

УДК 622.24

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ ЛУБРИКАНТОВ И ЭМУЛЬГАТОРОВ В КАЧЕСТВЕ СМАЗОЧНЫХ ДОБАВОК ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Петров Н.А., Попов А.Н.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа  
e-mail: napetroff@mail.ru*

Давыдова И.Н.

*ООО «Газпромнефть НИЦ», г. Санкт-Петербург*

**Аннотация.** *Исследованы противоприхватные, вспенивающие и смазочные свойства реагентов в различных средах. Выявлена проникающая способность реагентов и определено их влияние на основные свойства естественных буровых растворов Западной Сибири. Приведена рекламная информация американских лубрикантов и эмульгаторов и изучены их физико-химические свойства.*

**Ключевые слова:** *поверхностно-активное вещество, противоприхватный реагент, смесь, смазочная добавка, бентонитовая суспензия, буровой раствор, фильтровальная бумага, коэффициент трения, силы трения*

В последние два десятилетия при строительстве скважин широко применяются в промывочных жидкостях экологически безопасные химические реагенты и материалы. В буровые предприятия Западной Сибири стали поступать как опытно-промышленные, так и мелкие опытные партии новых смазочных добавок. При наличии большого разнообразия химических реагентов необходимо уделять повышенное внимание анализу качества поступающих партий химпродуктов, а также соответствию горно-геологическим и технологическим условиям нефтегазового региона [1 - 3].

В качестве смазочных добавок нами были исследованы химические реагенты «M-I Drilling Fluids» из группы лубрикантов и эмульгаторов: PIPE-LAX, PIPE-LAX W, LUBE-167, PIPE-LAX ENV, BIT LUBE EXPORT, LUBE-106.

Приведем рекламную информацию американских реагентов.

PIPE-LAX (ПАЙП-ЛАКС) – поверхностно-активное вещество, представляет собой химический концентрат органических соединений, который смешивается с нефтью при приготовлении пропитывающего раствора (жидкостной ванны) для эффективного освобождения дифференциально прихваченной буровой трубы. Добавление, как минимум, 1 галлона (3,8 л) PIPE-LAX в каждый баррель (159 л) закачиваемой в скважину нефти повышает эффективность применения нефти вследствие того, что увеличивается ее способность проникать в глинистую корку. Реагент PIPE-LAX способствует уменьшению скорости пропитывания нефтью глинистой корки и увеличивает шансы на извлечение прихваченной трубы без дорогостоящих ловильных работ. PIPE-LAX не флуоресцирует и может

использоваться во всех типах буровых растворов на водной основе, а также в нефтяных растворах. Заливается реагент в канистры по 18,9 л (5 галлонов) и бочки по 208,2 л (55 галлонов). Плотность около 950 кг/м<sup>3</sup> (7 фунт/гал).

PIPE-LAX W (ПАЙП-ЛАКС ДАБЛЮ) – жидкая смесь поверхностно-активных и способных к образованию суспензий веществ, разработанная для освобождения дифференциально прихваченной в скважине бурильной колонны. При смешивании с дизельным топливом или минеральным маслом и водой образуется стойкая эмульсия, которая создает хорошую суспензию с баритом. Системы PIPE-LAX W могут утяжеляться до 19 фунтов на галлон (2 280 кг/м<sup>3</sup>). Разливается реагент в бочки по 208,2 л (55 галлонов).

LUBE-167 (ЛУБ-167) – эффективный лубрикант, который можно использовать в любом буровом растворе на водной основе. Состав этого смазочного материала позволяет использовать его там, где нельзя применять более токсичные материалы. Во всех системах буровых растворов на водной основе при применении LUBE-167 отмечается снижение крутящего момента на роторе ввиду снижения сопротивления вращению раствора. Реагент разливается в канистры по 18,9 л (5 галлонов) и бочки по 208,2 л (55 галлонов).

