

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕАГЕНТА ГИДРОФОБНОГО СТАБИЛИЗАТОРА НА СВОЙСТВАХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

¹*Журабек Туронович Бозоров, доцент, PhD. УЭП*

²*Бекжон Сероб угли Бокиев, ст. группы 111-22 НГД. УЭП*

¹*Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан*

STUDY OF THE INFLUENCE OF HYDROPHOBIC STABILIZER REAGENT ON THE PROPERTIES OF DRILLING MUDS

¹*J.T. Bozorov, Associate Professor, PhD, UEP*

²*B.S. Bokiev, student of 111-22 Group, UEP*

¹*University of Economics and Pedagogy, Karshi, Uzbekistan*

Аннотация

Экспериментальное и теоретическое исследование, позволяющее разработать новую технологию приготовления бурового раствора и научно обосновать целесообразность обработки минерализованных растворов реагентом с целью эффективного регулирования свойств и снижения расхода высокомолекулярных полимерных реагентов - стабилизаторов.

Abstract

Experimental and theoretical study allowing to develop a new technology for preparation of drilling mud and scientifically substantiate the expediency of processing mineralized solutions with a reagent for the purpose of effective regulation of properties and reduction of consumption of high-molecular polymer reagents - stabilizers.

Ключевые слова: *буровые растворы, дисперсионная система, глинистая частица, альдегиды, математическая статистика, корреляционно-регрессионный анализ.*

Key words: *drilling muds, dispersion system, clay particle, aldehydes, mathematical statistics, correlation-regression analysis.*

В республике Узбекистан последнее десятилетие открыты новые месторождения нефти и газа, приуроченные к подсолевым отложениям. Для бурения скважин в данных отложениях необходимы растворы, которые сохраняли бы высокую стабильность и структурно-реологические свойства при большой электролитной коагуляции. Наиболее эффективным для таких условий является буровые растворы на водной основе.

Однако анализ промыслового материала показывает, что при разбурировании мощных хемогенных толщ возникают трудности в регулировании их структурно-механических и фильтрационных свойств. Для стабилизации растворов применяют высокомолекулярные реагенты (гипан,

КМЦ и др.), которые при электролитной агрессии вызывают стабилизационное разжижение систем.

В связи с вышеизложенным для поддержания необходимых технологических свойств раствора дополнительно вводят реагенты структурообразователи (асбест, СМАД, гидрофобный стабилизатор (ГС) и др.) [1].

Между тем СМАД обуславливает сильное вспенивание раствора, асбест является канцерогенным веществом, что ограничивает его использование для данных целей. Для улучшения структурно-механических, реологических и фильтрационных свойств минерализованных буровых растворов, изучена возможность применения химического реагента, полученного путем модификации госсиполовой смолы и триглицеридов жирных кислот с условным названием гидрофобный реагент стабилизатор (ГС).

Исследования показали высокую способность его молекул адсорбироваться на глинистых частицах и повышать порог их коагуляции в присутствии электролитов. Установлено, что глины имеют различную адсорбционную активность A , при этом S-образный характер изотерм адсорбции свидетельствует о наличии полимолекулярной адсорбции.

Характер изменений, происходящих на границе фаз глина-вода в присутствии реагента ГС, изучали на Касантауской глине с использованием методов физико-химической механики. Исследования проводили на приборе Вейлера-Ребиндера по методикам, описанным в работах [2,3].

При критической концентрации структурообразования, экспериментальные данные свидетельствуют о том, что увеличение добавки реагента ГС повышает модули быстрой E_1 и медленной E_2 эластических деформаций при заметном упрочнении пространственной структуры.

При этом повышаются также устойчивость дисперсий K_y и энергетическое состояние системы E_ω , отражающее усиление межмолекулярного взаимодействия. На основе математической статистики была рассчитана корреляционная связь между изменением состояния дисперсионной системы и концентрацией реагента ГС x_n .

В качестве критерия y , по которому оценивали это взаимное влияние, принимали модуль условной деформации E_e , так как он наиболее полно характеризует энергию связей между глинистыми частицами. Вычисленный коэффициент корреляции $r_{x,y}$ равный 0,99 свидетельствует о тесной взаимозависимости между переменными y и x_n .

Проверка коэффициента корреляции по t -критерию (критерию Стьюдента) показала его значимость. Рассматриваемая зависимость описывается математической моделью в виде:

$$y=21,6+2,51x_n \quad (1)$$

Погрешность определения коэффициента регрессии линейного уравнения $\sigma\{b_i\}=0,041$.

Доверительные границы для b_i (при 5 %-ном уровне значимости) равны $\pm 0,115$.

Так, как товарный реагент ГС представляет смесь органических веществ, необходимо оценить влияние отдельных соединений на свойства глинистых дисперсий. Методом вакуумного фракционирования на пилотной ректификационной установке под остаточным давлением 1-1,3 кПа получены различные фракции реагента ГС.

