

оның жан-жақты зерттеу мүмкіндігі;

– әр түрлі нақты жағдайдың туындауына байланысты, әр түрлі рөлдерде, кейде топпен бірге шешуде өзінің үнемі ақыл-ой қабілетін, дене және адамгершілік дамуының жағдайын тексеру мүмкіндігі туындайды.

Бұл міндетті шешу – тек білім берудің мазмұнын өзгеруімен ғана емес, онда оқытудың инновациялық технологияларын пайдалану арқылы қол жеткізуге болады. Ал, білім беру ісінің үздіксіз екендігін ескерсек, өзгерістер тек мектепте ғана емес, колледждерде, жоғарғы мектепте де жүруі тиіс. Бұл тек сөз емес, бұл қазіргі қоғамның қажеттілігі.

#### **Қолданылған әдебиеттер тізімі**

1. Қазақстан Республикасының Конституциясы. -Астана: «Жарқын Ко» ЖШС, 2007 ж. - 86 б.
2. Дидактические требования к разработке и экспертизе программ, учебников и элементов УМК (Караев Ж.А. и др.). - Алматы: КАО им. Алтынсарина, 1998. -53с.
3. Құсайынов АД., Асыллов Ұ.А. Оқулықтанудың өзекті мәселелері - Алматы: Рауан, 2000. - 144 б.
4. Абылқасымова А.Е. Каким должен быть учебник нового поколения. Сегодняшние реалии создания учебных книг в Казахстане и комплексная оценка их качества. - В кн.: Учебники нового поколения: реалии, проблемы подготовки и выпуска, перспективы. - Материалы МНПК. - Астана, 2006. - С. 16-22.
5. Аймағамбетова Қ. Бастауыш сыныптарда дүниетануды оқытудың ғылыми-әдістемелік негіздері. Пед. ғыл. докт. ғыл. дәр. алу үшін дайындалған диссертация. - Алматы, 1998. – 322 б.
6. Шоқыбаев Ж.Ә. Студенттердің кәсіби бағдарын қалыптастырудағы мамандандырылған оқу кітаптарының дидактикалық негіздері. Пед. ғыл. докторы ғылыми дәр. алу үшін дайынд. диссертация. - А., 1994. - 230 б.
7. Нұғыманов И. Химический язык и обучение химии. - Алматы, 1992. - 84 с.
8. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М., Химия, 1989. және т.б.
9. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: «Химия», 1975. - 512 с.

УДК 541.64:678.744

#### **ПОИСК И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ АМФИФИЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ**

**Салихова М.Е, Измахан Г.З.**

*zhanereke@mail.ru*

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Научный руководитель - Ж.Е.Джакупова

Растущая актуальность увеличения нефтедобычи требует постоянного поиска эффективных способов нефтеотдачи. Использование амфифильных полимеров, как успешно применяемый на всех месторождениях, ограничивается специфическими коллекторными показателями, физико-химическими свойствами, поверхностно-дисперсными характеристиками пласта. Несмотря на специфические особенности нефти как высокая плотность и вязкость, парафинистость, с повышенным содержанием гетеросоединений исключают преимущество какого-либо метода воздействия. Возникает необходимость разработки специальной технологии воздействия для увеличения нефтедобычи, что требует качественного изучения, как самих поверхностных сил пласта, так и качественного анализа

водно-нефтяной системы в присутствии сопутствующих компонентов, способными влиять на их физико-химические свойства.

Применение разбавленных растворов полимеров для улучшения нефтеотдачи считается одним из самых оптимальных решений в процессе разработки новейшей методики и технологии по увеличению коэффициента извлечения нефти. Разбавленные растворы полимеров признаны весьма оптимальными реагентами для увеличения объема выхода нефти ввиду их соответствия экологическим нормам, повышенной эффективности для различных месторождений. Спрос на новейшее оборудование в нефтяной промышленности несомненно вызван использованием полимеров для увеличения коэффициента извлечения нефти полимерным заводнением. Использование новых технологий и нового оборудования для улучшения нефтеотдачи, которое основано на полимерном заводнении и при введении в остаточную нефть раствора вязкого полимера окажет положительное влияние на добычу нефти из отечественных месторождений. На основе исследования в сфере увеличения коэффициента извлечения нефти становится возможным сделать определенные выводы.

