

## **ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНОЙ ДОБАВКИ K-LUBE В БУРОВЫХ РАСТВОРАХ**

Петров Н.А., Конесев Г.В., Давыдова И.Н., Акодис М.М.

*ООО «Специальные технологии Западной Сибири», г. Ноябрьск  
Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет  
ОАО «Сибнефть - Ноябрьскнефтегаз», г. Ноябрьск*

*Американская нетоксичная смазочная добавка K-LUBE практически не вспенивает глинистые растворы и не влияет на их основные свойства, при этом эффективно снижает липкость глинистой корки уже при концентрации 0,5-1,0 %.*

*Реагент K-LUBE совместим с Флотореагентом - Оксаль, причем при соотношении равным 1:1 уровень пенообразования в области его малых (до 1 %) концентраций приемлем в практике бурения скважин.*

В последние годы в Западную Сибирь поставляются в больших объемах зарубежные реагенты, в том числе и фирмой M-I DRILLING FLUIDS. Реагенты отличаются не только высоким качеством, но и тем, что они в большинстве своем не содержат какие-либо нежелательные химикаты, относящиеся к требованиям раздела 313 Акта Разрешения и Дополнения Суперфонда от 1986 г. [1,2].

Тем не менее, предлагаемые реагенты, все же необходимо проверять на совместимость с существующей химобработкой технологических растворов, выявив оптимальные концентрации определиться с технологией обработки и т.д., т. е. адаптировать их для конкретных горно-геологических условий нефтегазового региона, в данном случае Ноябрьского.

КОРПОРАЦИЯ KEM-TRON INC (Хьюстон, США) предлагает для улучшения качества буровых растворов биоразлагаемую, экологически безопасную смазочную добавку (на водной основе) реагент K-LUBE, представляющий собой прозрачную желтоватую жидкость с легким хвойным ароматом, обозначенный в сертификате под названием – терпен.

Терпены – это большая группа природных органических веществ (углеводороды), содержащихся в смоле хвойных деревьев, а также в различных эфирных маслах.

Плотность пробы реагента K-LUBE составила 853 кг/м<sup>3</sup>, кинематическая вязкость при 20 °С – 1,40 сСт, динамическая вязкость при 20 °С – 1,16 сПз,

$pH = 7,0$ . Температура воспламенения в закрытом тигле -  $58\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Плотность пара реагента тяжелее воздуха. Из всех мер предосторожности при использовании реагента следует обратить внимание на защиту органов дыхания от органических паров.

Растворимость пробы реагента K-LUBE в различных технологических средах определяли при смешении реагент – среда (в соотношении 1:10). В воде образуется эмульсия белого цвета, которая при встряхивании вспенивается. После термостатирования при  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  раствор мутнеет, а реагент выделяется на поверхности в виде желтой нерастворимой массы. Аналогичное происходит в растворах минеральных солей ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) и кислот ( $\text{HCl}$ ).

В спиртосодержащем составе ЭРА реагент растворяется частично, образуется мутная белая жидкость с тонким слоем реагента на поверхности. В керосине, дизельном топливе, ацетоне и оксале реагент полностью растворяется.

Поверхностную активность реагента K-LUBE проверяли на сталагмометре конструкции БашНИПИнефть. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Межфазное натяжение водных растворов реагента K-LUBE  
на границе с керосином

№ п.	Жидкость, раствор	Поверхностное натяжение, $\sigma$ , мН/м
1	Вода дистиллированная (ВД)	63
2	ВД + 0,3% K-LUBE	53
3	ВД + 0,5% K-LUBE	49
4	ВД + 1,0% K-LUBE	42

Несомненно, способность реагента K-LUBE снижать поверхностное натяжение модифицирует технологическую жидкость для первичного вскрытия продуктивных пластов. Однако это может также вызвать нежелательное пенообразование промывочной жидкости. Поэтому следует выяснить уровень пенообразующей способности реагента, допустимый для существующей практики ведения буровых работ.

Были проведены лабораторные исследования реагента K-LUBE в составе проб искусственно приготовленных и нарабатываемых на скважинах глинистых

растворов. Перед замером параметров раствор с добавками K-LUBE перемешивался низкооборотной мешалкой. Результаты замеров основных свойств буровых растворов представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

## Влияние реагента K-LUBE на свойства бентонитовой суспензии

№, п.	Параметры раствора	Глинистая суспензия (ГС) (ПБМВ) г. Серпухов	Добавка к ГС K-LUBE, %					
			0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	3,0
1	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050
2	Условная вязкость, УВ, с	23	23	23	23	23	23	23
3	Показатель фильтрации, ПФ, см <sup>3</sup> /30мин	17	17	17	17	17	17	17
4	Толщина корки, К, мм	2	2	2	2	2	2	2
5	рН фильтрата	10,27	10,27	10,26	10,25	10,23	10,20	10,15
6	Статическое напряжение сдвига, СНС <sub>1/10</sub> , дПа	20/30	20/30	20/30	20/30	20/30	22/30	23/32
7	Динамическое напряжение сдвига, $\tau_0$ , дПа	17	13	14	15	18	20	20
8	Пластическая вязкость, $\eta$ , мПа·с	8	8	8	8	8	8	8
9	Угол страгивания корки по КТК, К <sub>СТР</sub> , градус	12	5	3	3	3	3	3