PIPE-LAX ENV (ПАЙП-ЛАКС ИЭН-ВИ) – жидкий химический продукт, используемый при приготовлении утяжеленных и неутяжеленных пропитывающих растворов (жидкостных ванн) для освобождения прихваченных в скважине бурильных труб. Утяжелитель добавляется прямо в неразбавленный химпродукт, что ускоряет установку жидкостной ванны в скважине. PIPE-LAX ENV может быть включен в систему бурового раствора (до 4 % объема), при этом значение 50 для большинства растворов превышает 30 000 частиц/миллион. При введении этой жидкостной ванны в состав бурового раствора в большинстве систем отмечено уменьшение крутящего момента и сопротивления раствора. Поставляется продукт в бочках по 208,2 л (55 галлонов), а в некоторых районах – в цистернах большой емкости.

BIT LUBE EXPORT (БИТ ЛУБ ЭКСПОРТ) – органическая смесь биodeградирующих (биоразлагающихся) лубрикантов, которые придают промывочной жидкости превосходные гидродинамические, граничные и высококомпрессионные смазочные характеристики без негативного воздействия на свойства бурового раствора. Концентрация этой смеси от 0,1 до 0,5 % вес. вполне достаточна для большинства горно-геологических и технико-технологических условий бурения. Для получения однородного раствора реагент BIT LUBE EXPORT следует добавлять в хорошо размешиваемую среду. Закачивается смесь в бочки по 208,2 л (55 галлонов). В США реагент не выпускается и не применяется.

LUBE-106 (ЛУБ-106) – органическая смесь биodeградирующих (биодеструктурирующих) лубрикантов, которые улучшают гидродинамические, граничные и высококомпрессионные смазочные характеристики бурового раствора без нега-

тивного воздействия на их основные свойства. Концентрации смеси LUBE-106 от 0,1 до 0,5 % вес. вполне достаточны для большинства условий бурения. Эту смесь следует добавлять в хорошо перемешиваемую среду для получения однородного раствора. Разливается реагент в бочки по 208,2 л (55 галлонов).

Рассмотрим результаты проведенных нами исследований.

Определяли плотность и вязкость химвеществ (табл. 1), исследовали совместимость с различными технологическими жидкостями (табл. 12), вспенивающую способность на искусственной бентонитовой суспензии (табл. 13). Определение вспенивающей способности проводили экспресс-методом, путем замера объема после перемешивания бентонитовой суспензии на высокоскоростной мешалке (5 000 мин<sup>-1</sup>). Ввиду малой вспенивающей способности замеры плотности суспензии не проводили. Определяли силу трения и коэффициент трения («металл-металл») в известных смазочных материалах и исследуемых реагентах на машине трения МТ-2 (табл. 4 и 5) и влияние добавок этих реагентов на основные и смазочные свойства буровых растворов (табл. 6).

Таблица 1. Физико-химические свойства смазочных добавок

Наименование реагента	Внешний вид	Запах	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> , при 20 °С	Вязкость, сСт при 20 °С	Вязкость, сПз при 20 °С
PIPE-LAX W EXPORT	Маловязкая жидкость темно-коричневого цвета	Специфический, олифы, резкий	877	8,68	7,61
PIPE-LAX	Густая жидкость темно-коричневого цвета	Специфический, олифы	Не измер.	3698,24	-
LUBE-167	Маловязкая жидкость коричневого цвета	Не резкий, мягкий, технических масел	974	42,23	41,13
PIPE-LAX ENV	Вязкая жидкость грязно-желтого цвета	Специфический, олифы, нерезкий	1000,4	87,77	87,81
BIT LUBE EXPORT	Маловязкая жидкость темно-коричневого цвета	Резкий, специфический, олифы	892	19,32	17,23
LUBE-106	Вязкая жидкость серо-желтого цвета	Специфический, сладковатый, аммиачный	1025	862,27	883,83

Таблица 2. Результаты исследований совместимости реагентов фирмы «M-IDrillingFluids» с различными технологическими жидкостями (соотношение среда-реагент- 10:1)

