



УДК 622.243.2.1

## ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ КЛАССОВ ПАВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

### THE EFFECT OF SUPERFICIALLY ACTIVE SUBSTANCE (SAS) ON THE CHANGE IN THE SURFACE TENSION OF WATER SOLUTIONS

**Логинава Марианна Евгеньевна**

кандидат физико-математических наук,  
доцент,  
Уфимский Государственный нефтяной университет  
ufamel@yandex.ru

**Гаймалетдинова Гульназ Леоновна**

ассистент,  
Уфимский Государственный нефтяной университет

**Нургалиев Альберт Радикович**

студент,  
Уфимский Государственный нефтяной университет

**Сенин Сергей Александрович**

студент,  
Уфимский Государственный нефтяной университет

**Аннотация.** В настоящее время способы вскрытия продуктивных пластов при бурении скважин подразумевают использование качественных промывочных жидкостей. В данной статье рассмотрены зависимости поверхностного натяжения на границе с водой от процентного содержания и типа поверхностно-активных веществ (ПАВ). Исследовались водные растворы ПАВ: неионогенный (РХЗОЛ-П), катионактивный (ДОН-А) и комплексный (МЛ-80).

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, концентрация, реагент, раствор, продуктивные пласты.

**Loginova Marianna Evgenyevna**

Candidate of Physical  
and Mathematical Sciences,  
associate professor,  
Ufa State oil university  
ufamel@yandex.ru

**Gaymaletdinova Gulnaz Leonovna**

Assistant,  
Ufa State oil university

**Nurgaliyev Albert Radikovich**

Student,  
Ufa State oil university

**Senin Sergey Aleksandrovich**

Student,  
Ufa State oil university

**Annotation.** At present, methods of opening productive layers when drilling wells involve the use of high-quality flushing fluids. In this article, the dependence of surface tension which exists on the boundary with water, on the percentage content and type of surfactants is examined. Water solutions surfactant were investigated: nonionic ((РХЗОЛ-П), kationaktivny (ДОН-А) and integrated (МЛ-80).

**Keywords:** surfactants, concentration, reagent, solution, productive formations.

**Р**еагенты для нефтяной промышленности представляют собой специальные вещества (смеси веществ), которые используются в процессах строительства скважин, добычи, транспортировки и переработки углеводородов. Обеспечить сохранность продуктивных пластов [1] позволяет использование ПАВ в качестве реагентов для снижения проницаемости нефтяных коллекторов.

В основном это индивидуальные водо- или маслорастворимые коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ) разных классов, иногда с добавлением растворителей и электролитов. Начало использования нефтепромысловых реагентов приходится на начало прошлого века. Это было связано с ростом объемов добычи, подготовки и транспортировки нефти. Неразрывная связь нефтехимической промышленности прослеживается и в наши дни. За это время разработаны в основном физико-химические и технологические основы метода, обоснованы приближенные критерии применимости ПАВ, произведены испытания метода в различных геолого-промысловых условиях [2].

В химическом отношении под ПАВ понимают соединения, способные вследствие положительной адсорбции изменять фазовые и энергетические взаимодействия на различных поверхностях раздела жидкость-воздух, жидкость твердое тело, нефть-вода.

Жидкий раствор в простейшем случае представляет собою двухкомпонентную систему. Он состоит из растворителя и растворенного вещества. В зависимости от природы растворенного вещества и растворителя при увеличении концентрации раствора его поверхностное натяжение меняется различным образом.

Жидкость, находящаяся в контакте с любым телом – твердым, жидким или газообразным, образует поверхность раздела фаз. Граница поверхности раздела жидкости с твердым, газообразным состоянием, а также с другой жидкостью образуется за счет сил поверхностного натяжения, являющегося одним из проявлений молекулярных сил. Между молекулами жидкости существуют силы молекулярного сцепления.



