее доступную тяжелую нефть — сырье с высокой вязкостью, плотностью и массой, из-за которых ее очень сложно извлечь из недр. Из-за трудностей, связанных с добычей, производство нефтепродуктов на основе тяжелой нефти очень дорогое. Более того, сырье приходится дополнительно очищать от высокомолекулярных примесей — смол, асфальтенов и других, которые в большом количестве содержатся в тяжелой нефти.

Чаще всего для извлечения такой нефти в пласт закачивают перегретый пар. При этом в результате перехода пара в состояние воды пласт разогревается и нефть становится более подвижной. Такой метод нефтедобычи энергозатратен, и, чтобы сделать его эффективнее, можно вместе с паром вводить в пласт катализаторы. Эти соединения обеспечивают разрушение самых «тяжелых» компонентов нефти — смол и асфальтенов. Это и обеспечивает повышение нефтеотдачи пласта, а добытая нефть легче поддается транспортировке и переработке.

Ученые из Казанского (Приволжского) федерального университета (Казань) для снижения вязкости тяжелой нефти предложили использовать соли уксусной кислоты с переходными металлами (ацетаты) в качестве дополнения к паровой обработке. Эти соединения служат предшественниками катализатора — из них в пласте образуются частицы сульфидов соответствующих переходных металлов. Они выступают активной формой катализатора, воздействующего на химические связи между углеродом и серой в смолах и асфальтенах.

Сначала авторы смоделировали стандартную паровую обработку образцов тяжелой нефти в лабораторном реакторе — автоклаве. Оказалось, что такой подход снизил вязкость нефти на 39 процентов. Затем исследователи добавили в автоклав ацетаты различных металлов — свинца, магния, натрия, цинка, меди и никеля — и сравнили свойства нефти, прошедшей такую комбинированную (пар вместе с катализатором) обработку с результатами предыдущего эксперимента, где использовался только пар. Ацетаты меди и никеля, совмещенные с действием пара, снизили вязкость исходной

нефти на 58 процентов, что на 19 процентов превышает показатели очистки одним лишь паром. Такого эффекта удалось достичь благодаря тому, что катализатор ускорил разрыв химических связей в длинных молекулах смол и асфальтенов.

Авторы доказали, что количество тяжелых высокомолекулярных фракций в нефти действительно снизилось, проанализировав химический состав нефти до и после термokatалитического воздействия. Оказалось, что под действием пара доля тяжелых соединений уменьшилась с 38 процентов до 36, тогда как при добавлении ацетата никеля — с 38 процентов до 24. Содержание легких углеводородов и ароматических соединений в этом случае возросло на 24 процента (с 62 до 76). Суммарно эти эффекты и позволили добиться снижения вязкости на 58 процентов.

«Мы впервые продемонстрировали, что ацетаты металлов можно использовать для паротепловых технологий добычи тяжелой нефти. Эти недорогие и безопасные соединения помогут повысить энергоэффективность существующей технологии. В дальнейшем мы планируем провести испытания в условиях реального нефтеносного пласта, чтобы доказать возможность использования предложенного подхода на практике», — рассказывает руководитель проекта, поддержанного грантом РНФ, Фирдавс Алиев, кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Внутрипластовое горение» Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.