Наименование реагента	Технологическая жидкость										
	H <sub>2</sub> O техническая	NaCl $\rho = 1098$ кг/м <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub> $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup>	KCl $\rho = 1136$ кг/м <sup>3</sup>	AXH $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup>	Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> $\rho = 1116$ кг/м <sup>3</sup>	APHK $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup>	Керосин	Толуол	Ацетон	КОР-1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. PIPE-LAX W EXPORT	Не растворяется, при перемешивании диспергируется в виде мелких глобул, затем высаливается на поверхности.	Не растворяется, при перемешивании диспергируется по всему объему в виде мелких глобул, затем высаливается на поверхности в виде коричневого подвижного слоя.					Полное растворение с получением коричневого прозрачного раствора.			Неполное растворение, на дне небольшое количество осадка.	Частичное растворение на дне небольшой подвижный осадок, коричневый раствор.
2. PIPE-LAX	Не растворяется. При перемешивании диспергируется в виде мелких глобул, затем высаливается на поверхности в виде подвижного коричневого слоя.						Частичное растворение на дне кристаллический осадок. Верхняя часть - прозрачный коричневый раствор.	Растворяется частично с образованием мутного раствора и осадка на дне в виде мути.	Не растворяется. На дне осадок, превышающий по объему реагент.	Диспергируется при перемешивании, затем оседает на дно.	
3. LUBE-167	Диспергируется с получением нестойкой эмульсии.	Не растворяется. Реагент высаливается на поверхности мажеобразной массой.					Неполное растворение, после отстоя на дне подвижный слой желтого цвета.	Неполное растворение, с образованием мутного раствора. После отстоя на дне подвижный осадок.	Неполное растворение. После отстоя на дне подвижный осадок.	Полное растворение, с образованием прозрачного осадка. После отстоя на дне подвижный осадок.	

Наименование реагента	Технологическая жидкость										
	H <sub>2</sub> O техническая	NaCl $\rho = 1098$ кг/м <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub> $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup>	KCl $\rho = 1136$ кг/м <sup>3</sup>	AXH $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup>	Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> $\rho = 1116$ кг/м <sup>3</sup>	APHK $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup>	Керосин	Толуол	Ацетон	КОР-1
4. PIPE-LAX ENV	Не растворяется, при перемешивании диспергируется, после отстоя высаливается на поверхности желтым масляным слоем, на дне подвижный белый осадок.	Не растворяется. Высаливается на поверхности в виде мазеподобной массы, раствор после отстоя не перемешивается.			Не растворяется. Высаливается на поверхности в виде мазеподобного осадка после отстоя хорошо диспергируется.		Не растворяется, выпадает в осадок в виде аморфных хлопьев.	Не растворяется. После перемешивания диспергируется, при отстое на дне осадок в виде хлопьев. Раствор хорошо перемешивается.			
5. BIT LUBE EXPORT	Образование нестойкой эмульсии молочного цвета, после отстоя – расслоение на два слоя: сверху – масляный коричневый, внизу – мутный, белый раствор.	Образование нестойкой эмульсии светло-коричневого цвета. После отстоя – расслоение на два слоя-верхний по объему менее объема реагента темно-коричневого цвета, нижний - раствор молочно-желтого цвета, непрозрачный.				Полное растворение с образованием прозрачного коричневого раствора.		Неполное растворение с образованием прозрачного коричневого раствора.		Диспергируется с образованием мутного раствора, на дне подвижный осадок.	
6. LUBE-106	Образование стойкой эмульсии молочного цвета.	Образование нестойкой эмульсии. После отстоя – расслоение: в верхнем слое – отделение реагента, в нижнем – дисперсия мутного цвета.				Диспергируется с образованием мутного раствора, на дне осадок.		Диспергируется с образованием мутного раствора.	Полное растворение с образованием светлого прозрачного раствора.	Неполное растворение, на дне подвижный осадок.	

Примечание: AXH – аминированный хлористый натрий; APHK – аммонизированный раствор нитрата кальция; КОР-1 – спиртосодержащий химпродукт.