Силы взаимодействия между молекулами жидкости больше, чем силы взаимодействия между молекулами жидкости и пара. Поэтому, если молекула находится внутри жидкости, то действующие на нее молекулярные силы взаимно уравниваются (это не значит, что они исчезают). Когда же молекула находится на поверхности жидкости (на расстоянии меньше радиуса сферы молекулярного действия), то силы молекулярного притяжения направлены только по поверхности жидкости и сжимающие нижележащие слои называются силами молекулярного давления. Силы, направленные по поверхности жидкости и стремящиеся сократить эту поверхность, создают так называемое поверхностное натяжение.

Коэффициент поверхностного натяжения напрямую связан с силами молекулярного взаимодействия и может принимать самые разнообразные значения для различных жидкостей, также коэффициент поверхностного натяжения воды связан с тем, сколько примесей находится в воде. Если добавит поверхностно активные вещества, то поверхностное натяжение воды будет снижено.

Влияние ПАВ на процессы адсорбции и смачиваемости горных пород рассмотрено в литературе [3, 4]

Важное свойство ПАВ – способность влиять [5] на качество обрабатываемых глинистых и других растворов при введении в очень малых количествах, составляющих доли процента. Добавки различных ПАВ к воде, глинистым и специальным буровым растворам позволяют [6, 7]:

- 1) понизить твердость горных пород при бурении;
- 2) повысить смазочные свойства промывочной жидкости;
- 3) эмульгировать буровой раствор;
- 4) аэрировать раствор;
- 5) повысить стабильность аэрированного механическим способом бурового раствора;
- 6) бороться с насыщением промывочной жидкости газом.

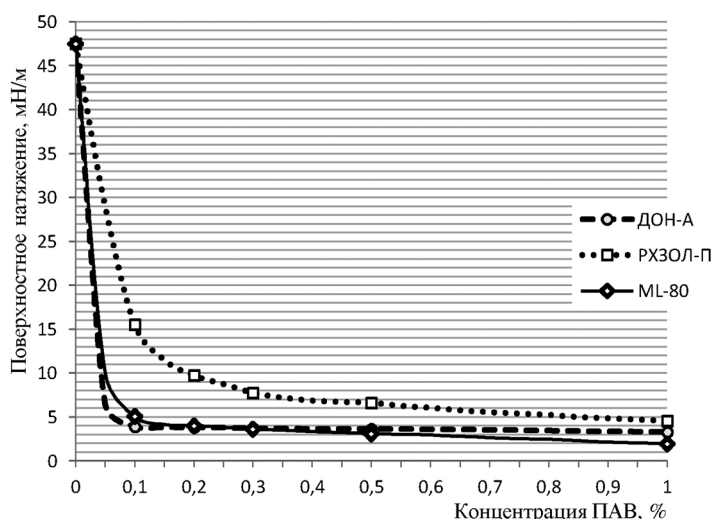
В качестве объектов исследования нами были выбраны следующие поверхностно-активные вещества:

1. ДОН-А – представляет собой водную или спиртовую композицию катионных азотсодержащих ПАВ.

2. РХЗОЛ-П – неионогенный ПАВ, характеризующихся тем, что в водной среде они практически не образуют ионов.

3. МЛ-80 – мощный, многофункциональный ПАВ, представляет собой смесь анионоактивных и неионогенных ПАВ. Поверхностное натяжение измеряли сталагмометрическим методом на установке «Рубин 02-А».

Результаты экспериментальных исследований приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1** – Изотерма поверхностного натяжения водных растворов различных ПАВ на границе с очищенным керосином

Исходя из графика, отметим, межфазное натяжение водного раствора ПАВ МЛ-80 и ДОН-А при изменении концентрации от 0,1 % до 1 % меняется незначительно от 5,2 до 2,8 мН/м, а межфазное натяжение водного раствора ПАВ РХЗОЛ-П при той же концентрации меняется от 15,5 до 4,5 мН/м.

