

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ АДСОРБЦИИ  
ОКСИЭТИЛИРОВАННОГО АЛКИЛФЕНОЛА  
НА СОРБЕНТАХ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Шачнева Евгения Юрьевна*

кандидат химических наук, доцент

Астраханский государственный университет  
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1  
E-mail: evgshachneva@yandex.ru

*Онькова Дарья Викторовна*

студентка 4 курса

Астраханский государственный университет  
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1  
E-mail: evgshachneva@yandex.ru

Описана возможность применения неионогенных поверхностно-активных веществ в нефтехимической промышленности. Приведена структура вещества, значение предельно-допустимой концентрации, представлены основные качественные характеристики. Исследован процесс сорбционного концентрирования неионогенного поверхностно-активного вещества (ОП-10) на различных сорбентах. Определены основные характеристики термодинамики и кинетики процесса. Построены изотермы статической сорбции поверхностно-активного вещества из водных растворов, рассчитаны изменение энтальпии ( $\Delta H$ ), изобарно-изотермического потенциала ( $\Delta G$ ) и энтропии ( $\Delta S$ ) сорбции. Рассмотрена кинетика сорбции поверхностно-активного вещества на рассматриваемых сорбентах из водных растворов. Результаты исследований, полученные в ходе эксперимента, могут быть использованы для моделирования механизмов адсорбции.

**Ключевые слова:** сорбент, сорбция, поверхностно-активные вещества, механизм сорбции, очистка воды

**ADSORPTION RESEARCHES  
OF REGULARITIES ETHOXYLATED ALKYLPHENOLS  
ON SORBENTS OF DIFFERENT ORIGIN**

*Shachneva Yevgeniya Yu.*

C.Sc. in Chemistry

Associate Professor

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

E-mail: evgshachneva@yandex.ru

*Onkova Darya V.*

Student of the 4rd course

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

E-mail: evgshachneva@yandex.ru

Discloses the possibility of using nonionic surfactants in the petrochemical industry. The structures of matter, the value of maximum allowable concentration, are the main quality characteristics. The process of sorption concentration of nonionic surfactant (OP-10) at various sorbents. The main characteristics of the thermodynamics and kinetics of the process. Static sorption isotherms of surfactant from aqueous solutions, calculate the change in enthalpy ( $\Delta H$ ) isobaric-isothermal potential ( $\Delta G$ ) and entropy ( $\Delta S$ ) sorption. The kinetics of adsorption of the surfactant on the considered sorbents from aqueous solutions. The research results obtained during the experiment can be used to simulate the adsorption mechanisms.

**Keywords:** sorbent, sorption, surface-active substances, sorption mechanism, water purification

Сегодня одной из актуальных задач нефтегазовой промышленности является поиск эффективных технологий добычи. С этой целью применяются достаточное количество методов улучшения нефтеотдачи, среди которых можно выделить и физико-химические. Физико-химические методы позволяют увеличить коэффициент вытеснения и охвата пласта заводнением за счет добавления в вытесняющий агент различных активных веществ (полимеры, поверхностно-активные вещества, щелочи, кислоты и др.). Эти методы направлены на устранение или уменьшение отрицательного воздействия капиллярных сил и сил адгезии, удерживающих нефть в заводненных объемах пластов. В практике нефтепромысла поверхностно-активные вещества (ПАВ) применяются с 50-х гг. XX в. Это и сульфонолы, сульфозтоксилаты, алкилсульфонаты, оксиэтилированные алкилфенолы и др. Наибольшее распространение получили неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ) ОП-7, ОП-10, АФ9-6. К числу их достоинств можно отнести большую поверхностную активность, совместимость с водами высокой минерализации (солями), кислотами и щелочами, лучшую моющую способность и по сравнению с ионогенными ПАВ.

При проведении экспериментальных исследований в качестве поверхностно-активного вещества использовался реагент оксиэтилированный алкилфенол – ОП-10, достаточно широко применяемый в процессах повышения нефтеотдачи пластов. В нефтяной промышленности известно множество различных поверхностно-активных веществ, используемых в процессе заводнения. Эффективность метода определяется интенсивностью адсорбции активных компонентов на поверхности пористой среды. Оксиэтилированный алкилфенол имеет наиболее низкое значение показателя адсорбции среди реагентов этого класса [2, 3, 11].

Реагент ОП-10 является моноалкилфениловым эфиром полиэтиленгликоля на основе полимердистиллята, относящийся к классу неионогенных ПАВ (группа оксилэтилированных алкифенолов (моноалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля)). Эту группу веществ получают конденсацией окиси этилена с алкилфенолами в присутствии катализаторов. Его химическую формулу можно представить в следующем виде:  $C_nH_{2n+1}C_6H_4O(C_2H_4O)_mH$ ,  $n = 8-10$ ,  $m = 10-12$ . Он представляет собой маслянистую жидкость или пасту от светло-желтого до светло-коричневого цвета, хорошо растворимую в теплой мягкой и жесткой воде. Содержание основного вещества в промышленном ПАВ около 9 % [1, 9, 12, 13].

В таблице 1 приведены основные характеристики ОП-10 [12].