Таблица 3. Определение вспенивающей способности американских смазочных и противоприхватных реагентов

Наименование реагента	Количество добавляемого реагента, %	Время перемешивания, мин	Объем до и после перемешивания, мл	Увеличение объема, %	Объем после отстоя, в течение 1 ч, мл
1. PIPE-LAX	1	1	101/110	8,91	110
2. PIPE-LAX W EXPORT	1	1	101/104	2,97	104
3. LUBE-167	1	1	101/120	18,81	110
4. LUBE-167 (старая партия)	1	1	101/120	18,81	114
5. PIPE-LAX ENV	1	1	101/102	0,99	102
6. BIT LUBE EXPORT	1	1	101/110	8,91	108
7. LUBE-106	1	1	101/101	0	101
8. LUBE-167 (пром. партия из СУБРа от 10.07.95 )	1	1	101/101	0	101

Таблица 4. Определение силы трения ( $F_{тр}$ ) и коэффициент трения ( $\varphi$ ) в различных средах

Нагрузка, кг	$n_{ср}$	$F_{тр} = K_2 n_{ср}$	$\varphi$
1	2	3	4
нефть			
без нагрузки	0,86	-	-

Нагрузка, кг	$n_{cp}$	$F_{mp} = K_2 n_{cp}$	$\varphi$
1	2	3	4
1,0	3,23	10,56	0,14
2,0	14,75	38,20	0,25
3,0	22,50	47,25	0,20
3,4	26,50	49,02	0,19
3,8	30,75	52,58	0,18
4,2	34,25	54,11	0,17
трансформаторное масло			
без нагрузки	0,80	-	-
1,0	2,17	7,09	0,090
2,0	8,67	22,45	0,145
3,0	12,5	26,25	0,114
3,4	13,67	25,29	0,097
3,8	15,17	25,94	0,089
4,2	18,83	29,75	0,092
масло дизельное			
без нагрузки	0,50	-	-
1,0	1,47	4,81	0,063
2,0	7,90	20,46	0,133
3,0	12,00	25,20	0,109
3,4	12,83	23,73	0,091
3,8	14,00	23,94	0,082
4,2	14,93	23,43	0,72
Флотореагент - Оксаль			

Нагрузка, кг	$n_{cp}$	$F_{mp} = K_2 n_{cp}$	$\varphi$
1	2	3	4
без нагрузки	0,50	-	-
1,0	2,17	7,09	0,092
2,0	9,73	25,20	0,164
3,0	12,66	26,59	0,115
3,4	13,33	24,66	0,094
3,8	14,40	24,62	0,084
4,2	16,07	25,39	0,079
LUBE-167			
без нагрузки	0,50	-	-
1,0	1,93	6,31	0,082
2,0	7,23	18,65	0,121
3,0	11,16	23,44	0,102
3,4	11,83	21,88	0,083
3,8	13,00	22,23	0,076
4,2	14,16	22,37	0,069
Реагент СОЖ-1			
без нагрузки	0,20	-	-
1,0	0,50	2,52	0,033
2,0	0,77	9,80	0,064
3,0	3,80	12,94	0,056
3,4	6,16	11,60	0,044
3,8	6,70	11,46	0,039
4,2	8,30	13,11	0,041
Оксаль (новая партия)			



Нагрузка, кг	$n_{cp}$	$F_{mp} = K_2 n_{cp}$	$\varphi$
1	2	3	4
без нагрузки	0	-	-
1,0	0,70	2,29	0,030
2,0	5,70	14,76	0,098
3,0	10,50	22,05	0,096
3,4	11,55	21,37	0,082
3,8	12,80	21,89	0,075
4,2	13,70	21,65	0,067
ГКЖ-10			
без нагрузки	1,05	-	-
1,0	3,58	11,71	0,153
2,0	4,20	10,84	0,071
3,0	5,83	12,23	0,053
3,4	6,08	11,25	0,043
3,8	6,95	11,88	0,041
4,2	8,00	12,64	0,039

Примечание:  $n_{cp}$  – представляет собой среднюю величину из 3 - 4 определений;  
 $K$  – переводной коэффициент.

