

УДК 622.276.64

Влияние молекулярной массы и заряда полиакриламида на динамическую вязкость при пластовых температурах

Effect of Molecular Weight and Charge Polyacrylamide on the Dynamic Viscosity at Reservoir Temperature

Я.В. Идогова, аспирант, Э.Ф. Дашкина, аспирант, Уфимский государственный нефтяной технический университет; А.В. Ващенко, магистрант, К.Ю. Прочухан, к. х. н., доцент, Ю.А. Прочухан, д. х. н., профессор, Башкирский государственный университет

Ya. Idogova, E. Dashkina, A. Vashchenko, K. Prochukhan, Yu. Prochukhan

АННОТАЦИЯ

Показано, что и молекулярная масса, и величина заряда полиакриламида являются важными характеристиками и влияют на динамическую вязкость выбранного реагента. При смене температуры динамическая вязкость геля на основе полиакриламида также меняется.

Ключевые слова: величина заряда полимера; методы увеличения нефтеотдачи; молекулярная масса полимера; нефтедобывающая промышленность; полиакриламид; флокулянт.

ABSTRACT

It is shown that the molecular weight and charge quantity characteristics of polyacrylamide are important and affect the dynamic viscosity of the selected reagent. When you change the temperature dynamic viscosity of polyacrylamide gel also changing.

Keywords: enhanced oil recovery methods; flocculant; molecular weight of the polymer; polyacrylamide; the charge quantity of the polymer; the oil industry.

Методы увеличения нефтеотдачи (МУН) пласта используются с целью увеличения извлечения нефти на разрабатываемых месторождениях. Как правило, после первого и второго этапов добычи в пласте остается 60–70% разведанной нефти. Применение методов повышения нефтеотдачи пластов позволяет извле-

кать большую часть оставшейся нефти. Преимуществами данных методов являются использование существующей инфраструктуры, а также увеличение инвестиций и создание рабочих мест для местной экономики. Кроме того, они позволяют рационально подходить к уже разведанным и разрабатываемым место-

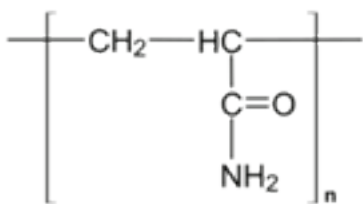


рождениям и минимизировать воздействие на окружающую среду [1].

Существуют разные методы увеличения нефтеотдачи пластов, основанные на закачке пара, газа или воды в пласт. Эффективность данных методов можно повысить за счет применения определенных добавок [1].

Одной из групп методов увеличения нефтеотдачи являются так называемые третичные, к которым относятся физико-химические (заводнение с применением поверхностно-активных веществ, полимерное заводнение, мицеллярное заводнение и т.п.).

Данный подход и выбор того или иного способа воздействия на пласт особенно актуален, когда наблюдается резкий рост обводненности добывающих скважин, но при этом остаточная нефтенасыщенность пласта очень велика. Одним из способов решения задачи снижения обводненности и повышения производительности добывающих скважин может явиться подбор полимера для заводнения скважины с оптимальной вязкостью состава для выравнивания профиля приемистости. Спектр используемых полимеров достаточно высок, в частности, может применяться полиакриламид (ПАА) (1) [2].



(1) Полиакриламид

Основное применение полиакриламид находит в качестве недорогого водорастворимого полимера со свойствами полиэлектролита. Данный полимер хорошо известен и достаточно широко применяется в нефтедобывающей промышленности. Однако существует много разновидностей ПАА, которые различаются своими свойствами и, как следствие, эф-

фективностью в тех или иных процессах. Отличие разных марок данного полимера проявляется в молекулярной массе, величине заряда и пр. [3].

Целью данной работы явилось изучение влияния молекулярной массы и величины анионного заряда полиакриламида на динамическую вязкость образцов при пластовой температуре. Испытания проводились на реометре HAAKE MARS III.

Экспериментальная часть

Флокулянты на основе полиакриламида применяются в виде сильно разбавленных водных растворов. Сначала готовится концентрированный раствор (0,5–1%). Затем этот раствор разбавлялся до необходимой для применения, так называемой рабочей, концентрации (0,01–0,1%).

При приготовлении раствора из порошкообразных флокулянтов важно, чтобы каждая частица смачивалась водой для избежания слипания, что приводит к длительному и неполному растворению.

