УДК 622.24.063.2

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАКЕРНОЙ СМАЗОЧНОЙ ДОБАВКИ PS 6 ДЛЯ ЖИДКОСТЕЙ РЕМОНТА СКВАЖИН

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE LUBRICANT ADDITIVE PS-6 FOR WORKOVER FLUIDS

Приведенный Максим Владимирович
аспирант,
Северо-Кавказский федеральный университет

Бекетов Сергей Борисович
доктор технических наук,
профессор,
Северо-Кавказский федеральный университет

Мойса Юрий Николаевич
кандидат химических наук,
директор ООО «НПО «Химбурнефть»

Аннотация. В статье проведены сравнительные испытания некоторых технологически значимых характеристик импортозамещаемых и отечественных смазочных добавок серии PS для жидкостей заканчивания и ремонта скважин.

Ключевые слова: пакерная смазка, коэффициент трения, поверхностное натяжение, краевой угол смачивания.

Privedenniy Maksim Vladimirovich
Postgraduate Student,
North Caucasus Federal University

Beketov Sergey Borisovich
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
North Caucasus Federal University

Moysa Yuriy Nikolaevich
Candidate of Chemical Sciences,
director of LLC NPO «Khimburneft»

Annotation. The article presents comparative tests of some technologically significant characteristics of import-substituting and domestic lubricating additives of the PS series for well completion and repair fluids..

Keywords: packer lubricant, coefficient of friction, surface tension, wetting angle.

Необходимость применения пакерной смазочной добавки в технологических жидкостях ремонта скважин обусловлена тремя причинами: сохранение коллекторских свойств продуктивного горизонта; снижение коэффициента трения на границе «металл-металл»; защита технологического оборудования от коррозии и АСПО. Традиционные смазочные добавки к буровым растворам зачастую не совместимы с жидкостями заканчивания на основе концентрированных рассолов солей [1, 2].

В качестве пакерной смазочной добавки для обработки технологических жидкостей ремонта скважин зарубежными сервисными компаниями применяются многокомпонентные композиции, включающие продукты химических реакций жирных кислот таллового масла с этандиамином, эфиры жирных кислот и ПАВ, которые хорошо диспергируются в минерализованных растворах жидкостей глушения скважин и являются ингибиторами коррозии. Особенностью таких систем является отсутствие в их составе смоляных компонентов и, соответственно, совместимость их с рассолами без образования труднорастворимых продуктов «высаливания».

С целью разработки отечественной импортозамещающей пакерной смазочной добавки проведены исследования физико-химических и технологических свойств импортной PS (имп.) и опытной отечественной пакерной смазочной добавки марки PS 6 на российском промышленно выпускаемом сырье.

Для измерения краевого угла смачивания (КУ, Ɵ, градус) и межфазного поверхностного натяжения (ПН, б, мН/м) минерализованных растворов пакерных смазочных добавок использовали тензометр DSA 25 (KRUSS GmbH, Германия), который обеспечивает измерение краевого угла смачивания твердой фазы методом «лежачей капли» на границе «раствор – кварц – углеводород (ТС-1)» и межфазного поверхностного натяжения методом «висящей капли» раствора пакерной смазки в среде углеводорода по стандарту ASTM D1331.

Результаты измерения краевого угла (КУ, Ɵ, градус) смачивания твердой фазы методом «лежачей капли» на границе «раствор – кварц – углеводород» и межфазного поверхностного натяжения (б, ПН) методом «висящей капли» минерализованного раствора пакерной смазки PS 6 в среде углеводорода на тензометре DSA 25 приведены на рисунках 1, 2.

Коэффициент трения (Ктр) измеряли в среде минерализованных технологических жидкостей (плотность 1,18 г/см^3) с 1 % добавкой пакерной смазки на границе пары «металл – металл» на приборе EP/Lubricity Tester при нагрузке прижатия 16,95 Нм (150 фунт-сила·дюйм) и скорости вращения вала 60 об/мин в соответствии ГОСТ Р 56946-2016.

Результаты тестирования физико-химических свойств пакерной смазочной добавки PS 6 приведены в таблице 1.

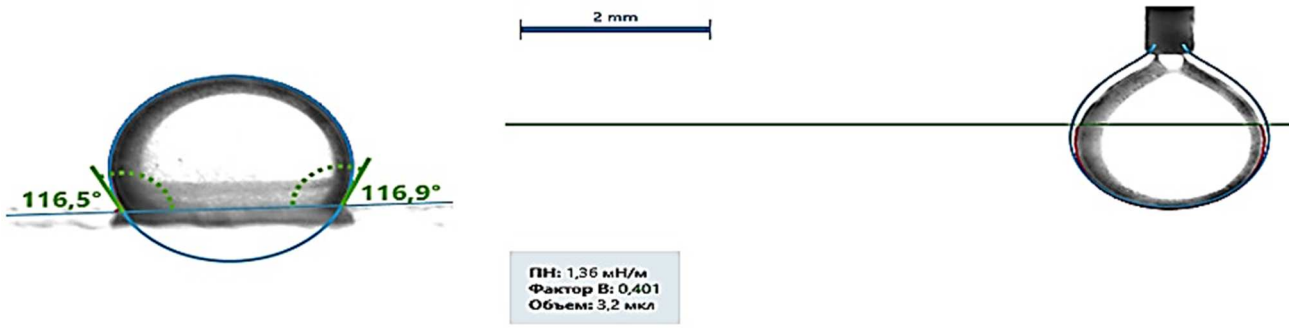

Рисунок 1 – Краевой угол смачивания КУ = 116,7°
и межфазное поверхностное натяжение ПН = 1,36 мН/м пакерной смазки марки PS 6 1 %-ного раствора
в насыщенном водном растворе NaCl на границе с углеводородом

