



ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО ИНГИБИТОРА ПАРАФИНООТЛОЖЕНИЙ

И. К. Ахмедова

НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

The study of a new paraffin inhibitor in oil production

I. K. Akhmedova

«OilGasScientificResearchProject» Institute, SOCAR, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

A new composition for controlling build up of paraffin has been developed. Preference was given to naphthenic acids, polypropylene glycol, caustic potassium and copper nanoparticles with size of 50 nm, bulk weight 5 g/cm³, specific surface area 12 m²/g. The optimal concentration of the hydrophobic reagent and its application technology under field conditions are recommended. The developed reagent is used in oil production, namely for ARPD control, in individual wells in Azerbaijan.

KEYWORDS

Well;
Wax deposition;
Inhibitor;
Nanoparticle;
Electrokinetic potential.

© 2022 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

В процессе эксплуатации нефтяных месторождений, особенно на поздней стадии их разработки интенсифицируются накопления асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО), для чего используются различные технологии для борьбы с ними, к которым относятся и применение химических реагентов [1-4], которые выбираются исходя из физико-химических свойств добываемых нефтей, а также с учетом термобарических условий продуктивного пласта [5-12].

В среде неньютоновских нефтей способ удаления АСПО имеет ряд преимуществ перед методом их предотвращения, так как асфальтены и смолы деактивируют ингибиторы парафиноотложений. Практика добычи нефти показывает, что парафин отлагается в насосно-компрессорных трубах и его толщина со временем существенно увеличивается [13, 14].

В подавляющем большинстве случаев отложения на внутренней поверхности трубопроводных коммуникаций, оборудовании, лифтовых трубах скважин, и др. встречающихся в нефтепромысловом практике представляют собой сложную смесь твердых углеводородов со значительным содержанием асфальто-смолистых веществ, масла, воды и механических примесей [14].

Твердые углеводороды являются составной частью высокомолекулярных соединений нефти и содержатся, как правило, во всех добываемых тяжелых нефтях Азербайджана.

При достаточно высокой температуре твердые угле-

водороды молекулярно растворяются в смеси других углеводородов, с понижением же температуры раствора они выделяются в виде кристаллических структур и образуют твердую фазу.

Несмотря на то что, в современной практики для борьбы с парафиновыми отложениями широко применяются тепловые, механические методы, а также различные химические реагенты и композиции на их основе, однако актуальность указанной проблемы сохраняется по сегодняшний день [15-17].

В связи с этим для разработки нового состава для борьбы парафиновыми отложениями было отдано предпочтение использованию нафтеновых кислот, так как эта продукция является основной частью кислородосодержащих компонентов нефти в объеме 0.5-3.0 %, а также поверхностно-активное вещество полипропиленгликоль (ППГ), едкий калий и наночастицы меди размерами 50 нм, насыпной плотностью 5 г/см³, удельной поверхностью 12 м²/г.

Отметим что на Бакинских заводах эта продукция извлекается из масляных и газойлевокеросиновых фракций. Согласно проведенным исследованиям было установлено, что молекулярная масса фракций нафтеновых кислот колеблется в пределах 231-278 мол, а кислотное число составляет 201-242 мг.КОН/г.

Учитывая, что нафтеновые кислоты обладают определенными поверхностно-активными свойствами, а также для усиления этих свойств было предложена обработка их с ППГ в присутствии едкого калия и наночастиц меди.

Разработанный реагент, условно названный ИКА-30 состоял из компонентов при следующих процентах

*E-mail: ilhame7007@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20220100631>

ингредиентов:

Нафтеновые кислоты	55.5 - 56.5
Полипропиленгликоль	44.3 - 42.5
Едкий калий	0.19 - 0.95
Си, размерами 50 нм	0.01 - 0.05

Физико-химические свойства ИКА-30 представлены в таблице 1.

Влияние разработанного реагента на эффективность предотвращения парафиноотложений было исследовано по методики «холодного пальца», при которой продолжительность контакта сред составляло 1 час при температуре +150 °С. Эксперименты проводились, как без наночастиц меди, так и с ними при концентрациях 0.01 - 0.05%, благодаря которым защитное действие от парафиноотложений повышается на 18-20%.

С целью выявления эффективности действия разработанного реагента ИКА-30 на примере нефти скв.208 месторождения «Гюнешли» были проведены экспериментальные исследования. Для этого в контрольной пробе без реагента, а затем с его использованием было определено количество парафиновых отложений, результаты которых показаны в таблице 2. Полученные данные сопоставимы с реагентом СНПХ-7000.