Таблица 1

**Основные характеристики оксиэтилированного алкилфенола (ОП-10)**

Поверхностно-активное вещество	Свойства			ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	ККМ, мг/дм <sup>3</sup>	Содержание активного вещества, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
	ГЛБ	Кратность	Устойчивость, с/мл				
ОП-10	10	19	2	0,5	200	99	1 000

*Получение данных для построения градуировочного графика.* В серию из 10 пробирок вносили 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,1 см<sup>3</sup> 1·10<sup>-3</sup> М раствора ОП-10 (оксиэтилированный алкилфенол), к содержимому пробирок прилили 5 см<sup>3</sup> раствора роданид кобальт аммония и довели объемы растворов дистиллированной водой до 15 см<sup>3</sup>. Измеряли оптические плотности растворов при 580 нм в кювете толщиной 1 см относительно воды, по результатам измерений стоили градуировочный график (рис. 1) [4–8, 10].

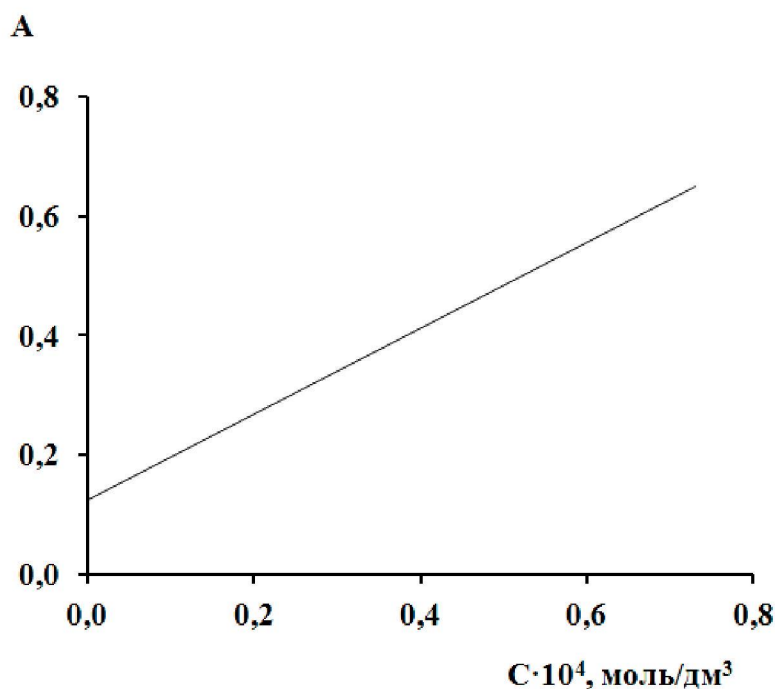


Рис. 1. Зависимость оптической плотности от концентрации ОП-10 до сорбции

*Изучение адсорбции неионогенных поверхностно-активных веществ (на примере ОП-10) на активном угле.* В серию из 10 пробирок вносили 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,1 см<sup>3</sup> 1·10<sup>-3</sup> М раствора ОП-10 и довели объемы растворов дистиллированной водой до 10 см<sup>3</sup>. В полученный раствор вносили по 0,2 г активного угля, встряхивали 10 мин, отстаивали, центрифугировали при 3000 об./мин. Отделяли жидкую фазу в отдельную серию пробирок и прилили 5 см<sup>3</sup> раствора роданид кобальт аммония и довели объемы растворов дистиллированной водой до 15 см<sup>3</sup>. Затем измеряли оптические плотности растворов при 580 нм в кювете толщиной 1 см относительно воды.

*Изучение адсорбции неионогенных поверхностно-активных веществ (на примере ОП-10) на опоках Астраханской области и модифицированном сорбенте, полученном на основе опок Астраханской области (СВ-1-А).* В серию из 10 пробирок вносили 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,1 см<sup>3</sup> 1·10<sup>-3</sup> М раствора ОП-10 и доводили объемы растворов дистиллированной водой до 10 см<sup>3</sup>. В полученный раствор вносили по 1 г сорбента, встряхивали 10 мин, отстаивали, центрифугировали при 3000 об./мин. Отделяли жидкую фазу в отдельную серию пробирок и прилили 5 см<sup>3</sup> раствора роданид кобальт аммония и довели объемы растворов дистиллированной водой до 15 см<sup>3</sup>. Затем измеряли оптические плотности растворов при 580 нм в кювете толщиной 1 см относительно воды. Строили графические зависимости оптической плотности от ПАВ (ОП-10) (рис. 2–4).

