



УДК 622.27

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОМЫВОК УГЛЕВОДОРОДНЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ СИСТЕМЫ СБОРА СТРЕТЕНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGICAL MEASURES ON CARRYING OUT OF CLEANING OF HYDROCARBON SOLVENT COLLECTION SYSTEM SRETENSKAYA OIL FIELD

Козлов Антон Вадимович

студент,
Пермский национальный
исследовательский политехнический университет
anton.kozlov@girngm.ru

Научный руководитель:

Илюшин Павел Юрьевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Нефтегазовые технологии»,
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
ilushin-pavel@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрена проблема образования отложений, возникающих при сборе и транспортировке нефти. Определялась технологическая эффективность применения мероприятий по проведению промывок системы сбора Стретенского месторождения с применением углеводородных растворителей. Технологическая эффективность рассматриваемых технологий оценивалась по результатам лабораторных исследований. Лабораторные исследования проводились при помощи лабораторной установка «Холодного стержня».

Ключевые слова: осложнения при сборе нефти, высоковязкие эмульсии, водонефтяные эмульсии, асфальтеносмолопарафиновые отложения, системный подход, оценка экономической эффективности, моделирование трубопровода.

Kozlov Anton Vadimovich

Student,
Perm national research polytechnic university
anton.kozlov@girngm.ru

Scientific advisor:

Ilyushin Pavel Yurievich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
«Oil and Gas Technologies»,
Perm national research polytechnic university
ilushin-pavel@yandex.ru

Annotation. The paper considers the problem of formation of deposits that occur during the collection and transportation of oil. Determined the technological efficiency of application of measures on carrying out of the leaching system for the collection of Stretenskaya deposits with the use of hydrocarbon solvents. The technological efficiency of the technologies under consideration was evaluated based on the results of laboratory studies. Laboratory tests were performed using a laboratory installation «Cold Finger».

Keywords: complications in the collection of oil, highly viscous emulsions, oil-water emulsions, asphalt-tar-paraffin deposits, a systematic approach, evaluation of economic efficiency, modeling of the pipeline.

В последние десятилетия существует тенденция увеличения доли трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) углеводородов. Запасы таких видов нефти составляют порядка одного трлн. тонн и значительно превышают объём остаточных извлекаемых запасов нефти малой и средней вязкости [1]. Такие нефти характеризуются высокими значениями плотности, вязкости и содержания смолоасфальтеновых веществ (САВ) и, вследствие этого, высокой стоимостью добычи и транспортировки ввиду возникающих осложнений [2]. При транспортировке высоковязких нефтей (ВВН) по линейным трубопроводам встречаются весомые проблемы, связанные с наличием у флюида сложных реологических свойств, способности к эмульгированию и адгезированию асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) [3–4]. Эти свойства приводят к появлению больших потерь давления на трение, уменьшению межочистного периода (МОП), ухудшению ресурса нефтедобывающего и транспортирующего оборудования и возможному выходу линейного трубопровода из строя [5–6].

Одним из крупнейших цехов добычи нефти и газа (ЦДНГ) на территории Пермского края является ЦДНГ № 10. Анализируя технологический режим работы добывающих скважин (ТРС) на 01.07.2019 г. эксплуатационный фонд месторождения состоит из 772 скважин, из которых 386 являются осложненными. Статистика осложненного фонда ЦДНГ № 10 представлена в таблице 1.

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что основным осложнением при добыче нефти на территории ЦДНГ № 10 является образование АСПО (87,82 % и 43,91 % от осложненного и добывающего фонда соответственно).



Таблица 1 – Статистика осложненного фонда ЦДНГ № 10

Характеристика	Причина включения в осложнённый фонд				
	АСПО	ВВЭ	Коррозия	Мех. примеси	Гидраты
Количество скважин, шт	339,0	19,0	12,0	5,0	11,0
Процент от осложненного фонда, %	87,82	4,92	3,11	1,30	2,85
Процент от добывающего фонда, %	43,91	2,46	1,55	0,65	1,42