В ходе экспериментов было обнаружено, что благодаря поверхностно-активным свойствам ИКА-30 при высоких температурах в контакте с металлом образовывается защитный гидрофобный слой, который препятствует

прилипанию парафиновых отложений к металлу. Для оценки данного явления были проведены серии экспериментов по той же последовательности, но с учетом температуры (700 °С) и времени контакта с металлом (7 часов). В таблице 3 показаны оценки эффективностей состава, из которого видно, что температура также создает благоприятные условия для защиты металла от парафиновых отложений.

Исходя из проведенных исследований была рекомендована оптимальная концентрация гидрофобного реагента и технология его применения в промышленных условиях.

Большой научный и практический интерес представляет исследование поведения ИКА-30 на металле в двухфазных системах, наиболее часто встречающихся в практических условиях. При всем разнообразии форм взаимодействия ПАВ в двухфазных средах их закрепление на поверхности чаще всего носит адсорбционный характер. При этом особо важным является способность ПАВ создавать устойчивые адсорбционные пленки на поверхности металла. Органические ионы адсорбируются на противоположно заряженной поверхности металла как компенсирующие ионы и это осуществляется воздействием имеющихся в данной системе электрическими силами. Изучение электрокинетических явлений на поверхности металл-углеводороды является одним из методов выявления связи органических ионов с металлической поверхностью оборудования.

Физико- химические свойства ИКА-30			Таблица 1
№	Наименование показателей	Норма	
1	Агрегатное состояние	жидкость	
2	Цвет	От светло-желтого до коричневого	
3	Запах	Ароматических углеводородов	
4	Плотность при 20 °С, кг/м ³	950 - 960	
5	Температура замерзания, °С	50	
6	Температур кипения, °С	Начало 120	
7	Вязкость при 20 °С, мПа·с	15-25	

Сравнительные анализы ПАВ							Таблица 2
№	Название реагента	Условия проведения исследований					Эффективность действия, %
		Температура холодной поверхности	Время выдержки, мин.	Концентрация реагентов, %	Количество АСПО, г		
1	Контрольная	5	30	-	0.635	-	
2	№1+ СНПХ-7000	5	30	0.5	0.348	45.2	
3.	№1+ИКА-30	5	30	0.5	0.125	80.3	

Оценка эффективности реагента от температуры					Таблица 3
№	Условия проведения опытов	Расход подаваемого реагента, г/г	Содержание АСПО, г	Эффективность защиты от парафина, %	
1	Контрольная нефть скв. 208	-	0.725	-	
2	№1+ИКА-30	(t = 25°) 250	0.328	54.7	
3	№1+ИКА-30	(t = 70°) 250	0.188	74.1	

Одной из величин, определяющих адсорбционное поведение органических соединений на металле, является электрокинетический потенциал поверхности.

Для электрокинетических исследований процесса адсорбции композиционных ингибиторов ИКА-30 различного состава был использован образец стали из Ст-20 цилиндрической формы с рабочей поверхностью 50 мм², предварительно отшлифованный и обезжиренный.

Ингибитор вводили в двухфазную систему объемом 100 мл, указанную смесь перемешивали непрерывно с помощью магнитной мешалки.

Изменение значений потенциала в зависимости от продолжительности контакта сред, концентрации и состава ингибитора фиксировали показателем потенциометра КСП-4 относительно хлорсеребряного электрода.

Изокинетическое состояние в контрольном опыте достигали в течении 30 мин. После установления равновесного потенциала системы в исследуемую среду вводили соответствующий состав ингибитора с наночастицами и без них благодаря чему были проведены сравнительные исследования динамики электродных процессов (рис.).

Анализ экспериментальных данных показал, что реагент ИКА-30 контактируя с поверхностью металла хемосорбционно обеспечивает высокое защитное действие.

Процесс адсорбции исследованных ПАВ протекает с

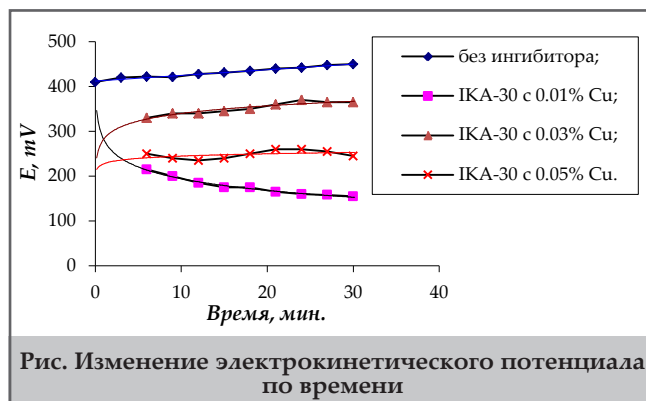


Рис. Изменение электрокинетического потенциала по времени

высокой скоростью, а именно равновесное значение электрокинетического потенциала поверхности устанавливается не более, чем за 12-15 минут.