При обработке глинистых растворов реагентом K-LUBE незначительно снижается уровень рН. В глинистой суспензии по мере повышения концентрации реагента динамическое напряжение сдвига снижается (с минимальными значениями при концентрации K-LUBE около 0,5 %), затем повышается, уже при

концентрации более 1 % превышая исходные величины. Липкость глинистой корки при введении реагента эффективно уменьшается, достигая минимальных величин при концентрации 0,5 % K-LUBE, и далее стабилизируется. При достижении концентрации реагента 1,5 % и более статическое напряжение сдвига несколько увеличивается. На остальные параметры добавка K-LUBE не влияет.

Таблица 3

Влияние реагента K-LUBE на свойства наработанного бурового раствора

№, п.	Параметры раствора	Буровой раствор (БР)*	Добавка к БР K-LUBE, %					
			0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	3,0
1	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160
2	УВ, с	23	23	23	23	23	23	23
3	ПФ, см <sup>3</sup> /30 мин	9	9	9	9	9	9	9
4	К, мм	1	1	1	1	1	1	1
5	рН	9,09	9,07	9,07	9,02	9,01	8,99	8,93
6	СНС <sub>1/10</sub> , дПа	0/8	0/8	0/8	0/9	0/9	0/10	0/10
7	$\tau_0$ , дПа	17	18	18	18	18	20	20
8	$\eta$ , мПа·с	9	9	9	9	9	9	11
9	К <sub>СТР</sub> , градус	20	12	8	5	3	3	3

Примечание: \* - БР со 2 куста Спорышевского месторождения, отобран при забое скважины 2800 м, обработан химреагентами: Кем-Пас, Тилоза ЕС7, ГКЖ. Расшифровка параметров дана в табл. 2

В наработанном на скважине буровом растворе также эффективно снижается липкость глинистой корки при достижении максимальных значений с 1 % K-LUBE, далее показатели стабилизируются. Структурно-механические свойства в буровом растворе со смазочной добавкой по мере увеличения концентрации повышаются незначительно. Вспенивания растворов не наблюдалось.

В дальнейшем были проведены эксперименты с глинистыми растворами, когда специально создавались условия пенообразования при высокоскоростном (5000 мин<sup>-1</sup>) перемешивании. В связи с низкой пенообразующей способностью, но высокой стоимостью реагента K-LUBE были также изучены свойства комплексного реагента (КР) - K-LUBE + Оксаль, в котором компоненты смешаны в соотношении 1:1. Результаты выполненных экспериментов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние смазочных добавок  
на вспенивающую способность бурового раствора

№, п.	Тип раствора, обработка	Объем раствора до/после перемешивания, мл	Плотность раствора до/после перемешивания, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
1	ГС (УВ=23 с, рН = 10,27, ПФ = 17 см <sup>3</sup> /30 мин)	100/100	1059/1052
2	п.1 + 0,3% К-LUBE	100/110	1059/987
3	п.1 + 0,5% К-LUBE	100/110	1059/984
4	п.1 + 1,0% К-LUBE	100/110	1059/976
5	п.1 + 1,5% К-LUBE	100/110	1059/976
6	п.1 + 3,0% К-LUBE	100/110	1059/977
7	п.1 + 0,1% Оксаля	100/130	1059/650
8	п.1 + 0,3% Оксаля	100/140	1059/560
9	п.1 + 0,5% Оксаля	100/180	1059/500
10	п.1 + 0,7% Оксаля	100/160	1059/657
11	п.1 + 1,0% Оксаля	100/120	1059/942
12	п.1 + 1,5% Оксаля	100/110	1059/960
13	п.1 + 3,0% Оксаля	100/110	1059/979
14	п.1 + 0,1% КР (К-LUBE + Оксаль 1:1)	100/120	1059/860
15	п.1 + 0,3% КР	100/120	1059/872
16	п.1 + 0,5% КР	100/120	1059/817
17	п.1 + 0,7% КР	100/110	1059/845
18	п.1 + 1,0% КР	100/110	1059/929
19	п.1 + 1,5% КР	100/110	1059/942
20	п.1 + 3,0% КР	100/110	1059/980
21	БР*	100/100	1120/1092
22	п.21 + 0,3% К-LUBE	100/105	1120/1084
23	п.21 + 0,5% К-LUBE	100/110	1120/1080
24	п.21 + 0,7% К-LUBE	100/110	1120/1077
25	п.21 + 1,0% К-LUBE	100/110	1120/1077
26	п.21 + 1,5% К-LUBE	100/110	1120/1077
27	п.21 + 3,0% К-LUBE	100/110	1120/1066
28	п.21 + 0,1% Оксаля	100/140	1120/986
29	п.21 + 0,3% Оксаля	100/160	1120/904
30	п.21 + 0,5% Оксаля	100/160	1120/900
31	п.21 + 0,7% Оксаля	100/140	1120/987
32	п.21 + 1,0% Оксаля	100/130	1120/1040
33	п.21 + 1,5% Оксаля	100/120	1120/1062
34	п.21 + 3,0% Оксаля	100/110	1120/1070
35	п.21 + 0,1% КР (К-LUBE + Оксаль 1:1)	100/110	1120/1068
36	п.21 + 0,3% КР	100/130	1120/1020
37	п.21 + 0,5% КР	100/130	1120/1022