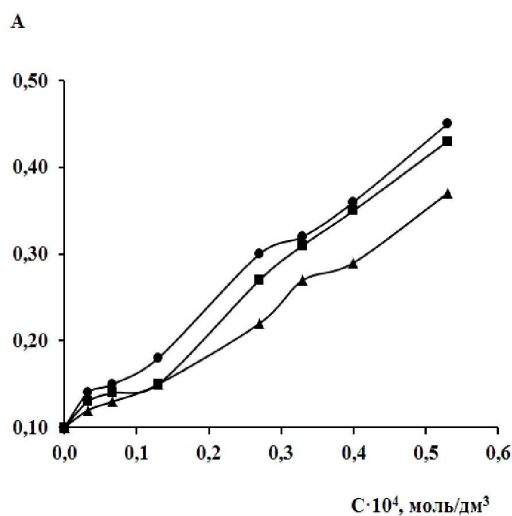


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от концентрации ОП-10 после сорбции на опоках Астраханской области при: Δ – 277 К; □ – 298 К; ○ – 313 К

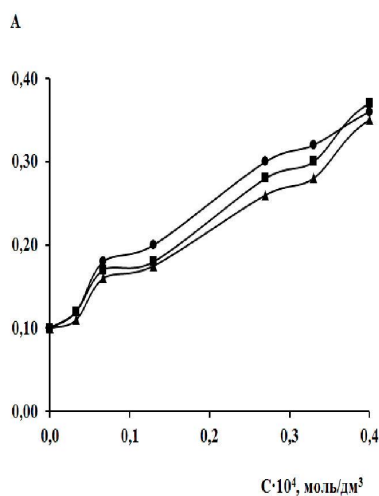


Рис. 3. Зависимость оптической плотности от концентрации ОП-10 после сорбции на активном угле при: Δ – 277 К; □ – 298 К; ○ – 313 К

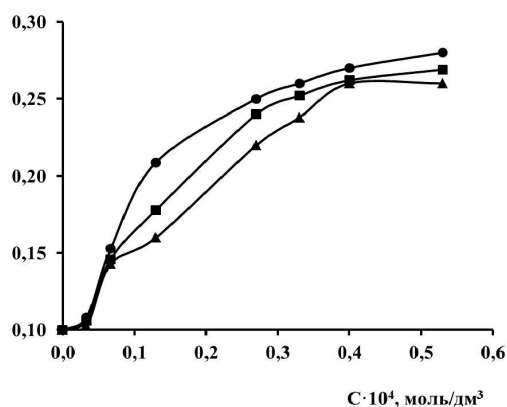


Рис. 4. Зависимость оптической плотности от концентрации ОП-10 после сорбции на сорбенте СВ-1-А при: Δ – 277 К; □ – 298 К; ○ – 313 К

По градуировочным графикам, с использованием результатов опытов, определяли равновесные концентрации исследуемых веществ. Строили изотермы сорбции в координатах «сорбция  $\Gamma$  – равновесная концентрация  $c$ » (рис. 5–7). Сорбцию ( $\Gamma$ ) рассчитывали по уравнению (1):

$$\Gamma = \frac{(C_{\text{исх}} - c) \cdot V \cdot M}{1000 \cdot m}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{исх}}$  – исходная концентрация сорбата, г/дм<sup>3</sup>;  $V$  – объем исследуемого раствора, см<sup>3</sup>;  $c$  – остаточная (равновесная) концентрация сорбата, г/дм<sup>3</sup>;  $M$  – молярная (или атомная) масса сорбата, моль/дм<sup>3</sup>;  $m$  – масса сорбента, г.

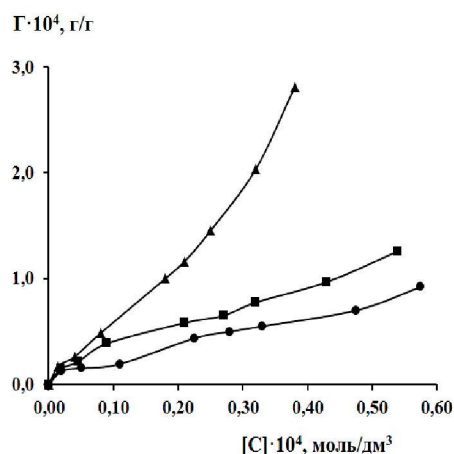


Рис. 5. Влияние температуры на адсорбцию ОП-10 из водных растворов опоками Астраханской области:  $\Delta$  – 277 К;  $\square$  – 298 К;  $\circ$  – 313 К

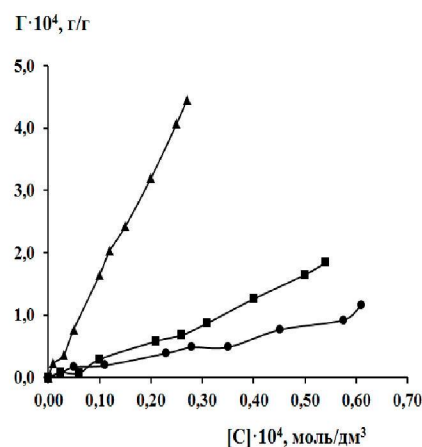


Рис. 6. Влияние температуры на адсорбцию ОП-10 из водных растворов активным углем:  $\Delta$  – 277 К;  $\square$  – 298 К;  $\circ$  – 313 К