Составы ИКА-30 снижают электрокинетический потенциал поверхности на большую величину, чем соответствующие ПАВ благодаря, очевидно, совокупному воздействию хемосорбционных и электростатических сил взаимодействия исследованных реагентов с поверхностью металла.

Разработанный реагент применяется в практике добычи нефти, а именно в борьбе с АСПО, на отдельных скважинах Азербайджана.

Автор выражает благодарность д.т.н. М.А.Мурсаловой за постановку и решение задач, отраженных в статье.

Литература

- Veliyev, E. F., Aliyev, A. A. (2021, October). Propagation of nano sized CDG deep into porous media. SPE-207024-MS. In: *SPE Annual Caspian Technical Conference. Society of Petroleum Engineers.*
- Suleimanov, B. A., Latifov, Y. A., Veliyev, E. F., Frampton, H. (2017, November). Low salinity and low hardness alkali water as displacement agent for secondary and tertiary flooding in sandstones. SPE-188998-MS. In: *SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers.*
- Панахов, Г. М., Сулейманов, Б. А. (1995). Особенности течения суспензий и нефтяных дисперсных систем. *Коллоидный журнал*, 57(3), 386-390.
- Сулейманов, Б. А., Аскеров, М. С., Валиев, Г. А. (2000). О перспективах доработки горизонта ПК-5 (север) Сураханского месторождения. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, (5), 16-21.
- Veliyev, E. F. (2021). Polymer dispersed system for in-situ fluid diversion. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 1(78), 61-72.
- Suleimanov, B. A., Veliyev, E. F., Naghiyeva, N. V. (2021). Colloidal dispersion gels for in-depth permeability modification. *Modern Physics Letters B*, 35(01), 2150038.
- Suleimanov, B. A., Guseynova, N. I., Veliyev, E. F. (2017, October). Control of displacement front uniformity by fractal dimensions. SPE-187784-MS. In: *SPE Russian Petroleum Technology Conference. Society of Petroleum Engineers.*
- Suleimanov, B. A., Veliyev, E. F., Naghiyeva, N. V. (2020). Preformed particle gels for enhanced oil recovery. *International Journal of Modern Physics B*, 34(28), 2050260.
- Велиев, Э. Ф. (2021). Комбинированный метод увеличения нефтедобычи на основе технологии АСП. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, (4 (81)), 41-48.
- Veliyev, E. F., Aliyev, A. A., Mammadbayli, T. E. (2021). Machine learning application to predict the efficiency of water coning prevention. *SOCAR Proceedings*, 1, 104-113.
- Suleimanov, B. A., Veliyev, E. F., Aliyev, A. A. (2021). Impact of nanoparticle structure on the effectiveness of pickering emulsions for eor applications. *ANAS Transactions*, (1), 82-92.
- Исмаилов, Р. Г., Велиев, Э. Ф. (2021). Эмульгирующий состав для повышения коэффициента нефтеизвлечения вязких нефтей. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, (5), 22-28.
- Сорокин, С. А., Хавкин, С. А. (2007). Особенности физико-химического механизма образования АСПО в скважинах. *Бурение и нефть*, 10, 30-31.
- Иванова, Л. В., Буров, Е. А., Кошелев, В. Н. (2011). Асфальтосмолопарафиновые отложения в процессах добычи, транспорта и хранения. *Нефтегазовое дело*, 1.
- Глуценко, В. Н., Шипигузов, Л. М., Юрпалов, И. А. (2007). Оценка эффективности ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений. *Нефтяное хозяйство*, 5, 84-87.
- Нагимов, Н. М., Ишказев, Р. К., Шарифуллин, А. В., Козин, В. Г. (2001). Новый ряд углеводородных комплексов для удаления АСПО. *Нефтепромысловое дело*, 9, 25-29.
- Лебедев, Н. А., Юдина, Т. В., Сафаров, Р. Р. и др. (2002). Разработка реагента комплексного действия на основе фенолформальдегидных смол. *Нефтепромысловое дело*, 4, 34-38.