В результате установочных опытов было определено, что данные фракции обладают свойством аддитивности, т.е. степень их воздействия на дисперсии одинакова как при совместном, так и при отдельном вводе в систему, что свидетельствует о влиянии на процесс структурообразования в дисперсиях только отдельных соединений при нейтральном или незначительном действии других. Хроматографическим анализом идентифицировано более 30 различных соединений.

Фракции различного состава, по-разному действуют на растворы, и наибольшее влияние оказывают II и III фракции (табл.1), которые почти в 2 раза повышают E_T при значительном росте κ_r .

Таблица 1

Структурно-механические показатели ГС

Реагент	Пл.бентонита 0%	Характеристики 25% -ной суспензии бентонита									
		Структурно – механические константы, Па				$\mu_1 \cdot 10^{-5}$ Па. с	Структурно-механические константы, Па			$E_0 \cdot 10^{-9}$ Дж/см ³	K_y
		$E_1 \cdot 10^{-3}$	$E_2 \cdot 10^{-3}$	$E_T \cdot 10^{-3}$	P_{K1}		λ	$\frac{P_{K1}}{\mu_1} 10^6, c^{-1}$	$P_{K1}/n_1 \cdot 10^6 c^{-1}$		
Исходный ГС											
	0	14,8	26,0	9,4	53,5	28,1	0,363	1,90	299	216,47	0,417
	1	17,1	43,0	12,2	56,5	31,6	0,284	1,79	259	251,10	0,420
	3	17,8	45,1	12,8	60,0	36,5	0,283	1,64	285	283,97	0,454
	5	17,7	44,6	12,7	57,9	42,9	0,284	1,36	338	320,61	0,517
	7	20,6	48,2	14,4	68,5	57,8	0,299	1,18	401	409,67	0,569
	10	21,3	47,7	16,1	70,2	66,7	0,309	1,05	414	459,14	0,614
Фракция реагента ГС											
I	5	16,4	42,3	11,7	61,2	38,0	0,277	1,85	282	257,63	0,451
II	5	18,4	40,3	12,8	59,8	41,3	0,318	1,43	323	372,10	0,474
III	5	22,6	44,0	15,1	63,4	59,6	0,339	1,06	395	430,20	0,530

Примечание: E_1 , E_2 -модуль соответственно быстрой и медленной эластической деформации; E_0 - равновесный модуль; $P_{к1}$ - условный статический предел текучести.

Указанные факторы позволили применить метод корреляционно-регрессионного анализа для построения модели, описывающей изменение аргумента Y в зависимости от содержания в растворе различных компонентов реагента ГС, X_i ($i=1, 2, \dots, 21$), и выявить наиболее значимые из них.

Вычисленные коэффициенты парных корреляций дали возможность исключить из модели все зависимые и незначимые факторы (коэффициент значимости $r > 0,240$) [2] и оставить независимые факторы, имеющие наибольшую корреляционную связь с Y ; X_7 ; x_{10} ; x_{16} .

Для данной совокупности факторов были вычислены коэффициент множественной корреляции $R=0,937$, коэффициенты регрессии и построена математическая модель:

$$y=21,6+5,61x_7- 42,38 x_{10} + 0,626 x_{16} \quad (2)$$

Погрешность определения коэффициентов регрессии с $\sigma\{b_i\} = 0,044$. Доверительные границы для b_i (при 5 %-ном уровне значимости) равны $\pm 0,124$. Все коэффициенты значимы, так как $|b_i| > 0,124$. Коэффициент детерминации уравнения $R^2=0,879$, что свидетельствует о 87 %-ной достоверности включения данных факторов в модель [3].

Сравнительный анализ моделей (1) и (2) показал их высокую адекватность друг к другу, погрешность аппроксимации составила 3,6%.

Таким образом, методом математической статистики были выявлены соединения, в основном влияющие на структурно-механические свойства дисперсий. Структурные формулы данных соединений показывают, что все они являются спиртами, гидроксильные группы которых способны образовывать водородные связи.

Кроме того, 96% их относится к гетероциклическим соединениям, имеющим несколько атомов кислорода в цикле. Наличие у атомов кислорода двух не поделенных пар электронов и пространственное расположение обуславливают их активность при образовании водородных связей.

В результате многочисленных исследований установлено, что альдегиды легко взаимодействуют с поверхностью глины и глинистых минералов с образованием водородных связей.

