



# Влияние солей одно- и двухвалентных металлов на эффективность смазочных добавок к буровым растворам



**Г.Г. ИШБАЕВ**,  
д.т.н., профессор,  
генеральный директор  
ООО НПП «БУРИНТЕХ»

**Р.Р. АСАДУЛЛИН**,  
директор  
УФ ООО «РН-Бурение»

**М.Р. ДИЛЬМИЕВ**,  
начальник службы буровых  
растворов

**А.В. МАЙДАНОВА**,  
инженер лаборатории буровых  
растворов

**С.С. ЛОЖКИН**,  
к.х.н., инженер лаборатории  
буровых растворов

**В.А. ГОРПИНЧЕНКО**,  
к.х.н., инженер лаборатории  
буровых растворов

ООО НПП «БУРИНТЕХ»  
bit@burinteh.com

**В статье  
приведены  
результаты  
испытания новой  
смазочной  
добавки  
«БЛ ЭКО-САЛТ»,  
показывающей  
высокую  
эффективность в  
условиях солевой  
агрессии, а также  
сравнение с  
традиционными  
смазывающими  
добавками.**

## INFLUENCE OF ONE- AND TWO-VALENT METALS ON EFFICIENCY OF LUBRICATION ADDITIVES FOR DRILLING SOLUTIONS

**G. ISHBAEV**, BURINTEKH, Ltd., **R. ASADULLIN**, Rosneft-Burenie Co Ltd. Usinsk Branch,  
**M. DILMIEV**, **A. MAYDANOVA**, **S. LOZHKIN**, **V. GORPINCHENKO**, BURINTEKH, Ltd.

The article gives test results of new lubrication additive «BL Eco-Salt», showing high efficiency in salt aggression conditions, and comparison with traditional lubrication additives.

Keywords: drilling mud, lubrication additives, resistivity to salt, friction coefficient lowering

При бурении нефтяных и газовых скважин, как правило, возникают большие крутящие моменты и высокие силы трения бурового инструмента о стенки скважины. Для их снижения применяются специальные смазочные добавки для буровых растворов с улучшенными антиприхватными и поверхностно-активными свойствами. Многие из существующих смазочных добавок, как показывает опыт промышленного применения, теряют свою эффективность как при бурении солевых отложений с использованием соленасыщенного бурового раствора, так и при загрязнении бурового раствора вследствие разбуривания пород, слагаемых солями двухвалентных металлов, и в частности солями кальция.

Актуальной задачей является разработка смазочных добавок на основе производных растительных масел как доступного и дешевого сырья. Данные продукты олеохимии сохраняют свою эффективность в растворах с большой концентрацией солей одно- и двухвалентных металлов, а также выдерживают воздействие высоких температур вплоть до 160°C. Обладая высокой способностью к эмульгированию в водной фазе буровых растворов, такие реагенты образуют плотные смазочные слои, устойчивые в условиях тангенциальных и нормальных нагрузок и тем самым способствуют существенному снижению коэффициента трения.

Для лабораторных испытаний приготовлено 2 рецептуры смазочных добавок:

Табл. 1. Базовые буровые растворы для испытаний

Пресный глинистый раствор	Концентрация, кг/м <sup>3</sup>	NaCl Polymer	Концентрация, кг/м <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub> Polymer	Концентрация, кг/м <sup>3</sup>
Вода		Вода		Вода	
Глинопорошок м. «Медиум»	72	Глинопорошок	20	Глинопорошок	30
Глинопорошок м. ПБН	43	Щелочь	0,7	Щелочь	0,7
		Понижитель фильтрации ПАЦ НВ	5	Понижитель фильтрации, регулятор реологии – AquaPAC R	1
		Крахмал модифицированный	10	Ксантановая камедь	2
		NaCl	231	CaCl <sub>2</sub>	50
		Ксантановая камедь	3		



– **традиционная смазочная добавка** (представляет собой традиционно используемую смесь жирных кислот и эмульгаторов в инертном углеводородном носителе);

– **смазочная добавка «БЛ ЭКО-САЛТ»** – композиция эфиров жирных кислот различного химического строения. Применение эфиров жирных кислот в разработанной добавке обеспечивает формирование более прочных адсорбированных слоев, по сравнению с традиционными смазочными добавками, т. к. данные соединения обладают способностью к хемосорбции в результате взаимодействия гидрофильных групп (полярных или анионных) с окисными пленками металлической поверхности.

Смазывающая способность тестируемых добавок определялась на тестере предельного давления и смазывающей способности «LUBRICITY TESTER» модели 21200 фирмы «OFITE» (США).