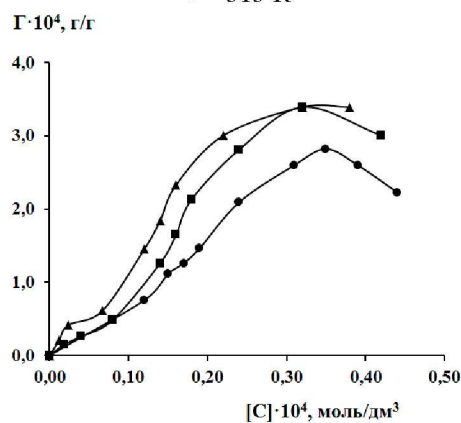


Рис. 7. Влияние температуры на адсорбцию ОП-10 из водных растворов сорбентом СВ-1-А:  $\Delta$  – 277 К;  $\square$  – 298 К;  $\circ$  – 313 К

Изотермы сорбции (рис. 5–7) были перерасчитаны в изотермы уравнения Ленгмюра (рис. 8–10). А с их использованием были рассчитаны константы сорб-

ции ( $K$ ) и величина предельной сорбции ( $\Gamma_{\infty}$ ) при 277, 298 и 313 К. По величинам констант сорбции были рассчитаны изменение энтальпии ( $\Delta H$ ) и изобарно-изотермического потенциала ( $\Delta G$ ), а с их использованием были рассчитаны значения изменения энтропии ( $\Delta S$ ) (2–4).

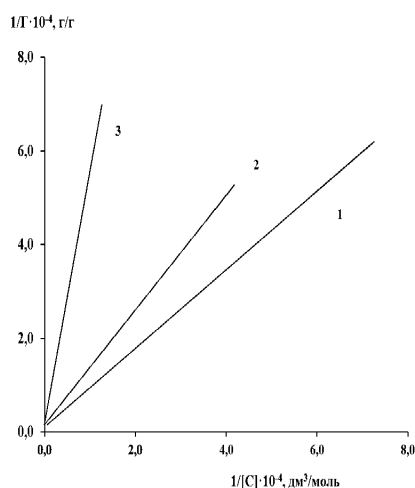


Рис. 8. Изотермы сорбции по Ленгмюру в прямолинейной форме для ОП-10 (опоки Астраханской области): 1 – 277 К; 2 – 298 К; 3 – 313 К

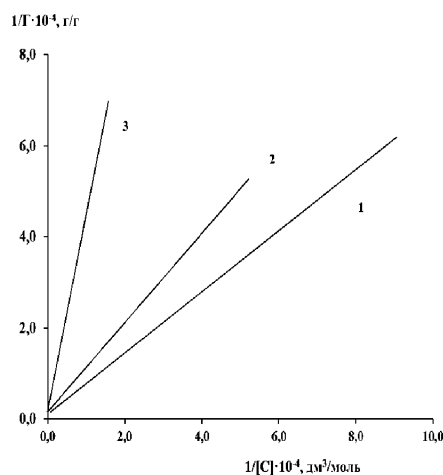


Рис. 9. Изотермы сорбции по Ленгмюру в прямолинейной форме для ОП-10 (активный уголь): 1 – 277 К; 2 – 298 К; 3 – 313 К

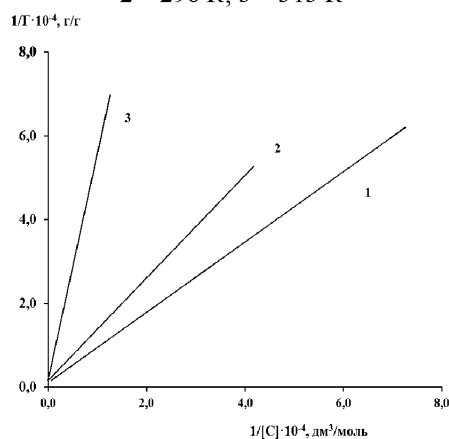


Рис. 10. Изотермы сорбции по Ленгмюру в прямолинейной форме для ОП-10 (CB-1-A): 1 – 277 К; 2 – 298 К; 3 – 313 К

$$\Delta H = \frac{RT_i T_k \ln \frac{K_i}{K_k}}{T_i - T_k}, \quad (2)$$

$$\Delta G_i = -RT_i \ln K_i, \quad (3)$$

$$\Delta S_i = \frac{\Delta H - \Delta G_i}{T_i}. \quad (4)$$

В результате расчетов получены следующие основные характеристики сорбции ОП-10 на различных сорбентах, представленные в таблице 2.

Анализ результатов позволяет сделать заключение о том, что сорбция поверхностно-активных веществ (на примере ОП-10) на различных сорбентах из водных растворов происходит достаточно активно. Полученные результаты позволяют считать, что происходит образование прочных адсорбционных комплексов, при этом емкость сорбентов по отношению к поверхностно-активным веществам достаточно высока.

