

Изучение процесса гелеобразования потокоотклоняющих композиций на основе полиоксихлорида алюминия для повышения нефтеотдачи пластов

Study of Gelling Process of Aluminum-Polychloride-Based Diverter Compositions Designed for Enhanced Oil Recovery

Л.А. Магадова, М.Б. Балтаева, К.А. Потешкина, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, НОЦ «Промысловая химия»

L. Magadova, M. Baltaeva, K. Poteshkina

Большинство месторождений нефти России эксплуатируются методом заводнения, что обеспечивает поддержание пластового давления и высокий темп извлечения нефти. Однако при таком способе добычи неуклонно растет обводненность скважинной продукции и неравномерная выработка запасов в неоднородных, сложно построенных коллекторах. Повышение нефтеотдачи неоднородных залежей за счет вовлечения в разработку низкопроницаемых пластов является особенно важным в связи с тем, что наиболее крупные месторождения в России вступают в позднюю стадию эксплуатации, а доля трудноизвлекаемых запасов нефти неуклонно возрастает [1]. Для повышения нефтеотдачи в неоднородных низкопроницаемых пластах одними из перспективных методов являются потокоотклоняющие технологии, в которых используются неорганические гелеобразующие композиции.

Ранее в научно-образовательном центре (НОЦ) «Промысловая химия» были разработаны композиции для повышения нефтеотдачи пластов на основе полиоксихлорида алюминия, карбамида и ацетата натрия [2]. Данные композиции представляют собой низковязкие истинные растворы, характеризующиеся длительным индукционным периодом гелеобразования, однако их эффективность зависит от внешних условий (температура, pH), что вызывает необходимость подробного исследования процесса гелеобразования.

Целью данной работы явилось изучение закономерностей протекания процессов гелеобразования в разработанных системах: полиоксихлорид алюминия – карбамид – ацетат натрия.

Как известно из литературных источников, механизм гелеобразования систем на основе соли алюминия и карбамида основан на процессе гидролиза



карбамида, в ходе которого происходит постепенное повышение pH раствора. При этом образующиеся продукты гидролиза взаимодействуют с солью алюминия, в результате чего через определенное время происходит гидролитическая поликонденсация гидроксокомплексов алюминия и во всем объеме раствора мгновенно образуется гель [1].

Системы, разработанные в НОЦ «Промысловая химия», в отличие от известных композиций, являются трехкомпонентными, вследствие чего процесс гелеобразования имеет более сложный механизм. Для изучения механизма было исследовано изменение pH двухкомпонентных и трехкомпонентных систем во времени (рис. 1). На основании полученных данных было предположено протекание нескольких конкурирующих реакций в трехкомпонентной системе, приводящих в конечном итоге к образованию гидроксида алюминия.

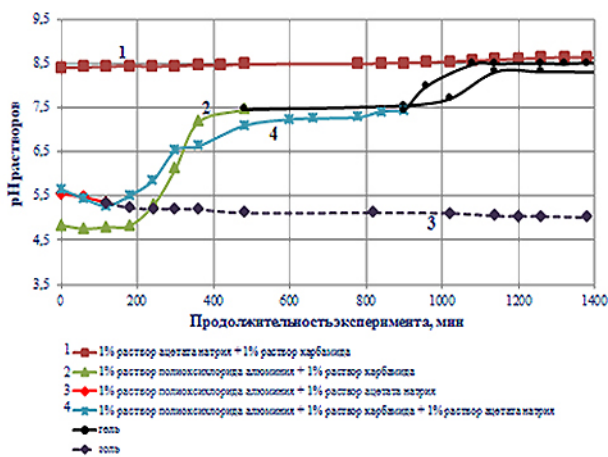


Рисунок 1 – Зависимость pH двухкомпонентных и трехкомпонентной систем от времени при 90 °С

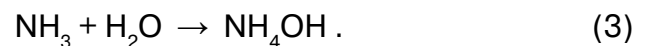
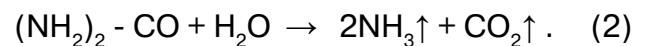
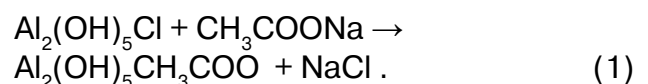
Для подтверждения предполагаемого механизма гелеобразования разработанных композиций было проведено исследование состава гелей с помощью метода ИК-спектроскопии в разные мо-

менты времени, которые были выбраны исходя из изменения pH на рис. 1.

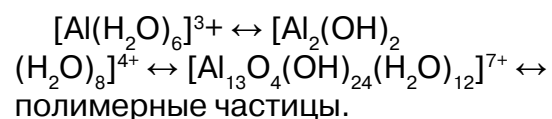
На рисунке 2 представлены ИК-спектры гелей, образовавшихся через 900 и 1080 минут гелеобразования трехкомпонентной системы. На данных спектрах наблюдаются пики, характерные для основного ацетата алюминия, хлорида аммония и гидроксида алюминия (табл. 1).

Основываясь на полученных результатах, был сделан вывод о протекании следующих основных стадий процесса гелеобразования разработанных композиций на основе полиоксихлорида алюминия.

На первой стадии происходит образование основного ацетата алюминия (1), параллельно с которым протекает процесс гидролиза карбамида (2, 3), который препятствует образованию вязкого коллоидного раствора, поскольку выделяющийся гидроксид аммония взаимодействует с основным ацетатом алюминия, что приводит к замещению ацетатной группы на гидроксильную и образованию гидратированных форм иона алюминия.



На последнем этапе протекает медленная полимеризация образовавшихся гидроксокомплексов и образование пространственной сетки геля гидроксида алюминия:



Таким образом, проведенные исследования показали, что образование геля гидроксида алюминия в разработанных



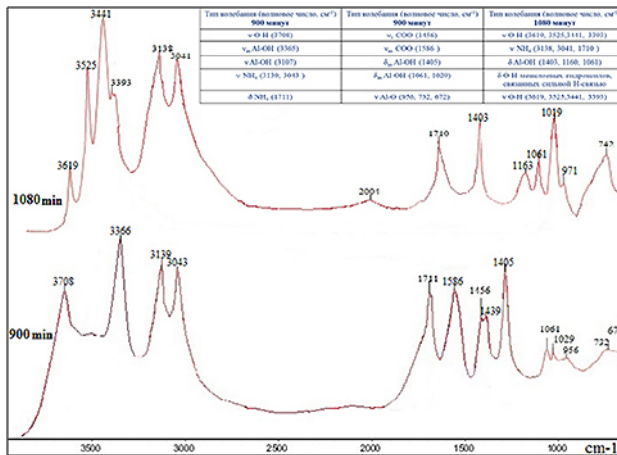


Рисунок 2 – ИК-спектр гелей, образовавшихся через 900 и 1080 минут гелеобразования трехкомпонентной системы: полиоксихлорид алюминия – карбамид – ацетат натрия

композициях имеет сложный механизм и протекает через несколько промежуточных стадий, благодаря чему время гелеобразования и вязкостные характеристики композиций имеют высокие значения. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунина Л.К. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ. – 2006. – С. 166.
2. Состав многофункционального реагента для физико-химических методов увеличения нефтеотдачи (МУН)//Патент на изобретение РФ 2529975.