Для приготовления 0,5%-го раствора в мерный стакан заливалось 497,5 мл воды и сильно размешивалось с помощью магнитной мешалки так, чтобы образовалась легкая V-образная воронка (600–800 об/мин).

На специальных весах взвешивалось 2,5 г порошка. Это количество необходимо было высыпать так, чтобы каждая частица отдельно от других находилась в воде и втягивалась в воронку [4].

Непосредственно после дозирования порошка скорость вращения мешалки снижалось таким образом, чтобы частицы порошка оставались в движении (400–600 об/мин). При этом следовало избегать неравномерного (турбулентного) движения жидкости.

В течение 1–3 минут перемешивания вязкость раствора начинала возрастать.



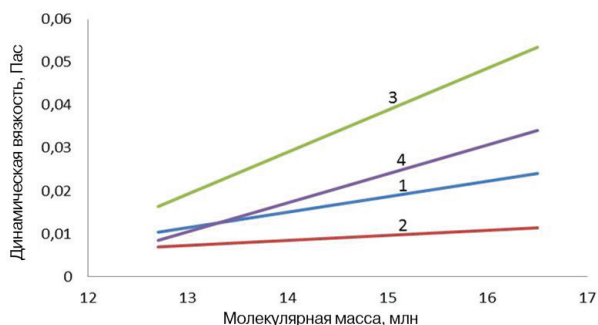


Рисунок 1 – Влияние молекулярной массы полиакриламида на динамическую вязкость

1 – концентрация ПАА 0,05% масс. при 30 °С;
2 – концентрация ПАА 0,05% масс. при 90 °С;
3 – концентрация ПАА 0,09% масс. при 30 °С;
4 – концентрация ПАА 0,09% масс. при 90 °С

Приблизительно после 60 минут перемешивания раствор представлял собой однородную вязкую жидкость. Определенное количество раствора разбавлялось до рабочей концентрации для непосредственного применения. Подобным образом приготовленный на дистиллированной воде концентрированный раствор флокулянта остается годным к применению в течение 4-х недель при хранении в закрытой емкости.

Концентрированные растворы флокулянтов разбавляются водой до нужной концентрации. Они не требуют длительного времени перемешивания [4].

В качестве объектов исследования были применены три образца анионного геля полиакриламида, которые отличались как молекулярной массой (ММ), так и величиной заряда (ВЗ):

- образец № 1 – молекулярная масса 16,5 млн, величина заряда 25%;
- образец № 2 – молекулярная масса 12,7 млн, величина заряда 23,2%;
- образец № 3 – молекулярная масса 12,3 млн, величина заряда 44,7%.

На реометре HAAKE MARS III были проверены вязкостные характеристики образцов анионного полиакриламида.

Обсуждение результатов

На рисунке 1 представлены результа-

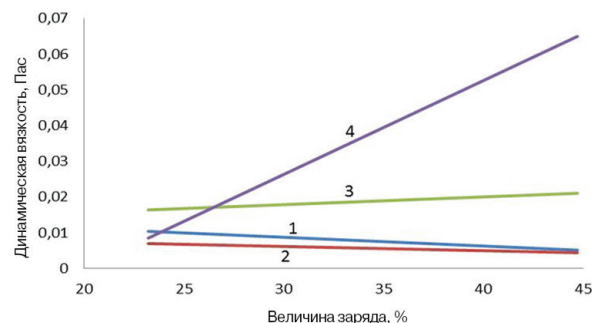


Рисунок 2 – Влияние величины заряда полиакриламида на динамическую вязкость

1 – концентрация ПАА 0,05% масс. при 30 °С;
2 – концентрация ПАА 0,05% масс. при 90 °С;
3 – концентрация ПАА 0,09% масс. при 30 °С;
4 – концентрация ПАА 0,09% масс. при 90 °С

ты измерений динамической вязкости полиакриламида с молекулярной массой 12,7 млн и 16,5 млн при пластовой температуре 30 °С и 90 °С. Исследования проводились при концентрации ПАА 0,05% масс. и 0,09% масс.

Из данного графика видно, что вне зависимости от концентрации полиакриламида и температуры пласта с ростом молекулярной массы полимера акриламида динамическая вязкость увеличивается. С ростом температуры наблюдается значительное уменьшение динамической вязкости образцов.

На рисунке 2 представлен график зависимости динамической вязкости полимера акриламида от величины его анионного заряда. На данном графике рассматривается полиакриламид с величиной заряда 23,2% и 44,7% при пластовой температуре 30 °С и 90 °С. Исследования проводились при концентрации ПАА 0,05% мсс. и 0,09% масс.

