



УДК 661.185-3

## МЕЖФАЗНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ДОБАВКОЙ РЕАГЕНТОВ ПАВ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ «НЕФТЬ-ВОДА»

## THE INTERFACIAL TENSION OF THE CARBON DIOXIDE-IN-WATER SOLUTIONS WITH ADDITION OF SURFACTANT REAGENTS AT THE OIL-WATER INTERFACE

### Максимов В.П.

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
slai0962010@mail.ru

### Ризванова Р.И.

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет

### Сафина А.Р.

Башкирский государственный университет

### Просочкина Т.Р.

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет

### Прочухан Ю.А.

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет;  
Башкирский государственный университет

**Аннотация.** В статье была рассмотрена проблема интенсификации существующих методов увеличения нефтеотдачи, в частности метода нагнетания водного раствора диоксида углерода в пласт. Также было проведено сравнение влияния добавления образцов поверхностно-активных веществ Р-30 и «PetroPAMP-104» к водному раствору диоксида углерода на изменение межфазного натяжения раствора на границе с нефтью.

**Ключевые слова:** диоксид углерода в воде, межфазное натяжение, образцы Р-30 и «PetroPAMP-104», граница раздела фаз нефть-вода.

### Maksimov V.P.

Ufa state petroleum technological university  
slai0962010@mail.ru

### Rizvanova R.I.

Ufa state petroleum technological university

### Safina A.R.

Bashkir State University Ufa

### Prosochkina T.R.

Ufa state petroleum technological university

### Prochukhan Yu.A.

Ufa state petroleum technological university;  
Bashkir State University Ufa

**Annotation.** The problem of applicability of enhanced oil recovery methods, particularly the applicability of forcing carbon dioxide-into-water solution into the earth layer, has been considered in this article. The comparison between R-30 and «PetroPAMP-104» surfactants and their adding to the carbon dioxide-in-water solution to change the interfacial tension at the oil-water interface has also been researched.

**Keywords:** carbon dioxide-into-water solution, interfacial tension, R-30 and PetroPAMP-104 surfactants, oil-water interface.

Изменения в свойствах воды и нефти при растворении в них диоксида углерода ведут к снижению поверхностного натяжения на границе раздела фаз нефть-вода и увеличивают смачиваемость породы водой. При добавлении образцов ПАВ [1, 2, 3] к исходному раствору значительно снижается межфазная вязкость, способствующая слиянию ганглиев нефти и образованию нефтяной зоны, изменяется краевой угол смачивания [4, 5, 6] рабочей среды, улучшающий смачиваемость породы, и, наконец, изменяется заряд на границе раздела фаз [7].

Проведено исследование изменения межфазного натяжения водных растворов образцов Р-30 и «PetroPAMP-104» с диоксидом углерода на границе раздела фаз «нефть-вода».

Межфазное натяжение исследовали методом отрыва кольца на тензиометре «TDLauda TD-1» по ГОСТ 29232 при температуре 25 °С. В качестве углеводородной фазы использована пластовая нефть, характеристика которой приведена в таблице 1.

**Таблица 1** – Характеристика пластовой нефти

Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,861
Вязкость, мПа·с	8,34



Результаты измерений межфазного натяжения приведены в таблице 2.

**Таблица 2** – Межфазное натяжение при температуре 25 °С

Реагент	Концентрация реагента, %	Межфазное натяжение, мН/м
Модель воды	0	32,4
P-30	0,15	0,4
PetroPAMP-104	0,15	26,7

Показатель межфазного натяжения на границе раствора реагента P-30 и исследуемой нефти снижается до сравнительно низкого уровня (0,4 мН/м), что свидетельствует о наличии поверхностно-активных веществ в составе реагента и высокой межфазной активности. Для сравнения в таблице 2 приведены результаты межфазного натяжения в аналогичных условиях раствора ПАА марки «PetroPAMP-104», который не обладает межфазной активностью.

В результате проведенного исследования выявлено, что при совокупном использовании водного раствора диоксида углерода и поверхностно-активной добавки P-30 наблюдается существенное снижение межфазного натяжения этой смеси на границе с нефтью. Это способствует слиянию нефти в отдельный объем и отслаиванию воды, что приводит к однородному продвижению нефти к добывающей скважине, а также отслаиванию нефтяной пленки с поверхности породы, что суммарно интенсифицирует нефтеотдачу.

#### Литература:

1. Влияние ПАВ P-30 с добавлением водорастворимого полимера на фильтрационные свойства гидрофобных коллекторов / И.М. Арсланова [и др.] // Нефтепромысловое дело. – 2017. – № 9. – С. 24–28.
2. Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А., Глушенко В.Н. Разработка экологически безопасных ПАВ и их адаптация к условиям нефтедобывающей промышленности // Развитие науки на современном этапе. – Киев, 2012. – С. 20.
3. Сравнение нефтеотмывающей способности анионных поверхностно-активных веществ / А.В. Ващенко [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22. – № 1. – С. 108–110.
4. Изучение физико-химических особенностей ПАВ-полимерной системы для повышения нефтеотдачи / И.М. Арсланова [и др.] // Нефтепромысловое дело. – 2017. – № 11. – С. 36–39.
5. Усманова Л.Р., Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А. Поверхностно-активные вещества для интенсификации процессов нефтедобычи / «Fundamentals science and technology – promising developments» II. – Vol. 1. – М.: Научно-издательский центр «Академический». – 2013. – С. 196.
6. Влияние поверхностно-активного вещества на динамическую вязкость системы ПАВ-полимер / Я.В. Идогова [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2014. – Т. 21. – № 4. – С. 48–51.
7. Гумеров Ф.М. Перспективы применения диоксида углерода для увеличения нефтеотдачи пластов: актуальные вопросы исследований пластовых систем месторождений углеводородов / под ред. Б.А. Григорьева. – М.: «Газпром ВНИИГАЗ». – 2011. – Т. 2. – Ч. II. – С. 93–109.

#### References:

1. Influence of the surfactant R-30 with the addition of a water-soluble polymer on the filtration properties of the hydrophobic collectors // Oilfield business. – 2017. – № 9. – P. 24–28.
2. Prochukhan K.Yu., Prochukhan Yu.A., Glushchenko V.N. Development of ecologically safe surfactants and their adaptation to the conditions of the oil-producing industry // Development of science at the present stage. – Kiev, 2012. – P. 20.
3. Comparison of the oil-absorbing ability of the anionic surface-active substances / A.V. Vashchenko [et al.] // Bashkir Chemical Journal. – 2015. – V. 22. – № 1. – P. 108–110.
4. Study of physical and chemical features of the surfactant-polymer system for oil recovery enhancement / I.M. Arslanova [et al.] // Oilfield business. – 2017. – № 11. – P. 36–39.
5. Usmanova L.R., Prochukhan K.Yu., Prochukhan Yu.A. Fundamentals science and technology – promising developments II. – Vol. 1. – М.: Research and Publishing Center «Academic». – 2013. – P. 196.
6. Influence of the surface-active substance on the dynamic viscosity of the surfactant-polymer system / Ya.V. Idogova [et al.] // Bashkir Chemical Journal. – 2014. – V. 21. – № 4. – P. 48–51.
7. Gumerov F.M. Prospects of the carbon dioxide application for the reservoir oil recovery increase: topical issues of the hydrocarbon reservoir systems research / Under edition of B.A. Grigorieva. – М.: «Gazprom VNIIGAZ». – 2011. – V. 2. – Part II. – P. 93–109.