Таблица 2  
**Основные характеристики сорбции ОП-10 на различных сорбентах**  
 (n = 6, P = 0,95, t<sub>p</sub> = 2,57)

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбент		
		Опоки	Акт. уголь	СВ-1-А
Константы сорбции · 10 <sup>-2</sup>	277	2,22±0,20	6,60±0,60	1,65±0,20
	298	1,67±0,20	6,50±0,60	3,20±0,30
	313	1,50±0,15	6,40±0,60	3,40±0,30
–ΔG, кДж/моль	277	23,82±2,00	16,86±1,70	14,75±1,50
	298	23,37±2,00	15,45±1,50	14,39±1,50
	313	22,28±2,00	14,54±1,50	14,36±1,50
–ΔH, кДж/моль	В пределах от 277 до 313 К	1,21±0,10	2,66±0,20	4,16±0,40
ΔS, Дж·моль/К	277	84,8±5,00	42,88±4,00	33,88±3,00
	298	82,5±5,00	43,22±4,00	34,34±3,00
	313	76,8±5,00	45,37±4,00	36,80±4,00
Емкость сорбента (Γ <sub>∞</sub> ), мг/г	277	50,00±5,00	50,00±5,00	66,67±6,00
	298	50,00±5,00	47,62±5,00	55,56±5,00
	313	33,30±3,00	40,00±4,00	45,45±4,00

**Кинетика сорбции неионогенных поверхностно-активных веществ (на примере ОП-10) на различных сорбентах.** Изучение кинетики сорбции включало в себя построение изотерм кинетики сорбции на основании измерения оптических плотностей растворов во времени, расчет констант скорости сорбции, изменение энтропии образования активированного комплекса (ΔS)<sup>#</sup>, энергии активации формирования адсорбционного комплекса (E<sub>акт</sub>).

**Изучение кинетики сорбции ОП-10 на активном угле.** В колбу на 500 см<sup>3</sup> вносили 20 см<sup>3</sup> раствора поверхностно-активного вещества с концентрацией 1·10<sup>-3</sup> М, доводили объем раствора до 500 см<sup>3</sup> дистиллированной водой. В полученный раствор вносили 2 г мелкоизмельченного сорбента (активного угля), одновременно включали секундомер, быстро перемешивали смесь. Полученные растворы исследовали при температурах 298, 277 и 313 К. Через определенные промежутки времени отбирали пробы мутного раствора, отфильтровывали через стеклянный фильтр или центрифугировали их. Отбор проб проводили через определенные промежутки времени до 10 мин.

В осветленные растворы вносили по 5 см<sup>3</sup> раствора роданид кобальт аммония и довели объемы растворов дистиллированной водой до 15 см<sup>3</sup>, полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 580 нм в кювете толщиной 1,0 относительно воды. По величинам оптической плотности были построены изотермы кинетики сорбции в координатах «оптическая плотность (A) – время (τ)» (рис. 14).

Изучение кинетики сорбции ОП-10 на опоках Астраханской области и модифицированных сорбентах, полученных на основе опок Астраханской области (СВ-1-А, СВ-1-А1). В колбу на 500 см<sup>3</sup> вносили 20 см<sup>3</sup> раствора поверхностно-активного вещества с концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$  М, доводили объем раствора до 500 см<sup>3</sup> дистиллированной водой. В полученный раствор вносили 20 г мелкоизмельченного сорбента (активного угля), одновременно включали секундомер, быстро перемешивали смесь. Полученные растворы исследовали при температурах 298, 277 и 313 К. Через определенные промежутки времени отбирали пробы мутного раствора, отфильтровывали через стеклянный фильтр или центрифугировали их. Отбор проб проводили через определенные промежутки времени до 10 мин.

В осветленные растворы вносили по 5 см<sup>3</sup> раствора роданид кобальт аммония и довели объемы растворов дистиллированной водой до 15 см<sup>3</sup>, полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 580 нм в кювете толщиной 1,0 относительно воды. По величинам оптической плотности были построены изотермы кинетики сорбции в координатах «оптическая плотность (А) – время (τ)» (рис. 11–13).

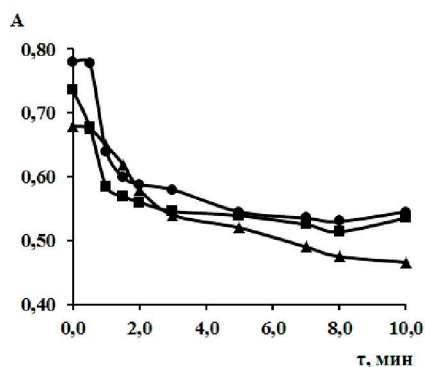


Рис. 11. Изотермы кинетики сорбции ОП-10 опоками Астраханской области:  $\Delta$  – 277 К;  $\square$  – 298 К;  $\circ$  – 313 К

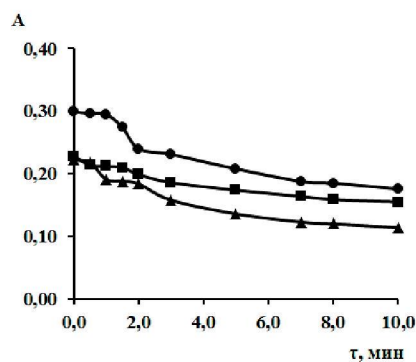


Рис. 12. Изотермы кинетики сорбции ОП-10 активным углем:  $\Delta$  – 277 К;  $\square$  – 298;  $\circ$  – 313 К

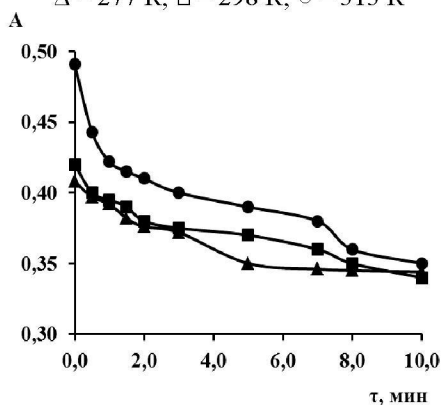


Рис. 13. Изотермы кинетики сорбции ОП-10 сорбентом СВ-1-А:  $\Delta$  – 277 К;  $\square$  – 298;  $\circ$  – 313 К



Время установления сорбционного равновесия необходимо характеристики и описания равновесных процессов, а величина изменения энтропии активации формирования активированного комплекса, для установления механизмов сорбции веществ.