Понимание структур полицивтериеонов имеет большое значение, поскольку очень легко спутать полицивтериеоны с полиамфолитами, тогда как их свойства и структуры являются разными. Полиамфолиты - молекулы, в структуре которых присутствуют как кислотные, так и основные группы, существующие в виде цвтер-ионов при определённых значениях рН. Полиамфолиты имеют либо катионную, либо анионную группу на каждом повторяющемся звене, тогда как полицивтериеоны - это полимеры, которые одновременно содержат катионную и анионную группу на каждой повторяющемся звене [1-3]. Как полиамфолиты, так и полицивтериеоны являются полиэлектролитами, которые обладают ионными группами в водном растворе.

Обычно полиамфолиты получают путем сополимеризации [4] или полимераналогичными реакциями промышленно выпускаемых синтетических полимеров [5]. При этом катионные и анионные группы могут быть неравномерно расположенными на полимерной основе, т.е. случайным образом или же в виде блоков, а также полиамфолиты сложно нейтрализуют общий заряд при значительном масштабе длины и рН, выполняя очень специфические свойства [4,6]. Напротив, полицивтериеоны, из-за локальной электростатической нейтрализации мономеров проявляют неионные свойства, но обладают сильными внутримолекулярными электростатическими взаимодействиями в широком диапазоне значений рН [7]. Полицивтериеоны имеют то преимущество, что их катионные или анионные общие заряды более контролируемы с помощью рН, чем полиамфолиты. Отметим, что в полицивтериеонах функциональные атомы ионных групп соединяются с помощью алкильных групп.

Обычно в полицивтериеонах катионные группы являются третичными или четвертичными аммониевыми группами, а анионными группами являются карбоксилатные, фосфонатные или сульфонатные группы [7]. Катионные и анионные группы можно рассматривать как кислоту и основание. Сила зарядов зависит от способности к диссоциации протонов их конъюгированного основания и кислоты [4], от рН или температуры для слабых ионных групп [4, 7], поэтому они обладают рН- и или термочувствительными свойствами, что вызывает значительный исследовательский интерес в биологических областях [4].

Существование электростатических взаимодействий и их влияние на полицивтериеоны были многократно изучены с помощью как экспериментов, так и симуляций [2, 8-9], поскольку эти исследования имеют большое значение для понимания конформационного поведения полицивтериеонов [10-15]. И другие стимулчувствительные свойства полицивтериеонных и полиамфолитных полимеров известны и описаны в литературе. Так, Georgiev и др. исследовали поведение набухания термочувствительного N,N-диметилметакроилэтиламмонийпропансульфоната [11]. Mary описал растворимость в воде соледержащего этилметакрилата пропилсульфоната диметиламмония [12]. Реакции, характерные для рН-чувствительных амфотерных полимеров, были описаны в работах Ezell и др. [9].

Исследования по самоагрегирующему поведению полицивтериеонов не ограничиваются перечисленными выше тремя примерами. Kudaibergenov и др. в своих исследованиях рассматривали самоорганизационное поведение полиамфолитов различных морфологий, включая гели, мембраны и тонкие пленки от наномасштабного до макромасштабного, и пришли к выводу, что коллоиды набухают, когда электрическое состояние отклонялось от изоэлектрической точки [13]. Как показано на схеме 1, сильные электростатические взаимодействия в сшитых системах нарушаются добавлением солей, изменением рН среды или понижением температуры, что приводит к значительному набуханию полицивтериеонного образца.

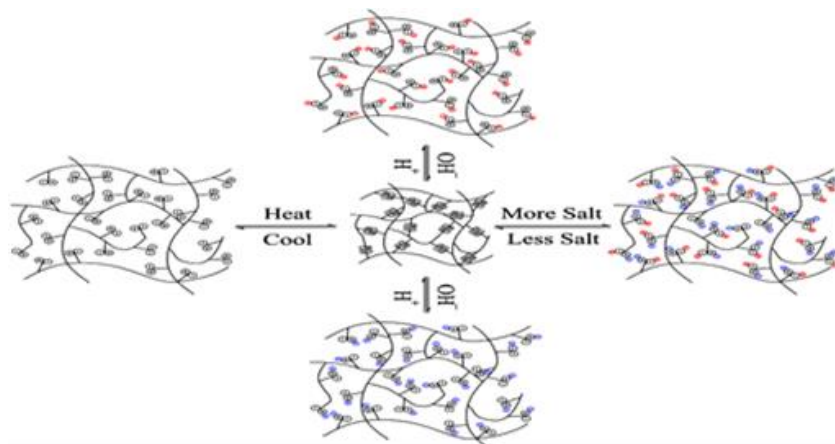


Рисунок 1 - Схема термочувствительного, рН- и солеустойчивого поведения полицивтериеонов.