По данным экспериментальных исследований видно, что наибольшее значение силы поверхностного натяжения у неионогенного поверхностно-активного вещества РХЗОЛ-П более чем на порядок отличается от значения для таких ПАВ как ДОН-А и МЛ-80. Это обстоятельство отражает тот факт, что силы молекулярного взаимодействия у ДОН-А и МЛ-80 значительно слабее, чем взаимодействие молекул РХЗОЛ-П.



Способность ПАВ уменьшать межфазное поверхностное натяжение приводит к снижению отрицательного воздействия на коллекторские свойства продуктивного пласта, что положительно сказывается на сроки освоения скважин [8, 9].

#### Литература:

1. Повреждение продуктивных пластов в процессе проводки скважины, методы предупреждения и устранения / Б.С. Измухамбетов [и др.]. – Уфа : УГНТУ, 2004.
2. Физико-химические основы применения поверхностно-активных веществ при разработке нефтяных пластов / Г.А. Бабалян [и др.]. – М. : Гостоптехиздат, 1962. – 283 с.
3. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. – М. : Наука, 1978. – 368 с.
4. Тептерева Г.А., Шавшукова С.Ю., Конесев В.Г. Адсорбция модифицированных лигносульфонатов на горных породах // Башкирский химический журнал. – 2017. – Т. 24. – № 4. – С. 49–54.
5. Исмаков Р.А., Петров Н.А., Конесев Г.В. Управление свойствами технологических жидкостей для вскрытия продуктивных пластов. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2014. – 153 с.
6. Исследование поверхностно-активных веществ, применяемых при бурении скважин / Ф.Н. Янгиров [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2018. – Вып. 1 (111). – С. 61–68.
7. Султанов Б.Д., Логинова М.Е. Влияние добавок на реологические свойства буровых и тампонажных растворов // Международный научно-технический журнал «Теория. Практика. Инновации». – 2017. – № 12 (24). – С. 222–226.
8. Комплексное улучшение свойств технологических жидкостей для первичного вскрытия продуктивных пластов / В.П. Матюшин [и др.] // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2011: сб. науч тр.: в 2 т. (Октябрьский, 2 декабря 2011 г.) / Ред. кол. В.Ш. Мухаметшин и др. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2011. – Т. 1. – С. 217–222.

#### References:

1. Damage to productive formations in the process of drilling a well, the methods of prevention and elimination / B.S. Izmukhambetov [etc.]. – Ufa : UGNTU, 2004.
2. Physical-Chemical Fundamentals of Surfactants Application in Oil Formation Development / G.A. Babalyan [etc.]. – M. : Gostoptekhizdat, 1962. – 283 p.
3. Rebinder P.A. Surface Phenomena in Disperse Systems. Colloid Chemistry. – M. : Nauka Publ., 1978. – 368 p.
4. Teterova G.A., Shavshukova S.Yu., Conasev V.G. Adsorption of lignosulfonate modified on rocks // Bashkir chemical journal. – 2017. – V. 24. – № 4. – P. 49–54.
5. Ismakov R.A., Petrov N.A., Konesev G.V. Controlling the Properties of Process Fluids for Opening Reservoirs. – Ufa : UGNTU Publ., 2014. – 153 p.
6. Investigation of surfactants applicable in well drilling / F.N. Yangirov [etc.] // The problems of gathering, treatment and transportation of oil and oil products. – 2018. – Vol. 1 (111). – P. 61–68.
7. Sultanov B.D., Loginova M.E. Effect of additives on the rheological properties of drilling fluids and grouting // International scientific and technical journal «Theory. Practice. Innovations». – 2017. – № 12 (24). – P. 222–226.
8. Complex Improvement of Process Liquids Properties for Reservoirs Primary Opening / V.P. Matyushin [etc.] // Collection of Scientific Works «Modern technologies in oil and gas business – 2011»: in 2 vol. (Okt'yabr'skiy, December 2, 2011). – Ufa : UGNTU Publ., 2011. – Vol. 1. – P. 217–222.