По результатам исследований были рассчитаны константы кинетики сорбции,  $S^{\#}$  и  $E_{акт}$  неионогенного поверхностно-активного вещества (на примере ОП-10) на различных сорбентах при температурах 277, 298 и 313 К:

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{A_0}{A_t}, \quad (5)$$

где  $A_0$  – исходная оптическая плотность;  $A_t$  – оптическая плотность раствора в момент времени  $t$ ;  $\tau$  – время, с.

По графикам Аррениуса в координатах « $\ln K - 1/T$ » рассчитаны величины энергии активации кинетики сорбции ( $E_{акт}$ ), а также с использованием уравнения Эйринга изменение энтропии образования сорбционных комплексов ( $\Delta S^{\#}$ ):

$$\ln PZ_0 = 10,36 + \ln T + \frac{\Delta S^{\#}}{R}. \quad (6)$$

В уравнении (6)  $PZ_0$  – предэкспоненциальный фактор в уравнении Аррениуса,  $\Delta S^{\#}$  – изменение энтропии активации формирования активированного комплекса,  $R$  – газовая постоянная,  $T$  – температура.

Результаты расчетов констант кинетики сорбции,  $E_{акт}$  и  $\Delta S^{\#}$  неионогенного поверхностно-активного вещества (на примере ОП-10) на различных сорбентах приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Термодинамические характеристики кинетики сорбции  
 неионогенного поверхностно-активного вещества  
 (на примере ОП-10) на различных сорбентах (n = 6, P = 0,95, t<sub>p</sub> = 2,57)**

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбенты		
		Опоки Астраханской области	Активный уголь	СВ-1-А
Константы скоростей $K \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ при температурах, К	277	11,24±1,10	9,48±0,90	3,36±0,30
	298	10,97±1,00	6,39±0,63	3,22±0,30
	313	9,20±0,90	5,99±0,60	3,11±0,30
$E_{акт}$ , кДж/моль	В пределах от 277 до 313 К	2,16±2,00	2,87±0,20	4,73±0,40
$-\Delta S^{\#}$ , Дж/моль·К	277	1,94±0,19	2,06±0,20	1,50±0,15
	298	1,93±0,19	2,06±0,20	1,92±0,19
	313	1,56±0,15	2,04±0,20	1,93±0,19

Как видно из результатов опытов, сорбция протекает достаточно быстро, что позволяет сделать вывод о том, что сорбат практически полностью сорбируется на сорбенте. Это позволит предположить возможный механизм адсорбции неионогенных поверхностно-активных веществ на различных сорбентах. Определяющую роль при обсуждении механизма сорбции ПАВ играет электронное строение твердого тела и адсорбирующихся на нем частиц. В связи с тем, что опоки обладают высокопористой структурой, то можно предположить, что при достаточно больших размерах молекул поверхностно-активных веществ сорбционная активность сорбента, полученных на их основе будет

достаточно высока. Можно представить, что при адсорбции поверхностно-активных веществ из водных растворов на поверхность твердой фазы из объема раствора будут переходить вещества, молекулы которых способны к образованию химических связей. Энергия данной связи должна так высока, чтобы стало возможным вытеснение с поверхности молекул воды, которые адсорбируются на сорбенте с образованием водородной связи. Большое значение также имеет и химическое строение адсорбата и функциональные группировки, входящие в его состав.

Механизм сорбции вещества можно представить, как способность молекул НПАВ образовывать с силанольными и силоксановыми группами алюмосиликатов слабые водородные связи, близкие к Ван-дер-Ваальсовым силам. Наличие атомов кислорода в полиоксиэтилированных цепях НПАВ способствует образованию водородных связей, как с водой, так и с поверхностными функциональными группами адсорбента. Можно предположить, что под влиянием адсорбционного взаимодействия с поверхностью сорбента оксиэтиленовые цепи адсорбированных молекул НПАВ растягиваются длинной осью параллельно поверхности раздела фаз и приобретают зигзагообразную форму (рис. 14, 15) [12].