Основываясь на набухающее поведение в зависимости от различной стимуляции реакции, полицивтериеоны применяются в различных областях, включая биотехнологию, медицину, нефтяную промышленность, очистку воды и т. д. Что касается исследований в области повышения нефтеотдачи, полибетаины показали превосходные термостабильные, солеустойчивые и вязкостные характеристики (из-за антиполиэлектролитного поведения), чтобы уменьшить коэффициент подвижности воды и запретить аппликаторный эффект, как сообщает Sabharondit и др. [16]. В работах [17, 18] синтезированы и изучены гидрофобно модифицированные полибетаины (ГМПБ) из алкиламинокротонатов и метакриловой кислоты по реакции Михаэля, содержащие длинные алкильные цепи C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>, C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>, C<sub>16</sub>H<sub>33</sub> и C<sub>18</sub>H<sub>37</sub>. Показано, что ингибирующий эффект парафиноотложения и снижение потери текучести высокопарафинистых нефтей в присутствии гидрофобных полибетаинов лучше, чем в случае коммерчески доступного сополимера этилен-винилацетат (ЭВА). Основываясь на подобных исследованиях, ученые применяли ГМПБ в области исследования повышения нефтеотдачи и транспортировки углеводородов.

В настоящей работе для проведения испытаний использовали безводную пластовую нефть, наиболее характерную для объекта исследования высоковязкую нефть месторождения Мортук.

В качестве полимеров для полимерного заводнения в работе исследовались гомополимер полиакриламида (а) и сополимер на основе акриламида и диаллилдиметиламмоний хлорида (сополимер АА-ДАДМАХ).

Гомополимер полиакриламид синтезировали по используемому методу радикальной полимеризации акриламида с использованием персульфата аммония в качестве инициатора реакции при температуре 45-600С. Образовавшийся полимер высаживали в ацетоне, а затем дважды переосаждали из водного раствора в ацетон и высушивали при 600С в сушильном шкафу до постоянной массы в течение 4-5 часов. Сополимер АА-ДАДМАХ дважды переосаждали из 10% водного раствора в ацетон, высушивали при 600С в сушильном шкафу до постоянной массы в течение 4-5 часов. Определение внешнего вида осуществлялось визуальным осмотром пробы на листе белой бумаги ГОСТ 6656-76, ГОСТ Р ИСО 9706-2000

размером не менее 400x700 мм. Полимер, распределенный в один слой, рассматривался при комнатной температуре в проходящем свете при освещенности в соответствии со СНиП 24-05-95.

При проведении испытаний использовали безводную пластовую нефть, наиболее характерную для объекта исследования.

В качестве полимеров для исследования нефтеотдачи нами были использованы ПАА, как наиболее часто используемый на сегодняшний день полимер и сополимер АА-ДАДМАХ, который является амфифильным синтетическим катионным полиэлектролитом бетаиновой природы.

Капиллярным вискозиметрическим методом были исследованы водные растворы ПАА и сополимера АА-ДАДМАХ следующих концентраций: 0,03%, 0,06%; 0,13%; 0,25%; 0,5%; 1,00%. Навеску полимера рассчитывали с учетом массовой доли основного вещества по формуле:

$$m = C \cdot P / W \quad (1)$$

где С – концентрация полимера в растворе, %; Р – масса раствора полимера, требуемого для анализа, г; W – массовая доля основного вещества в полимере, %.

Значения кинематической вязкости вычисляли согласно формуле:

$$V = \frac{g}{9.807} t * K, \quad (2)$$

где, V – значение кинематической вязкости, мм<sup>2</sup>/с;

g – ускорение свободного падения, g = 9,807 м/с<sup>2</sup>

t – время истечения, с,

K – постоянная вискозиметра =(0,01012).

Высокая вязкость нефти позволила определение кинематической вязкости при 35<sup>0</sup>С только для концентраций от 0,15 - 0,45 %. Предварительно подготовлена нефть с содержанием соленой воды. По полученным данным была установлена наиболее подходящая концентрация полимера (САА-ДАДМАХ = 0,35%), следовательно, дальнейшие исследования проводились с концентрацией САА-ДАДМАХ = 0,30%.

Таблица 1 – Кинематическая вязкость раствора сополимера АА-ДАДМАХ от концентрации при T = 35<sup>0</sup>С.

Сополимера, %	V, мм <sup>2</sup> /с
0,015	1,180
0,030	1,420
0,050	2,840
0,075	3,120
0,010	4,740
0,15	5,360
0,30	6,720

Таким образом, заключено, что подобные полицивтертионные полимеры как амфифильные полимерные системы можно использовать для полимерного заводнения как уникальные системы обратимо чувствительные к изменениям температуры, ионной силы, и реже изменениям рН среды.