Таблица 5. Результаты определения силы трения и коэффициента трения американских смазочных добавок на приборе МТ-2

Нагрузка, кг	$n_{cp}$	$F_{mp} = K_2 n_{cp}$	$\varphi$
1	2	3	4
PIPE-LAX			
1,0	0,6	1,962	0,0256
2,0	4,0	10,360	0,0681
3,0	6,8	14,280	0,0620

Нагрузка, кг	$n_{cp}$	$F_{mp} = K_2 n_{cp}$	$\varphi$
1	2	3	4
3,4	7,4	13,690	0,0525
3,8	8,4	14,360	0,0493
4,2	10,2	16,120	0,0500
PIPE-LAX W EXPORT			
1,0	0,8	2,680	0,0349
2,0	5,0	12,900	0,084
3,0	10,2	21,420	0,093
3,4	13,3	24,050	0,092
3,8	16,6	28,386	0,0974
4,2	21,2	33,496	0,1039
LUBE-167			
1,0	0	0	0
2,0	3,25	8,385	0,0546
3,0	6,12	12,852	0,0558
3,4	7,00	12,950	0,0496
3,8	7,75	13,252	0,0454
4,2	8,56	14,637	0,0454
PIPE-LAX ENV			
1,0	0,04	0,1308	0,0017
2,0	3,70	9,546	0,0622
3,0	6,14	12,894	0,0560
3,4	7,08	13,098	0,0502
3,8	7,86	13,441	0,0461
4,2	8,66	13,682	0,0425
BIT LUBE EXPORT			
1,0	0,06	0,1962	0,0256
2,0	4,01	10,346	0,0674
3,0	6,84	14,364	0,0624

Нагрузка, кг	$n_{cp}$	$F_{mp} = K_2 n_{cp}$	$\varphi$
1	2	3	4
3,4	7,60	14,060	0,0539
3,8	8,32	14,227	0,0488
4,2	9,08	14,346	0,0445
LUBE-106			
1,0	0	0	0
2,0	3,00	7,740	0,0505
3,0	5,40	11,340	0,0493
3,4	6,08	11,248	0,0341
3,8	6,96	11,902	0,0408
4,2	7,56	11,945	0,0371

Примечание:  $n_{cp}$  – представляет собой среднюю величину из 5 определений;  
 $K$  – переводной коэффициент прибора.

Ввиду того, что некоторые из испытуемых реагентов используются в качестве или в составе жидкостных ванн, применяемых для освобождения прихвата (PIPE-LAX, PIPE-LAX W, PIPE-LAX ENV), была предпринята попытка оценить во времени увеличение скорости пропитки нефтью пористой среды в присутствии реагентов этого назначения с помощью разработанной нами методики. Одинаковые полоски фильтровальной бумаги (сухие и влажные) с нанесенными на них делениями помещали на одинаковую глубину в нефть без добавок и в нефть, содержащую 2,5 % реагента, включали секундомер и отмечали время пропитки на 1 см (табл. 7). Реагент PIPE-LAX дополнительно был исследован на скорость проникновения уплотненный глинопоророшок при применении совместно с нефтью и чистой нефтью (табл. 8).

Реагент PIPE-LAX W исследовали на эмульгирующую способность (образование эмульсии при смешивании с дизельным топливом и водой в соотношении реагент: дизельное топливо: вода (5:25:70) и способность данной эмульсии сус-пендировать и удерживать во взвешенном состоянии барит, для чего готовили эмульсию состава (% об.): PIPE-LAX W – 5, дизельное топливо – 25, вода техническая – 70.

Предварительно готовили суспензию барита в воде (1:2), разливали (по 10 мл) в пробирки и центрифугировали в течение 5 мин при  $2000 \text{ мин}^{-1}$ , воду сливали и затем уплотненные осадки барита заливали соответственно дизельным топливом, эмульсией, реагентом PIPE-LAX W и технической водой. Пробирки энергично встряхивали 10 раз, отмечали степень возникшей суспензии барита. Затем пробы тщательно перемешивали стеклянной палочкой и снова центрифугировали в течение 1 мин, отмечали характер осадка в разных средах (табл. 9).