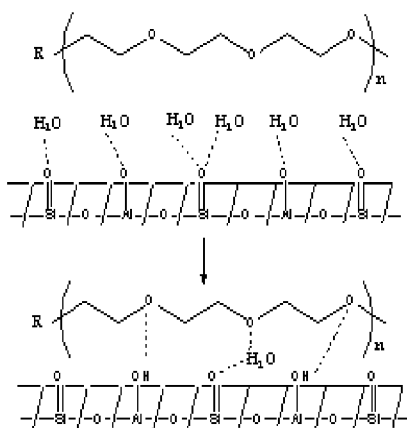


Рис. 14. Схема, иллюстрирующая взаимодействие молекул НПАВ с поверхностью опок Астраханской области

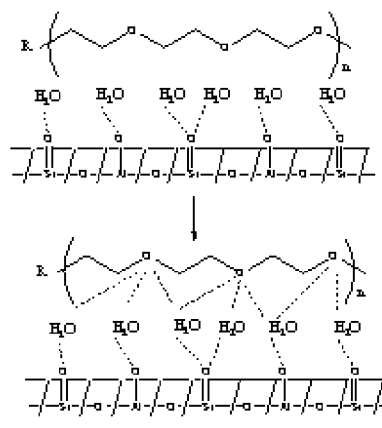


Рис. 15. Схема, иллюстрирующая взаимодействие молекул НПАВ с поверхностью опок Астраханской области

Все вышеизложенное позволяет нам предположить, что неионогенные поверхностно-активные вещества активно сорбируются на активных углях, опоках Астраханской области и сорбентах, полученных на их основе образуя достаточно прочные адсорбционные комплексы.

#### Список литературы

1. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества / А. А. Абрамзон, Л. П. Зайченко, С. И. Файнгольд. – Ленинград : Химия, 1988. – 198 с.
2. Бабалян Г. А. Применение поверхностно-активных веществ с целью увеличения нефтеотдачи / Г. А. Бабалян, Г. П. Ованесов, Л. А. Пелевин. – Москва : Недра, 1970. – 112 с.
3. Бабалян Г. А. Физико-химические основы применения поверхностно-активных веществ при разработке нефтяных пластов / Г. А. Бабалян, И. И. Кравченко, И. Л. Мархасин, Г. В. Рудаков. – Москва : Гостоптехиздат, 1962. – 283 с.

4. Клименко Н. А. Исследование адсорбции оксигетилированных алкилфенолов на активном угле АГ-3 / Н. А. Клименко, Т. В. Карамзина, В. И. Кофанов // *Химия и технология воды*. – 1983. – Т. 5, № 1. – С. 26–29.
5. Климова Г. М. Исследование закономерностей адсорбции неионогенных поверхностно-активных веществ на слоистых силикатах / Г. М. Климова, А. А. Панасевич, Ю. И. Тарсевич // *Химия и технология воды*. – 1982. – Т. 4, № 5. – С. 420–424.
6. Когановский А. М. Физико-химические основы извлечения поверхностно-активных веществ из водных растворов и сточных вод / А. М. Когановский, Н. А. Клименко. – Киев : Наукова думка, 1978. – 176 с.
7. Лурье Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – Москва : Химия, 1966. – 271 с.
8. Панасевич А. А. Использование глинистых минералов для адсорбционной очистки пластовых вод от НПВ / А. А. Панасевич, Г. М. Климова, В. П. Максимова, Ю. И. Тарсевич // *Химия и технология воды*. – 1990. – Т. 12, № 12. – С. 1097–1100.
9. Саввин С. Б. Поверхностно-активные вещества / С. Б. Саввин, Р. К. Чернова, С. Н. Штыков. – Москва : Наука, 1991. – 251 с.
10. Смолин С. К. Равновесная адсорбция ПАВ активными углями различной пористой структуры / С. К. Смолин, Н. А. Клименко, М. Н. Тимошенко // *Химия и технология воды*. – 1991. – Т. 13, № 10. – С. 883–887.
11. Хусаинов Р. Р. Обоснование комбинированной технологии повышения нефтеотдачи пластов с применением поверхностно-активных веществ и плазменно-импульсной технологии : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Р. Р. Хусаинов. – Санкт-Петербург, 2014. – 146 с.
12. Шачнева Е. Ю. Сорбционное концентрирование неионогенного поверхностно-активного вещества на опоках Астраханской области / Е. Ю. Шачнева, Д. В. Онькова // *Водоподготовка. Водоочистка. Водоснабжение*. – 2014. – № 5 (77). – С. 14–18.
13. Шачнева Е. Ю. Физико-химия адсорбции флокулянтов и синтетических поверхностно-активных веществ на сорбенте СВ-1-А : автореф. дис. ... канд. хим. наук / Е. Ю. Шачнева. – Махачкала, 2011. – 139 с.