Для установления эффективности смазочных добавок в условиях, приближенных к скважинным, раство-

ры со смазочными добавками термостатировались в течение 16 ч при температуре 90°C.

В результате экспериментов получены следующие данные по влиянию смазочных добавок на коэффициент трения в растворах с одно- и двухвалентными солями (табл. 2, рис. 1).

В пресном растворе, не содержащем солей одно- и двухвалентных металлов, как традиционная смазочная добавка, так и «БЛ ЭКО-САЛТ» показали высокие результаты. Коэффициент трения пары «металл-металл» снижается на 80 и 90% соответственно.

Испытания исследуемых добавок в растворе NaCl Polymer показали, что традиционная смазочная добавка неэффективна в соленасыщенных растворах. Снижение динамического коэффициента трения раствора с ней составляет 30%.

Табл. 2. Эффективность по снижению коэффициента трения при добавлении в буровой раствор 1% по объему смазочной добавки

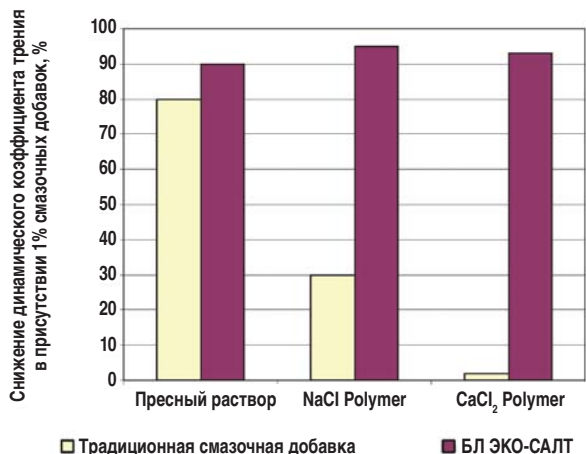


Рис. 1. Эффективность смазочных добавок по смазывающей способности в базовых буровых растворах

ТРАДИЦИОННАЯ СМАЗОЧНАЯ ДОБАВКА	СМАЗОЧНАЯ ДОБАВКА «БЛ ЭКО-САЛТ»
Снижение Ктр в пресном растворе, %	
80	90
Снижение плотности при высоких скоростях сдвига (пенообразование), %	
4	2
Снижение Ктр в растворе NaCl Polymer, %	
30	90
Снижение плотности при высоких скоростях сдвига (пенообразование), %	
10	4,8
Снижение Ктр в растворе CaCl <sub>2</sub> Polymer, %	
2	92
Снижение плотности при высоких скоростях сдвига (пенообразование), %	
10,5	6