Поиск и анализ данных литературных источников по химическому методу увеличения нефтеотдачи позволил сделать вывод о том что, учитывая положительные стороны и небольшие недостатки использования полимерного заводнения, большого ассортимента ПАВ различной природы, в том числе и цвiterrиионных, на данный момент отсутствует универсальный реагент полифункционального воздействия на увеличение нефтеотдачи. Применение полимеров, которые одновременно воздействуют на воду и нефть в керне является одним из самых экономически выгодных, экологически безопасных и

целесообразных методов по увеличению объемов добытого раствора углеводородов. Также имеется возможность использовать данные реагенты для нефтеизвлечения в Республике Казахстан.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Morawetz, H. Polyelectrolyte solutions: phenomena and interpretation// ACS Symposium Series. - 2006. - V. 937(1). - P.1-18.
2. Morishima, Y., Amphiphilic polyelectrolytes: characterization of associative properties and self-assembled nanostructures in water // ACS Symposium Series,. - 2006. - V. 937 (2). - P.19-46.
3. Laschewsky, A., Structures and synthesis of zwitterionic polymers // Polymers. -2014. - № 6(5). - P. 1544-1601.
4. Zurick, K.M., M. Bernards, Recent biomedical advances with polyampholyte polymers// Journal of Applied Polymer Science. - 2014. -V. 131(6).
5. Lowe, A.B. and C.L. McCormick, Synthesis, aqueous solution properties, and biomedical application of polymeric betaines // ACS Symposium Series. - 2006. - V. 937. - P.65-78
6. Kudaibergenov, S., W. Jaeger, and A. Laschewsky, Polymeric betaines: synthesis, characterization, and application, in Supramolecular polymers polymeric betains oligomers.// Advanced Polymer Science. - 2006. - V. 201. - P.157–224.
7. Lowe, A.B., C.L. McCormick, Synthesis and solution properties of zwitterionic polymers // Chemical reviews. - 2002. V.102 (11). -P. 4177-4190
8. Wang, X.-B., et al., Photodetachment of zwitterions: Probing intramolecular coulomb repulsion and attraction in the gas phase using pyridinium dicarboxylate anions//Journal of the American Chemical Society. - 2003. - V.125 (1). - P. 296-304
9. Ezell, R.G., M. Fevola, C.L. McCormick, Low charge-density amphoteric copolymers and terpolymers with pH-and salt-responsive behavior in aqueous media. // ACS Symposium Series. -2006. - V.937. - P.129-151
10. Nicholls, P.H. and A.A. Evans, Sorption of Ionisable organic compounds by field soils. Part 2: Cations, bases and zwitterions. //Pesticide Science. -1991. V. 33(3). -P. 331-345
11. G.S. Georgiev, E.B. Kamenska, E.D. Vassileva, I. P. Kamenova, V.T. Georgieva, Stefko B. Iliev., Ivo A. Ivanov Self-Assembly, Antipolyelectrolyte Effect, and Nonbiofouling Properties of Polyzwitterions // Biomacromolecules. -2006. - V.741. - P.329-1334
12. Mary, P., et al., Reconciling low-and high-salt solution behavior of sulfobetaine polyzwitterions. //The Journal of Physical Chemistry B. - 2007. - V. 11(27). - P. 7767-7777
13. Kudaibergenov, S.E., N. Nuraje, and V.V. Khutoryanskiy, Amphoteric nano-, micro-, and macrogels, membranes, and thin films. //Soft Matter. - 2012. - V. 8(36). -P. 9302-9321
14. Lowe, A.B., C.L. McCormick Synthesis and Solution Properties of Zwitterionic Polymers // Chemical Review - 2002. - V. 102(11) -P.4177-4190
15. Tarannum, N. and M. Singh, Advances in synthesis and applications of sulfo and carbo analogues of polybetaines: a review. //Reviews in Advanced Sciences and Engineering. -2013. - V. 2(2). - P. 90-111
16. Sabhapondit, A., A. Borthakur, and I. Haque, Adsorption behavior of poly (N, N-dimethylacrylamide-co-na 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonate) on sand surface. //Journal of applied polymer science. - 2004. -V. 91(4). -P. 2482-2490
17. Shakhvorostov, A., et al., Synthesis and characterization of hydrophobically modified polymeric betaines. // Chemical Bulletin of Kazakh National University. -2015 (3). -P. 10-20
18. Kudaibergenov, S.E., L.A. Bimendina, and M.G. Yashkarova, Preparation and characterization of novel polymeric betaines based on aminocrotonates. //Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry. -2007. V. 44(8). -P. 899-912