#### References

1. Abramzon A. A., Zaychenko L. P., Fayngold S. I. *Poverkhnostno-aktivnyye veshchestva* [Surfactants], Leningrad, Khimiya Publ., 1988. 198 p.
2. Babalyan G. A., Ovanesov G. P., Pelevin L. A. *Primenenie poverkhnostno-aktivnykh veshchestv s tselyu uvelicheniya nefteotdachi* [Application of surfactants in order to increase oil recovery], Moscow, Nedra Publ., 1970. 112 p.
3. Babalyan G. A., Kravchenko I. I., Markhasin I. L., Rudakov G. V. *Fiziko-khimicheskie osnovy primeneniya poverkhnostno-aktivnykh veshchestv pri razrabotke neftyanykh plastov* [Physical and chemical basis for the use of surfactants in the development of oil reservoirs], Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1962. 283 p.
4. Klimenko N. A., Kofanov V. I. Issledovanie adsorbtsii oksietilirovannykh alkilfenolov na aktivnom ugle AG-3 [Investigation of adsorption of ethoxylated alkyl phenols on activated carbon AG-3]. *Khimiya i tekhnologiya vody* [Chemistry and Technology of Water], 1983, vol. 5, no. 1., pp. 26–29.
5. Klimova G. M., Panasevich A. A., Tarsevich Yu. I. Issledovanie zakonemnostey adsorbtsii neionogennykh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na sloistykh silikatakh [Physical and chemical bases of extraction of surfactants from aqueous solutions and wastewater]. *Khimiya i tekhnologiya vody* [Chemistry and Technology of Water], 1982, vol. 4, no. 5, pp. 420–424.
6. Koganovskiy A. M., Klimenko N. A. *Fiziko-khimicheskie osnovy izvlecheniya poverkhnostno-aktivnykh veshchestv iz vodnykh rastvorov i stochnykh vod* [Physical and chemical bases of extraction of surfactants from aqueous solutions and wastewater], Kiev, Naukova dumka Publ., 1978. 176 p.
7. Lure Yu. Yu., Rybnikova A. I. *Khimicheskyy analiz proizvodstvennykh stochnykh vod* [Chemical analysis of industrial wastewater], Moscow, Khimiya Publ., 1966. 271 p.
8. Panasevich A. A., Klimova G. M., Maksimova V. P., Tarsevich Yu. I. Ispolzovanie glinistykh mineralov dlya adsorbtsionnoy ochistki plastovykh vod ot NPV [Use of clay minerals for adsorption purification of water from the reservoir of nonionic surfactant]. *Khimiya i tekhnologiya vody* [Chemistry and Technology of Water], 1990, vol. 12, no. 12, pp. 1097–1100.
9. Savvin S. B., Chernova R. K., Shtykov S. N. *Poverkhnostno-aktivnyye veshchestva* [Surfactants], Moscow, Nauka Publ., 1991. 251 p.
10. Smolin S. K., Klimenko N. A., Timoshenko M. N. Ravnovesnaya adsorbtsiya PAV aktivnymi ugljami razlichnoy poristoy struktury [Equilibrium adsorption of surfactant active carbons with different pore structure]. *Khimiya i tekhnologiya vody* [Chemistry and Technology of Water], 1991, vol. 13, no. 10, pp. 883–887.

11. Khusainov R. R. *Obosnovanie kombinirovannoy tekhnologii povysheniya nefteotdachi plastov s primeneniem poverkhnostno-aktivnykh veshchestv i plazmenno-impulsnoy tekhnologii* [Study the combined technology of enhanced oil recovery with the use of surfactants and plasma-pulse technology], Saint Petersburg, 2014. 146 p.

12. Shachneva Ye. Yu., Onkova D. V. Sorbtsionnoe kontsentrirovaniye neionogenogo poverkhnostno-aktivnogo veshchestva na opokakh Astrakhanskoj oblasti. *Vodopodgotovka. Vodoочистка. Vodosnabzhenie* [Water. Water Purification. Water Supply], 2014, no. 5 (77), pp. 14–18.

13. Shachneva Ye. Yu. *Fiziko-khimiya adsorbtsii flokulyantov i sinteticheskikh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na sorbente SV-1-A* [Physical chemistry and synthetic flocculants the adsorption of surfactants on the sorbent SV-1-A], Makhachkala, 2011. 139 p.

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

**Глебова Любовь Владимировна**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: lvglebova@mail.ru

**Харлашкина Алия Камильевна**

магистрант

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: akurazova@mail.ru

В данной работе рассмотрен гидрохимический контроль за разработкой месторождения с точки зрения снижения негативного воздействия на окружающую среду. Рассмотрены задачи, решаемые посредством гидрохимического метода. Значение эколого-гидрохимического контроля заключается в обеспечении сбалансированного изъятия и возобновления природных ресурсов. Одним из мощных антропогенных факторов воздействия на экосистемы различных уровней является процесс извлечения из недр источников энергии, связанного напрямую с выносом на земную поверхность большой массы сопутствующих твердых, газообразных и жидких веществ. Специфические геологические особенности Астраханского газоконденсатного месторождения (солянокупольная тектоника), значительные глубины (более 4000 м), аномально высокие пластовые давления (62 МПа) и температуры (свыше 110 °С), высокая токсичность и агрессивность пластовой продукции являются основанием необходимости обязательного контроля техногенного влияния разработки Астраханского газоконденсатного месторождения на окружающую среду. На АГКМ выделено два источника обводнения продукции скважин – внутренние и подошвенные воды. Установлено, что наиболее опасными для процессов разработки являются подошвенные воды, обладающие значительным энергетическим потенциалом и бесконечным, по сравнению с залежью, объемом. На Астраханском газоконденсатном месторождении на сегодняшний день влияние пластовой энергии подошвенных вод не отражается на режиме эксплуатации.