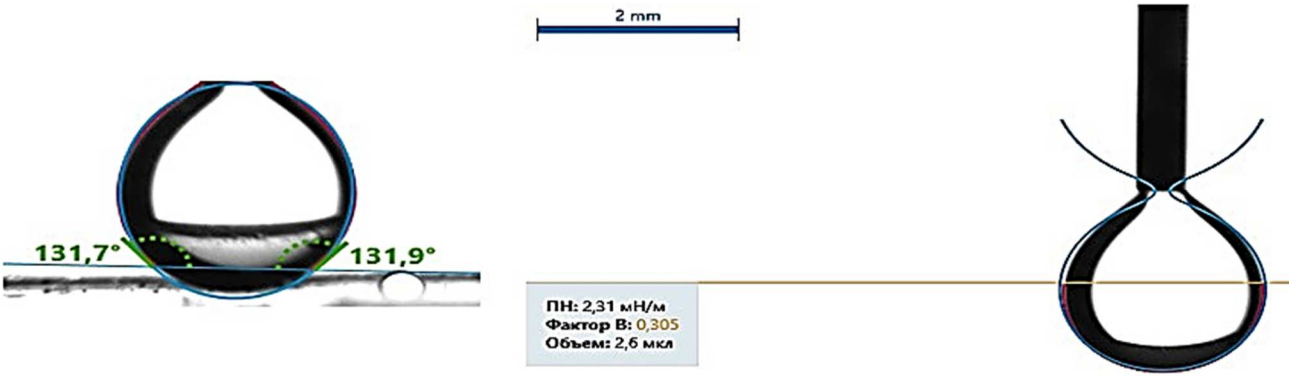

Рисунок 2 – Краевой угол смачивания КУ = 131,8°
и межфазное поверхностное натяжение ПН = 2,31 мН/м пакерной смазки марки PS 6 1 %-ного раствора
в насыщенном водном растворе $CaCl_2$ на границе с углеводородом

Таблица 1

Наименование показателя	Наименование раствора			
	1 % раствор PS 6 в NaCl	1 % раствор PS 6 в $CaCl_2$	1 % раствор PS имп. в NaCl	1 % раствор PS имп. в $CaCl_2$
Краевой угол (КУ) смачивания минерализованного раствора пакерной смазки в среде углеводорода, градус	116,7	131,8	136,6	143,5
Межфазное поверхностное натяжение (ПН) минерализованного раствора пакерной смазки на границе в углеводородом, мН/м	1,36	2,31	0,86	0,98
Коэффициент трения 1% раствора пакерной смазки на границе пары «металл – металл» на приборе EP/Lubricity Tester по ГОСТ Р 56946-2016.	0,16	0,13	0,20	0,16

Из приведенных в таблице 1 сравнительных испытаний физико-химических свойств пакерных смазочных добавок PS имп. и PS 6 для минерализованных NaCl и $CaCl_2$ жидкостей ремонта скважин следует, что по величинам КУ и ПН отечественная марка PS 6 уступает на 8–14 % импортной пакерной смазочной добавке PS имп. и превосходит на 18–20 % по величине снижения Ктр. Исследовательские работы по оптимизации рецептуры отечественной пакерной смазочной добавки марки PS 6 по улучшению поверхностно-активных свойств будут продолжены с учётом горно-геологических условий глушения нефтегазовых скважин.

Список литературы:

1. Солестойкая смазочная добавка ПАВ марки ФК-2000 Плюс, буровые растворы и технологические жидкости для вскрытия продуктивных пластов / Н.Ю. Мойса, Н.Ю. Мойса // НТЖ Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2021. – № 6(342). – С. 35–39.

2. Комплексное исследование эффективности смазочных материалов в рассолах и буровых растворах на водной основе / Ю. Жу [и др.] // Журнал американской ассоциации буровых инженеров AADE-19-NTCE-005. Денвер, Колорадо, 09.04.2019. – Денвер, 2019.

List of references:

1. Salt-resistant lubricant surfactants additive FK-200 Plus, drilling and completion fluids / N.Yu. Moysa [et al.] // Scientific and Technical Journal «Construction of oil and gas wells on land and at sea». – 2021. – № 6(342). – P. 35–39.

2. A Comprehensive Study of Lubricant Performance in Brines and Water-Based Drilling Fluids / J. Zhou // AADE-19-NTCE-005 presented at the 2019 AADE National Technical Conference and Exhibition held at the Hilton Denver City Center. Denver, Colorado, 09.04.2019. – Denver, 2019.