

УДК. 622.323:544(075.8)



Э.Э. Рамазанова



Э.Н. Алиев



М.М. Асадов

Термобарические зависимости коэффициента диффузии в системах СКФ CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) – Нефть

Thermobaric Dependencies of Diffusion in Systems SCF CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) – Oil

Э.Э. Рамазанова, директор, чл. корр. НАНА, д. т. н., Э.Н. Алиев, научный сотрудник, Научно-исследовательский институт «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»; М.М. Асадов, рук. сектора, проф., д. х. н., Институт катализа и неорганической химии НАНА
E. Ramazanova, M. Asadov, E. Aliev

АННОТАЦИЯ

Установлено, что коэффициент диффузии (D) суб- и сверхкритических флюидных (СКФ) компонентов CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) увеличивается с давлением и уменьшается по мере увеличения содержания асфальтена. Значение D компонентов в тяжелой нефти было ниже, чем в мальтен-фракции. При давлении 2 МПа и температуре 283–313 К, коэффициент диффузии СКФ CO_2 в тяжелой нефти составлял $0.583 \times 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, а при тех же условиях в мальтен-фракции – $0.886 \times 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$.

Ключевые слова: сверхкритический флюид; легкие газы; тяжелая нефть; коэффициент диффузии.

ABSTRACT

It was established that the diffusion coefficient of sub-and supercritical fluid (SKF) components CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) increases with pressure and tends to decrease as asphaltene content increases. The diffusion coefficient SKF components in heavy oil was lower than that of in maltene fraction. At 2 MPa and at reservoir temperature the calculated diffusion coefficient of SKF CO_2 in heavy oil was $0.583 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ and in maltene fraction under the same conditions it was $0.886 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

Keywords: supercritical fluid; light gases; heavy oil; diffusion coefficient.

Нефть и нефтепродукты являются приоритетными загрязнителями природной среды. Отдельные нефтедобывающие территории, в частности Азербайджана, по состоянию окружающей среды приближаются к районам экологического бедствия. Возникает угроза трансформации условий функционирования природных систем и изменений качества жизни на значительных площадях в разных природных зонах. Анализ нефтепромысловых данных свидетельствует о необходимости решения ряда задач, в том числе связанных с исследованием состава и свойств природных углеводородов [1–3]. Поэтому совершенствование технологии подготовки нефти, газа и углеводородного конденсата к транспорту является актуальной задачей. Проектирование, оптимизация и моделирование добычи нефтегазоконденсатных смесей с применением растворителей, например, суб- и сверхкритических флюидов (СКФ), требует знаний о растворимости и диффузии СКФ компонентов в тяжелой нефти и ее фракциях [4].

Данная статья является продолжением работы [5], где приведены результаты анализа зависимостей коэффициента диффузии (D) компонентов от температуры и времени действия в системе СКФ легкие газы – нефть.

Объектами настоящего исследования были также: системы СКФ CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) – нефть (фракции). Усредненные по плотности и вязкости образцы сырой тяжелой нефти ($>900 \text{ кг/м}^3$) были взяты из различных месторождений Азербайджана. На основании гравиметрических измерений диффузии СКФ CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) в тяжелой нефти установлено, что значение D СКФ компонентов в тяжелой нефти увеличивается с ростом температуры при постоянном давлении (табл. 1–3).

Таблица 1 – Зависимость коэффициента диффузии СКФ CO_2 в тяжелой нефти от давления

T, K	P, кПа	D, $10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$
288	800	0,17
	1200	0,19
	1600	0,22
	2000	0,26
294	800	0,27
	1200	0,31
	1600	0,34
	2000	0,39
299	800	0,43
	1200	0,47
	1600	0,51
	2000	0,58
303	800	0,49
	1200	0,55
	1600	0,57
	2000	0,64

Таблица 2 – Зависимость коэффициента диффузии СКФ этана в тяжелой нефти от давления

T, K	P, кПа	D, $10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$
288	800	0,21
	1200	0,23
	1600	0,24
	2000	0,28
294	800	0,24
	1200	0,29
	1600	0,36
	2000	0,45
299	800	0,48
	1200	0,52
	1600	0,58
	2000	0,67
303	800	0,56
	1200	0,60
	1600	0,62
	2000	0,75



Таблица 3 – Зависимость коэффициента диффузии СКФ пропана в тяжелой нефти от давления

T, K	P, кПа	D, $10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$
288	400	0,26
	500	0,35
	600	0,41
294	400	0,43
	500	0,49
	600	0,59
299	400	0,56
	500	0,70
	600	0,71
303	400	0,70
	500	0,81
	600	0,90

Согласно опытным данным, самый высокий коэффициент диффузии СКФ компонентов наблюдается во фракции насыщенных углеводородов (УВ), затем следует мальтен, фракция ароматических УВ и тяжелая нефть. Кроме того, СКФ пропан имеет высокое значение коэффициента диффузии по сравнению с СКФ этана и СКФ диоксида углерода при тех же равновесных значениях давления и температуры. Установлено, что коэф-

фициент диффузии в системах СКФ CO_2 (C_2H_6 , C_3H_8) – тяжелая нефть возрастает с давлением, но уменьшается с увеличением содержания асфальтенов.

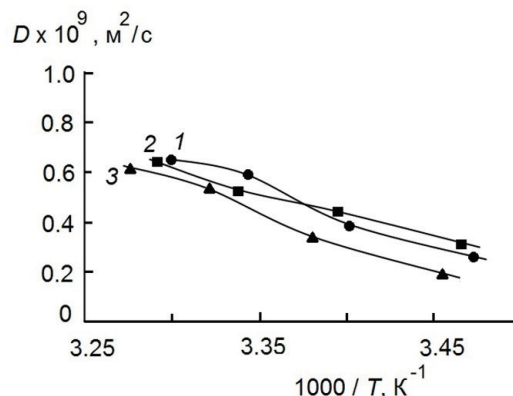


Рисунок 1 – Температурная зависимость коэффициентов диффузии СКФ диоксида углерода (1), СКФ этана (2) и СКФ пропана (3) в тяжелой нефти при 2.0 МПа

Коэффициент диффузии в тяжелой нефти ($W_{\text{асф}} = 10.0 \text{ масс.}\%$) был ниже, чем значение D в мальтен-фракции ($W_{\text{асф}} = 0.0 \text{ масс.}\%$). Например, при давлении 2 МПа и температуре 283–313 К коэффициент диффузии CO_2 в тяжелой нефти составлял $0.583 \times 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ (рис. 1), а при тех же условиях в мальтен-фракции значение $D = 0.886 \times 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамазанова Э.Э., Асадов М.М., Керимова А.Г. Классификация нефтей Азербайджана по групповому содержанию//Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 47–52.
2. Крец В.Г., Шадрин А.В. Основы нефтегазового дела: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. –2010. –182 с.
3. Грей Форест. Добыча нефти: Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес». – 2001. – 416 с.
4. Рамазанова Э.Э., Асадов М.М., Алиев Э.Н. Выбор параметров состояния диоксида углерода для флюидной экстракции нефтяных компонентов//Энциклопедия инженера-химика. – 2013. – № 9. – С. 21–27.
5. Рамазанова Э.Э., Асадов М.М., Алиев Э.Н. Диффузия компонентов в системе СКФ легкие газы – нефть//НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и Химия». Ученые записки. – 2013. – Т. 14. – С. 120–125.