Из данного графика видно, что при низкой концентрации полиакриламида (0,05% масс.) с ростом величины заряда полимера динамическая вязкость незначительно уменьшается. При повышении концентрации до 0,09% масс. наблюдается прямо пропорциональная зависимость – с ростом величины заряда полиакриламида увеличивается и его динамическая вязкость.



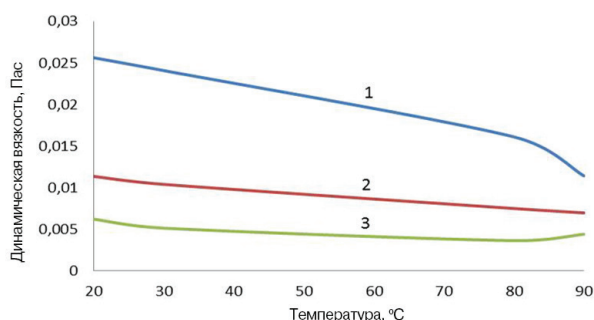


Рисунок 3 – Влияние температуры пласта на динамическую вязкость образцов

- 1 – ПАА с ММ 16,5 млн и ВЗ 25%;
2 – ПАА с ММ 12,7 млн и ВЗ 23,2%;
3 – ПАА с ММ 12,3 млн и ВЗ 44,7%

На рисунке 3 представлен график зависимости динамической вязкости образцов от температуры пласта. Используемая концентрация полимера – 0,05% масс.

Из данного графика видно, что динамическая вязкость образца полимера акриламида, отличающегося высокой молекулярной массой (16,5 млн), значительно выше, чем образцов с меньшей молекулярной массой. С ростом температуры наблюдается уменьшение динамической вязкости реагентов. Также прослеживается динамика увеличения динамической вязкости с ростом молекулярной массы полиакриламида при рассматриваемой концентрации полимера 0,05% масс.

На рисунке 4 представлен график зависимости динамической вязкости образцов от температуры пласта. Используемая концентрация полимера – 0,09% масс.

Как видно из графика, при температуре пласта выше 70 °C у образца полиакриламида с высокой величиной заряда (44,7%) наблюдается резкое возрастание динамической вязкости.

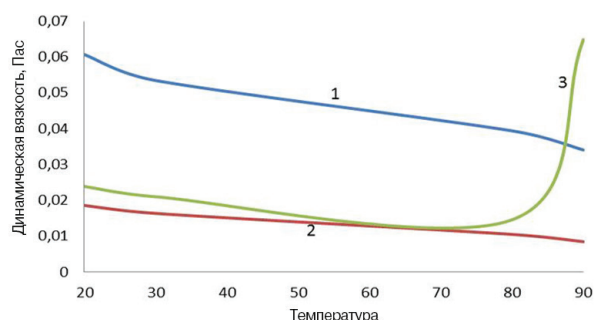


Рисунок 4 – Влияние температуры пласта на динамическую вязкость образцов

- 1 – ПАА с ММ 16,5 млн и ВЗ 25%;
2 – ПАА с ММ 12,7 млн и ВЗ 23,2%;
3 – ПАА с ММ 12, млн и ВЗ 44,7%

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что при температуре 30 °C в диапазоне изученных концентраций не только увеличение молекулярной массы образца приводит к росту динамической вязкости рабочих растворов полимера, но и величина заряда. Образец № 3, с большей величиной заряда, показал более высокие значения динамической вязкости, чем образец № 2.

При повышении температуры динамическая вязкость ПАА кардинально меняется. В условиях пластовых температур (90 °C) наибольшей вязкостью обладает образец № 3 при концентрации раствора 0,09% масс.

Таким образом, величина заряда полиакриламида также является важной характеристикой и влияет на вязкость полимера при высоких температурах: с увеличением величины заряда анионного геля на основе полиакриламида увеличивается и его динамическая вязкость. Образец № 1, с большей молекулярной массой, обладал более высокой динамической вязкостью, чем образец № 2. ■

- ЛИТЕРАТУРА 1. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи. – М.: Недра, 1985. – 308 с.
2. Мурзакаев Ф.Г., Максимов Г.Г. Химизация нефтедобывающей промышленности и охрана окружающей среды. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1989. – 154 с.
3. Савицкая М.Н., Холодова Ю.Д. Полиакриламид. – К.: Техника, 1969. – 188 с.
4. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 304 с.