Таблица 6. Влияние добавок зарубежных реагентов на основные и смазочные свойства естественного бурового раствора Западной Сибири

Обработка раствора	Свойства раствора									
	УВ, с	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	рН	ПФ см <sup>3</sup> /30 мин	$K$ , мм	$\eta$ , мПа·с	$\tau_0$ , дПа	СНС1/10, дПа	$K_{тр}$	Противоприхватные свойства
1. Исх. буровой р-р, куст 30А, Сугмутское месторождение. Обработка: Кем-Пас, Поликем Д	29	1157	9,45	17,0	1,5	5	12	8/10	0,231	68,79
2. П.1 + 0,1% LUBE-106	29	1157	9,95	16,5	1,5	5	12	8/10	0,176	-
3. П.1 + 0,3% LUBE-106	29	1157	10,15	16,5	1,5	5	11	8/9	0,158	51,40
4. П.1 + 0,5% LUBE-106	29	1157	10,20	17,0	1,5	5	11	6/10	0,105	50,60
5. П.1 + 0,7% LUBE-106	29	1157	10,15	16,0	1,5	4	10	4/12	отс.	36,12
6. П.1 + 1,0 % LUBE-106	29	1157	10,15	16,0	1,5	4	9	8/10	отс.	31,31
7. П.1 + 0,1% LUBE-167	29	1157	9,30	16,0	1,5	5	12	8/10	0,176	-
8. П.1 + 0,3% LUBE-167	29	1157	9,40	15,0	1,5	5	10	8/9	0,087	51,77
9. П.1 + 0,5% LUBE-167	29	1157	9,50	15,0	1,5	4	11	6/20	отс.	56,89
10. П.1 + 0,7% LUBE-167	29	1157	9,60	16,0	1,5	4	11	8/17	отс.	46,90
11. П.1 +1,0 % LUBE-167	29	1157	9,65	16,5	1,5	5	12	7/10	отс.	41,12
12. П.1 + 0,1% PIPE-LAX ENV	29	1157	9,45	17,0	1,5	4	11	7/20	0,176	-
13. П.1 + 0,3% PIPE-LAX ENV	29	1157	9,45	17,0	1,5	4	12	7/20	0,176	30,90
14. П.1 + 0,5% PIPE-LAX ENV	28	1157	9,45	17,0	1,5	4	11	7/20	0,201	38,60
15. П.1 + 0,7% PIPE-LAX ENV	28	1157	9,45	17,0	1,5	4	12	7/20	0,114	38,20
16. П.1 +1,0 % PIPE-LAX ENV	28	1157	9,45	17,0	1,5	4	13	7/20	0,194	19,35
17. П.1 + 0,1% PIPE-LAX	29	1157	9,35	16,0	1,5	4	10	7/10	0,176	-
18. П.1 + 0,3% PIPE-LAX	29	1157	9,35	16,0	1,5	4	11	7/11	0,176	42,30
19. П.1 + 0,5% PIPE-LAX	29	1157	9,35	16,0	1,5	4	10	7/10	0,156	38,00
20. П.1 + 0,7% PIPE-LAX	29	1157	9,35	16,0	1,5	4	10	7/10	0,105	26,40

Обработка раствора	Свойства раствора									
	УВ, с	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	рН	ПФ см <sup>3</sup> /30 мин	$K$ , мм	$\eta$ , мПа·с	$\tau_0$ , дПа	СНС1/10, дПа	$K_{mp}$	Противоприхватные свойства
21. П.1 + 1,0% PIPE-LAX	29	1157	9,30	16,0	1,5	4	10	7/10	0,090	29,20
22. П.1 + 0,1% PIPE-LAX W EXPORT	29	1157	9,35	16,0	1,5	4	10	7/10	0,176	-
23. П.1 + 0,3% PIPE-LAX W EXPORT	29	1157	9,30	16,0	1,5	4	10	7/10	0,141	35,07
24. П.1 + 0,5% PIPE-LAX W EXPORT	29	1157	9,00	16,0	1,5	4	11	7/10	0,176	44,10
25. П.1 + 0,7% PIPE-LAX W EXPORT	29	1152	9,00	16,0	1,5	4	10	7/11	0,141	32,15
26. П.1 + 1,0% PIPE-LAX W EXPORT	29	1145	8,85	16,0	1,5	4	10	7/10	0,123	46,18
27. П.1 + 0,1% LUBE EXPORT	27	1157	9,35	16,0	1,5	4	10	7/10	0,176	-
28. П.1 + 0,3% LUBE EXPORT	27	1157	9,35	16,0	1,5	4	9	7/10	0,176	27,34
29. П.1 + 0,5% LUBE EXPORT	27	1157	9,35	16,0	1,5	4	11	7/10	0,176	28,23
30. П.1 + 0,7% LUBE EXPORT	27	1157	9,35	16,0	1,5	4	11	7/10	0,123	21,50
31. П.1 + 1,0% LUBE EXPORT	27	1157	9,35	16,0	1,5	4	11	7/10	0,105	20,45