Таблица 2

Состав и содержание фракции реагента ГС

X_i	Компонент	Содержание компонента, %,			
		во фракции			в исходном реагенте
		I	II	III	
x_1	Глицерин	2,26	-	-	0,98
x_2	Стеариновая кислота	1,72	-	-	0,42
x_3	Метилловые эфиры ВЖК	8,60	-	-	1,63
x_4	Изопропенилдиоксан	2,16	-	-	-
x_5	Госсипол	17,26	0,92	-	2,36

x_6	Трет-Бутоксиметил	39,9	8,94	0,9	9,80
x_7	Пирановный спирт	7,76	4,40	0,21	1,88
x_8	Пирановный диол	6,54	5,50	0,33	1,86
x_9	Метилбутандиол МБД	4,49	23,46	2,96	5,32
x_{10}	Метилпентатриол	0,96	0,54	0,12	0,43
x_{11}	Метилловые эфиры МБД	0,64	0,69	-	0,13
x_{12}	Метилловые эфиры диоксановых спиртов	1,11	4,76	1,54	2,17
x_{13}	Трет-Бутиловые эфиры диоксановых спиртов	2,0	5,15	4,10	5,80
x_{14}	Пиранилспиродиоксан	1,79	14,09	5,33	5,38
x_{15}	Оксипропилдиоксан (диоксанный спирт I)	1,05	11,89	8,16	6,20
x_{16}	Метилоксиэтилдиоксан (диоксанный спирт II)	1,30	21,00	38,91	31,61
x_{17}	Диметилоксиметилдиоксан (диоксанный спирт III)	0,43	2,77	11,77	7,37
x_{18}	Метилпирандиоксан	-	0,52	1,48	1,24
x_{19}	Формальдегидо-диоксанный спирт	-	1,38	9,20	9,86
x_{20}	Смесь формальдегидо-диоксановых спиртов	-	-	1,41	1,12
x_{21}	Высокомолекулярные смолы	-	-	7,00	4,17

Кроме того, молекулы альдегидов и спиртов, как при комнатной, так и при более высоких температурах способны к хемосорбции с образованием эфироподобных соединений [4].

На основе полученных результатов исследований авторами предложен следующий механизм структурообразования глинистых дисперсий в присутствии реагента ГС.

Адсорбируясь на поверхности глинистой частицы, молекулы спиртов и альдегидов образуют сольватный слой, атомы кислорода в циклах становятся активными центрами второго рода, на которых в дальнейшем адсорбируются последующие слои молекул.

Это подтверждается экспериментальными данными (табл.3). Структурно - механические характеристики глинистых растворов, приготовленных предложенным способом, в 2-3 раза выше, чем аналогические характеристики других приведенных растворов, а фильтрация ниже [5].

Таблица 3

Состав и изменение технологических свойств глинистого раствора

№ П/ П	Состав раствора на основе Навбахорской глины	Параметры раствора							
		Условная плотность, г/см ³	Плотность, г/см ³	Статическое напряжение сдвига, дПа, через мин.		Фильтрация, мм ³ /20 мин	K, мм	τ ₀ , дПа	Пластическая вязкость,
				1	10				
1	30% глины +10%ГС +5%КССБ+1%CaCl ₂	70	1,19	63	78	3,0	1,0	143	18
2	30%глины+5%КССБ +1%CaCl ₂ +10% ГС	62	1,19	50	66	4,6	1,0	107	15
3	30%глины+5%КССБ +1%CaCl ₂ +5 %РС	43	1,18	30	49	6,3	1,5	89	12
4	25% глины +10% ГС +2% КМЦ+20%NaCl	82	1,26	43	86	2,2	0,5	151	48
5	25% глины+2%КМЦ +20 %NaCl +10 %ГС	64	1,26	14	27	4,0	0,5	110	40
6	25% глины+2%КМЦ +20 %NaCl+0.2 %РС	56	1,25	8	20	5,6	0,5	87	32

Выполненные исследования позволили разработать новую технологию приготовления бурового раствора и научно обосновать целесообразность обработки минерализованных растворов реагентом ГС с целью эффективного регулирования свойств и снижения расхода высокомолекулярных полимерных реагентов-стабилизаторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ёдгаров Н. «Химические реагенты и материалы в нефтегазовом комплексе». Ташкент. «VORIS», 2009. - 525с.
2. Круглицкий Н.Н., Круглицкий В.Я. «Дисперсные структуры в органических и кремнийорганических средах». Киев. «Науково-Думка», 2008. - 210с.
3. Jahn Frank, Cook Mark, Graham Mark. Hydrocarbon exploration and production. Elsevier science. -USA, 2008, -456 p.
4. Булатов А.И., Рябченко В.И., Сухарев С.С. Основы физикохимии промысловых жидкостей и тампонажных растворов. -М.: «Недра», 2008. -176с.
5. Bozorov, J. T., Yodgorov, N., Xojiyev, S. G., Saidazimova, Z., & Mukolyants, A. A. (2016). New environmentally safe surfactants: Preparation and

application. *ADVANCED STUDIES IN SCIENCE: THEORY AND PRACTICE*, 5, 15.