References

1. Veliyev, E. F., Aliyev, A. A. (2021, October). Propagation of nano sized CDG deep into porous media. SPE-207024-MS. In: *SPE Annual Caspian Technical Conference. Society of Petroleum Engineers*.
2. Suleimanov, B. A., Latifov, Y. A., Veliyev, E. F., Frampton, H. (2017, November). Low salinity and low hardness alkali water as displacement agent for secondary and tertiary flooding in sandstones. SPE-188998-MS. In: *SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*.
3. Panakhov, G. M., Suleimanov, B. A. (1995). Specific features of the flow of suspensions and oil disperse systems. *Colloid Journal*, 57(3), 386-390.
4. Suleimanov, B. A., Askerov, M. S., Valiyev, G. A. (2000). Potential of re-development of horizon PK-5 (north) of Surakhany field. *Azerbaijan Oil Industry*, (5), 16-21.
5. Veliyev, E. F. (2021). Polymer dispersed system for in-situ fluid diversion. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 1(78), 61-72.
6. Suleimanov, B. A., Veliyev, E. F., Naghiyeva, N. V. (2021). Colloidal dispersion gels for in-depth permeability modification. *Modern Physics Letters B*, 35(01), 2150038.
7. Suleimanov, B. A., Guseynova, N. I., Veliyev, E. F. (2017, October). Control of displacement front uniformity by fractal dimensions. SPE-187784-MS. In: *SPE Russian Petroleum Technology Conference. Society of Petroleum Engineers*.
8. Suleimanov, B. A., Veliyev, E. F., Naghiyeva, N. V. (2020). Prefomed particle gels for enhanced oil recovery. *International Journal of Modern Physics B*, 34(28), 2050260.
9. Veliyev, E. F. (2021). A combined method of enhanced oil recovery based on ASP technology. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 4 (81), 41-48.
10. Veliyev, E. F., Aliyev, A. A., Mammadbayli, T. E. (2021). Machine learning application to predict the efficiency of water coning prevention. *SOCAR Proceedings*, 1, 104-113.
11. Suleimanov, B. A., Veliyev, E. F., Aliyev, A. A. (2021). Impact of nanoparticle structure on the effectiveness of pickering emulsions for EOR applications. *ANAS Transactions*, (1), 82-92.
12. Ismailov, R. G., Veliyev, E. F. (2021). Emulsifying composition for increase of oil recovery efficiency of high viscous oils. *Azerbaijan Oil Industry*, (5), 22-28.
13. Sorokin, A., Havkin, A. (2007). Physical and chemical mechanism of production asphalted, resinous and of paraffin formations in the wells. *Drilling and Oil*, 10, 30-31.
14. Ivanova, L.V., Burov, E. A., Koshelev, V. N. (2011). Asphaltene-resin-paraffin deposits in the processes of oil production, transportation and storage. *Oil and Gas Business*, 1.
15. Glushchenko, V. N., Shipiguzov, L. M., Yurpalov, I. A. (2007). Estimation of an efficiency of asphaltene-tar-paraffin deposits inhibitors. *Oil Industry*, 5, 84-87.
16. Nagimov, N. M., Ishkaev, R. K., Sharifullin, A. V., Kozin, V. G. (2001). A new series of hydrocarbon composites to remove asphalt, resin, and paraffin deposits. *Oilfield Engineering*, 9, 25-29.
17. Lebedev, N. A., Yudina, T. V., Safarov, R. R., et al. (2002). The development of the complex reagent based on phenolformaldehyde resin. *Oilfield Engineering*, 4, 34-38.

Исследование нового ингибитора против парафиноотложений

И. К. Ахмедова

НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

Реферат

Разработан новый состав для борьбы парафиновыми отложениями. Было отдано предпочтение использованию нафтеновых кислот, полипропиленгликоля, едкого калия и наночастиц меди размерами 50 нм насыпной плотностью 5 г/см³, удельной поверхностью 12 м²/г. Рекомендована оптимальная концентрация гидрофобного реагента и технология его применения в промысловых условиях. Разработанный реагент применяется в практике добычи нефти, а именно в борьбе с асфальтосмолопарафиновыми отложениями, на отдельных скважинах Азербайджана

Ключевые слова: скважина; парафиноотложение; ингибитор; наночастица; электрокинетический потенциал.

Neftçixarmada parafin çöküntülərinə qarşı yeni ingibitorun tədqiq olunması

İ. K. Əhmədova

«Neftqazəlimtədqiqatlayih» İnstitutu, SOCAR, Bakı, Azərbaycan

Xülasə

Parafin çökmələrinə qarşı mübarizə məqsədilə yeni tərkib işlənmişdir. Naften turşularının, polipropilenqlikolun, kalium qələvisinin və ölçüləri 50 nm olan mis nanohissəciklərinin istifadəsinə üstünlük verilmişdir. Hidrofob reagentinin qatılıq həddi və mədən şəraitində istifadə texnologiyası təklif olunmuşdur. İşlənmiş reagent neftin hasilatında, o cümlədən asfalten, qətran və parafin çöküntülərinə qarşı quyularda tətbiq olunur.

Açar sözlər: quyuyu; parafin çöküntüləri; inhibitor; nanohissəcik; elektrokinetik potensial.