Таблица 7. Интенсивность пропитки фильтровальной бумаги в различных средах

Среда	Время пропитки на см <sup>2</sup> пористой среды, с	
	сухой фильтр	влажный фильтр
1. RIPE-LAX	51	77
2. PIPE-LAX W	307	1700
3. PIPE-LAX ENV	160	959
4. Нефть	2400	7140
5. Нефть + 2,5% PIPE-LAX	1028	1040
6. Нефть + 2,5% PIPE-LAX W	309	1810
7. Нефть + 2,5% PIPE-LAX ENV	1710	2720

Таблица 8. Степень проникновения жидкости в глинопорошок

Исследуемая среда	Объем пропитки уплотненного бентопорошка за 10 мин, см <sup>3</sup>
1. Реагент PIPE-LAX	1,5
2. Нефть	0,2
3. Нефть + 2,5% PIPE-LAX	0,6

Примечание – одинаковые навески глины уплотняли до объема 3 см<sup>3</sup>, реагенты в объеме 2 см<sup>3</sup> наливали сверху.

Таблица 9. Характеристика суспензии барита в различных жидкостях

Среда, которой заливается уплотненный барит	Внешний вид после встряхивания	Внешний вид после центрифугирования
1. Дизельное топливо	суспензия не образуется	уплотненный осадок
2. Эмульсия состава, % об.: PIPE-LAX W – 5, дизельное топливо – 25, вода – 70	суспензия возникает в превосходной степени	рыхлая суспензия по всему объему
3. PIPE-LAX W	суспензия образуется	слабо уплотненный осадок
4. Вода	суспензия образуется	уплотненный осадок

Представленные реагенты смеси органических продуктов плотностью от 877 (PIPE-LAX W EXPORT) до 1025 кг/м<sup>3</sup> (LUBE-106) различной вязкости, все они не растворимы в воде, но диспергируются в ней с образованием нестойких эмульсий (LUBE-167, BIT LUBE EXPORT, LUBE-106).

Все реагенты чувствительны к действию электролитов, некоторые в солевых растворах высаливаются на поверхности в виде мазобразной массы (PIPE-LAX ENV, LUBE-167).

Определив силы трения при контакте «металл-металл» в среде испытываемых реагентов можно отметить, что наименьшая сила трения отмечается в реагентах LUBE-106 и LUBE-167 (в 3 раза меньше, чем в нефти). Наименьшая эффективность у реагента PIPE-LAX W EXPORT (в 2 раза меньше, чем в нефти). Наибольшей успе-

нивающей способностью обладает реагент LUBE-167 (увеличение объема на 18,8%, наименьшей LUBE-106 и PIPE-LAX ENV – 0 и 0,99 % соответственно).

Данные о влиянии добавок реагентов на основные и смазочные свойства буровых растворов свидетельствуют о том, что все испытываемые реагенты не оказывают отрицательного влияния на свойства раствора. Наилучшими смазочными свойствами обладают растворы, содержащие реагенты LUBE-167 и LUBE-106. Все испытанные реагенты придают раствору некоторые противоприхватные свойства.