При борьбе с асфальтеносмолопарафиновыми отложениями (АСПО) применяют различные технологии. Методы по удалению или предотвращению образования АСПО дифференцируют на: физические, химические, тепловые, механические и комплексные [7]. Группа физических методов основана на применении различных физических воздействий на флюид, среди них: магнитное, акустическое и ультразвуковое [10, 11]. К химическим методам относят применение реагентов-ингибиторов АСПО для предотвращения образования отложений, применение углеводородных растворителей АСПО и моющих составов с целью удаления отложений путем их растворения, удаления или плавления. Тепловые методы основаны на способности АСПО плавиться при температуре начала кристаллизации парафина (ТНКП), стекать с нагретой поверхности и представлены применением греющих кабелей для обогрева НКТ или трубопровода, обработок горячей нефтью, водой или паром [8, 9]. Так же к физическим методам можно отнести технологии нанесения специальных покрытий на внутренние поверхности трубопроводов. Данные покрытия уменьшают интенсивность образования АСПО ввиду отсутствия контакта флюида и стенки трубопровода и пониженному значению шероховатости поверхности относительно внутренней стенки трубопровода. Механические методы основаны на удалении уже образовавшихся отложений на стенках НКТ и представлены в применении различных видов скребок. Комплексные методы представляют собой комбинацию описанных ранее методов для увеличения эффективности очистки или предотвращения АСПО. В ЦДНГ-10 основными мероприятиями удалению отложений АСПО внутри линейных трубопроводов являются промывки горячей нефтью (ПГН), горячей водой (ПГВ) и углеводородными растворителями (УВР). Статистика по применению данных мероприятий приведена на рисунке 1.

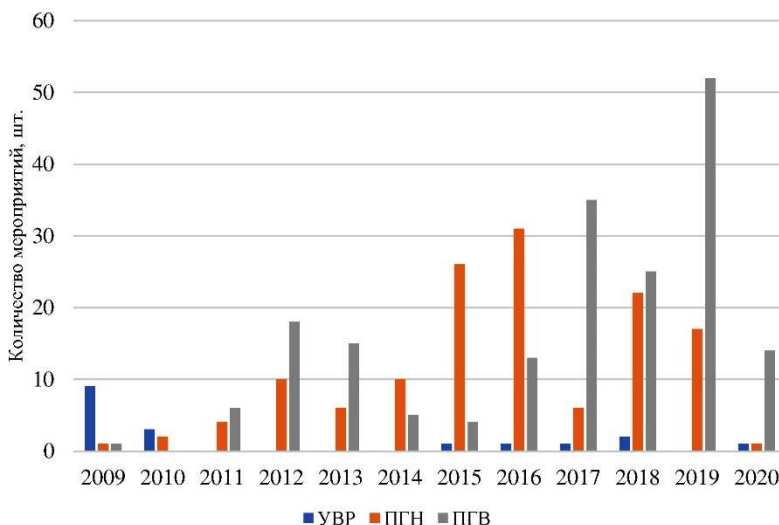


Рисунок 1 – Статистика применения различных технологий по удалению отложений АСПО в линейных трубопроводах ЦДНГ-10

Анализируя рисунок 1, можно сделать вывод, что наиболее активно применяется технология промывки линейных трубопроводов горячей водой. Данный факт объясняется низкой себестоимостью рабочего агента. Однако, данный вид промывки имеет низкие значения технологической эффективности и возможно потребует проведения повторных промывок в ближайшее время, что снижает МОП трубопровода и ставит под вопрос экономическую эффективность проведения данного мероприятия. Возможной альтернативой проведения промывок горячей водой могут являться промывки с применением УВР. Предполагаемой причиной их редкого использования является неверный подбор рабочего агента, что ведет к снижению возможной технологической эффективности и, как следствие, к неверной оценке технико-экономической эффективности применения данного мероприятия.

Исследования по определению эффективности применения различных УВР для проведения промывок линейных трубопроводов проводились для Стретенского нефтяного месторождения, относящегося к ЦДНГ № 10.



В работе исследовалось три различных растворителя АСПО: ЭФРИЛ-270, ФЛЭК Р-016, РТС-1. Определение технологической эффективности применения данных реагентов на линейных трубопроводах осуществлялось с использованием проб трех площадных объектов рассматриваемого месторождения.