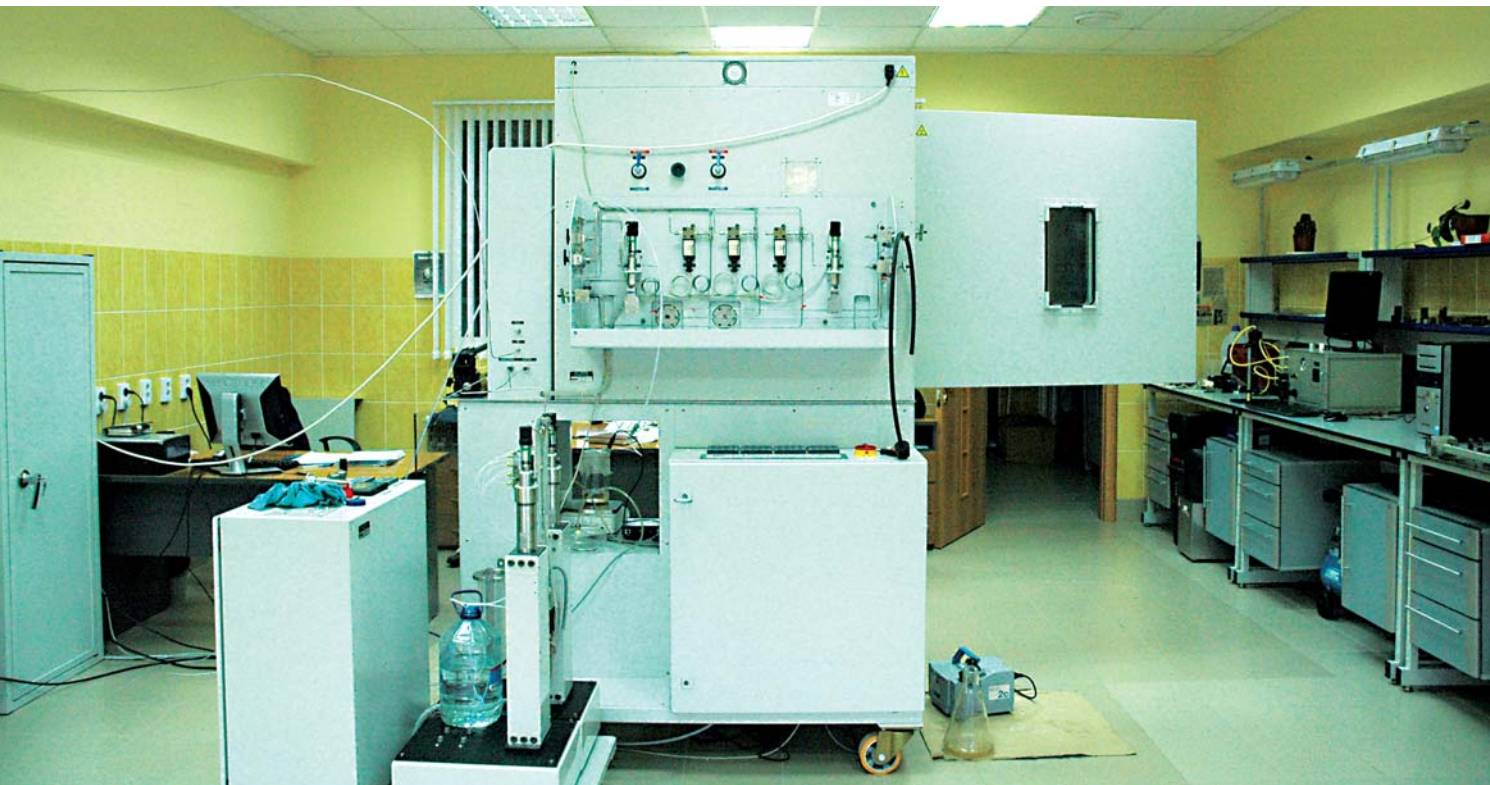


Табл. 3. Влияние исследуемых смазочных добавок в концентрации 1% по объему на параметры базового раствора NaCl Polymer

Параметр	Базовый раствор NaCl Polymer	NaCl Polymer + традиционная смазочная добавка	NaCl Polymer + «БЛ ЭКО-САЛТ»
<b>Реология</b>			
600	83	100	86
300	57	75	60
200	48	63	49
100	35	51	36
60	27	41	28
30	20	32	21
6	11	20	11
Gel 10 с/10 мин	10/17	13/21	11/18
PV, сПа	26	25	26
УР, дПа	148,5	239,5	162,8

Смазочная добавка «БЛ ЭКО-САЛТ» на основе эфиров жирных кислот различного строения показала высокую эффективность в солесыщенном растворе – снижение коэффициента трения составило более 90%.

В растворе, насыщенном ионами  $Ca^{2+}$ , традиционная смазочная добавка также теряет свою эффективность (табл. 2, рис. 1). В то же время применение смазочной добавки «БЛ ЭКО-САЛТ» в растворе  $CaCl_2$  Polymer позволяет снизить динамический коэффициент трения на 92% по сравнению с исходным раствором. Необходимо отметить, что «БЛ ЭКО-САЛТ», в отличие от традиционной смазочной добавки, не теряет своей эффективности при высоких температурах.

Еще одно важное преимущество смазочной добавки «БЛ ЭКО-САЛТ» – более низкая пенообразующая спо-

Табл. 4. Влияние исследуемых добавок в концентрации 1% по объему на параметры базового раствора  $CaCl_2$  Polymer

Параметр	Базовый раствор $CaCl_2$ Polymer	$CaCl_2$ Polymer + традиционная смазочная добавка	$CaCl_2$ Polymer + «БЛ ЭКО-САЛТ»
<b>Реология</b>			
600	50	49	45
300	34,5	37	33
200	28	32	27
100	21	24	20
60	17	21	17
30	13	17	13
6	7	9	7
Gel 10 с/10 мин	7/8	8/13	7/9
PV, сПа	15,5	12	12
УР, дПа	91	120	100,6

собность в растворе по сравнению с традиционной смазочной добавкой. Установлено, что введение изучаемых смазочных добавок в буровой раствор не вызывает значительных изменений его структурно-механических (реологических) параметров (табл. 3, 4).

Таким образом, большая концентрация ионов одно- и двухвалентных металлов в буровом растворе приводит к значительному снижению эффективности традиционных смазочных добавок, а улучшенный состав «БЛ ЭКО-САЛТ» позволяет сохранять высокие показатели смазывающей способности даже в таких агрессивных условиях. ■

**Ключевые слова:** буровой раствор, смазочные добавки, солестойкость, снижение коэффициента трения