После термостатирования при 80 °С в течение 4 ч свойства раствора, обработанного реагентом LUBE-167, не изменились. В частности, свойства бурового раствора, отобранного с куста 30Б Сугмутского месторождения, обработанного реагентами Кем-Пас, Поликем Д и 1 % LUBE-167, были следующими: условная вязкость УВ = 26 с; плотность  $\rho = 1152 \text{ кг/м}^3$ ; рН = 8,3; показатель фильтрации ПФ = 7,5 см<sup>3</sup>/30 мин; толщина корки  $K = 0,3 \text{ мм}$ ; пластическая вязкость  $\eta = 5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ ; динамическое напряжение сдвига  $\tau_0 = 11 \text{ дПа}$ ; статическое напряжение сдвига через 1 и 10 мин СНС<sub>1/10</sub> = 2/20 дПа.

Реагенты группы PIPE-LAX приводят к увеличению эффективности противоприхватных свойств растворов и обладают возможностью образования суспензий.

На основании проведенных исследований вышеперечисленные реагенты были рекомендованы для буровых предприятий АО «ННГ»: в качестве смазочных добавок – лубриканты LUBE-167 и LUBE-106; в качестве компонента для жидкостных ванн, используемых для освобождения прихватов – реагенты PIPE-LAX и PIPE-LAX W.

### Литература

1. Петров Н.А., Сагдеев Ш.Х., Есипенко А.И. и др. Химреагенты и материалы для буровых растворов. В 2-х частях. М.: ВНИИОЭНГ, 1997. Ч. 1 – 64 с., Ч. 2 – 72 с. (Обзорн. информ.)
2. Петров Н.А., Сагдеев Ш.Х., Есипенко А.И. и др. Регулирование основных и специальных свойств буровых растворов. М.: ВНИИОЭНГ, 1998. 32 с. (Обзорн. информ.).
3. Петров Н.А., Коренько А.В., Есипенко А.И. Комплексная технология строительства скважин с использованием гидрофобизаторов в технологических жидкостях и высокочастотных технических средств для обработки стенок скважин в компоновках колонн. М.: ВНИИОЭНГ, 1997. 72 с. (Обзорн. информ.).

**STUDY OF FOREIGN LUBRICANTS AND EMULSIFIERS  
AS LUBRICATING ADDITIVES TO FLUID MUD**

*Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia  
e-mail: napetroff@mail.ru*

I.N. Davydova

*OOO "Gazpromneft NTC", Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** *The article presents anti-sticking, foaming and lubricating properties of reagents in different mediums. The article identified the penetrating ability of reagents and determined their effect on the basic properties of the natural drilling mud at Western Siberia. It contains advertising information about U.S. lubricants and emulsifiers and their physical and chemical properties.*

**Keywords:** *surface-active material, anti-stick reagent, mixture, lubricating additive, bentonite slurry, drilling mud, filter paper, friction factor, friction force*

**References**

1. Petrov N.A., Sagdeev Sh.Kh., Esipenko A.I. i dr. Khimreagenty i materialy dlya burovykh rastvorov. (Chemicals and other materials for drilling fluids. In two parts). Moscow, VNIIOENG, 1997. Part 1 – 64 p., Part 2 – 72 p. (Review. Inform.)
2. Petrov N.A., Sagdeev Sh.Kh., Esipenko A.I. i dr. Regulirovanie osnovnykh i spetsial'nykh svoystv burovykh rastvorov (Regulation of basic and special properties of drilling fluids). Moscow, VNIIOENG, 1998. 32 s. (Review. Inform.)
3. Petrov N.A., Korenyako A.V., Esipenko A.I. Kompleksnaya tekhnologiya stroitel'stva skvazhin s ispol'zovaniem gidrofobizatorov v tekhnologicheskikh zhidkostyakh i vysokochastotnykh tekhnicheskikh sredstv dlya obrabotki stenok skvazhin v komponovkakh kolonn (Integrated well construction technology using water repellents in process fluids and high frequency technical equipment for processing the borehole walls in makeup of string). Moscow, VNIIOENG, 1997. 72 s. (Review. inform.)