№, п.	Тип раствора, обработка	Объем раствора до/после перемешивания, мл	Плотность раствора до/после перемешивания, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
38	п.21 + 0,7% КР	100/120	1120/1034
39	п.21 + 1,0% КР	100/110	1120/1050
40	п.21 + 1,5% КР	100/110	1120/1056
41	п.21 + 3,0% КР	100/110	1120/1066
Примечание:* - БР со 2 куста Спорышевского месторождения, отобран при забое скважины 2800 м, обработан химреагентами: Кем-Пас, Тилоза ЕС7, ГКЖ.			

При интенсификации процессов пенообразования смазочная добавка K-LUBE приводит к увеличению объема глинистой суспензии на 10% и уменьшению плотности на 6-7 %.

В буровом растворе изменение объема примерно такое же, а влияние реагента на снижение плотности менее выражено (до 2,5 %).

Оксаль интенсивно вспенивает глинистую суспензию при максимальном увеличении объема на 80 % и уменьшении плотности на 53 % при концентрации 0,5 %. Дальнейшее увеличение содержания Оксаля приводит к резкому снижению пенообразования суспензии, которое при 3% становится несущественным [3]. В буровом растворе пенообразование с Оксалем менее выражено и при 0,5 % происходит также максимальное увеличение объема (на 60 %) и снижение плотности (на 11 %). В дальнейшем активность пенообразования также падает, причем при концентрации 3 % с Оксалем плотность растворов даже выше, чем с K-LUBE.

Уровень пенообразования при применении комплексной смазочной добавки из Оксаля и K-LUBE был сведен к средним показателям. Проявилось выгодное свойство уменьшения вспенивания растворов реагентом K-LUBE в области малых концентраций Оксаля и наоборот Оксалем добавки K-LUBE в области повышенных концентраций.

Если при применении Оксаля без пеногасителя не обойтись, то при использовании комплексного реагента пеногаситель уже не потребуется.

Таким образом, наиболее удачным технологическим решением является применение в качестве смазочной добавки комплексного реагента из K-LUBE и Оксаля. Это позволит скомпенсировать недостатки, возникающие при использовании реагентов в отдельности и сэкономить на обработке раствора.

Оптимальная концентрация добавки K-LUBE в буровые растворы 0,5-1,0 %, а комплексного реагента K-LUBE + Оксаль – 1,0-1,5 %. Ввод зарубежной смазочной добавки или комплексной (из зарубежного и отечественного реагента) необходимо начинать при увеличении угла страгивания глинистой корки (липкости корки) более десяти градусов по прибору КТК или ЛК-1. Исходя из практики бурения в Ноябрьском регионе, обычно это происходит при глубинах скважины 1400-1500 м, но иногда и ранее – уже при забое 900 м.

Обработку раствора целесообразно производить через дозировочную емкость во всас бурового насоса. Не допускается ввод реагента K-LUBE одновременно с полимерным раствором и реагентом ГКЖ-10 (11). Так же нежелательно вводить смазочную добавку в буровой раствор с несоответствующими КПОР параметрами, в частности повышенными структурно-реологическими и фильтрационными свойствами. Предварительно следует обработать раствор и довести его показатели до указанных в геолого-техническом наряде.

### Литература

1. Петров Н.А., Сагдеев Ш.Х., Есипенко А.И.и др. Химреагенты и материалы для буровых растворов. Часть 1.: Обзор.информ.- М.: ВНИИОЭНГ, 1977.- 64с.
2. Петров Н.А., Сагдеев Ш.Х., Есипенко А.И.и др. Регулирование основных и специальных свойств буровых растворов.- М.: ВНИИОЭНГ, 1998.- 32с.- (Обзор.информ.).
3. Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промывке скважин.- М.: Недра,1984.- 317с.