Определение технологической эффективности проведения обработок трубопроводов растворителями АСПО с целью удаления уже сформировавшихся отложений проводилось на установке «Холодного стержня». Исследование эффективности растворителей АСПО проводилось на образцах АСПО, полученных из пробы рассматриваемого объекта, путем опускания «холодного стержня» в свободный объем растворителя на 60, 120 и 150 секунд. Эффективность растворяющей способности растворителя оценивалась по выражению (1):

$$N = \frac{C_2 - C_1}{C_2} \cdot 100 \% \tag{1}$$

где N – коэффициент растворяющей способности в %; C₁ – количество АСПО в граммах на стержне после обработки; C₂ – количество АСПО в граммах на стержне до обработки.

В таблице 3 приведены результаты определения эффективности растворяющей способности растворителей АСПО.

Таблица 3 – Результаты определения эффективности растворяющей способности растворителей АСПО

Объект	Название исследования	Растворитель АСПО	Время растворения, с	Эффективность, %
GZU-1495	GZU-1495-P1	ЭФРИЛ-270	60	63,89
	GZU-1495-P2		120	76,31
	GZU-1495-P3		150	90,15
	GZU-1495-P4	ФЛЭК-Р016	60	77,19
	GZU-1495-P5		120	82,98
	GZU-1495-P6		150	86,32
	GZU-1495-P7	РТС-1	60	67,31
	GZU-1495-P8		120	93,46
	GZU-1495-P9		150	96,56
GZU-1496	GZU-1496-P1	ЭФРИЛ-270	60	71,38
	GZU-1496-P2		120	74,13
	GZU-1496-P3		150	76,330
	GZU-1496-P4	ФЛЭК-Р016	60	84,586
	GZU-1496-P5		120	86,26
	GZU-1496-P6		150	92,36
	GZU-1496-P7	РТС-1	60	79,50
	GZU-1496-P8		120	85,17
	GZU-1496-P9		150	88,462
GZU-1467	GZU-1467-P1	ЭФРИЛ-270	60	93,85
	GZU-1467-P2		120	94,02
	GZU-1467-P3		150	94,47
	GZU-1467-P4	ФЛЭК-Р016	60	96,55
	GZU-1467-P5		120	96,99
	GZU-1467-P6		150	97,61
	GZU-1467-P7	РТС-1	60	90,44
	GZU-1467-P8		120	93,48
	GZU-1467-P9		150	95,78

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать следующие выводы:

- Для пробы нефти, отобранной с объекта GZU-1495, наиболее эффективным растворителем АСПО в течении времени реакции 150 секунд является реагент РТС-1 (эффективность составила 96,56 %).



- Для пробы нефти, отобранной с объекта GZU-1496, наиболее эффективным растворителем АСПО в течении времени реакции 150 секунд также является реагент РТС-1 (эффективность составила 88,462 %).

- Для пробы нефти, отобранной с объекта GZU-1467, наиболее эффективным растворителем АСПО в течении времени реакции 150 секунд является реагент ФЛЭК-Р016 (эффективность составила 97,61 %).

На основании полученных результатов проведенных лабораторных исследований по оценке эффективности применения растворителей АСПО на установке «Холодного стержня» определено, что промывки нефтепроводов растворителями АСПО являются технологически эффективными. Так же можно отметить, что технологическая эффективность проведения рассматриваемых мероприятий сильно зависит от правильного подбора применяемого УВР и времени проведения обработки.

Литература

1. Исследование реологических свойств высоковязких и высокопарафинистых нефтей месторождений Самарской области / П.В. Рощин [и др.] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8. – № 1. – С. 12–12.
2. Анализ возможности применения методов увеличения нефтеотдачи на залежах высоковязкой нефти Южно-Татарского свода и Мелекесской впадины / В.Е. Андреев [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2013. – № 1. – С. 22–30.
3. Устькачкинцев Е.Н., Мелехин С.В. Определение эффективности методов предупреждения асфальтено-молопарафиновых отложений // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15. – № 18.
4. Акрамов Т.Ф., Яркеева Н.Р. Борьба с отложениями парафиновых, асфальтосмолистых компонентов нефти // Нефтегазовое дело. – 2017. – № 4. – С. 67–72.
5. Коробов Г.Ю., Рогачев М.К. Предупреждение образования асфальтосмолопарафиновых отложений в системе «пласт – скважина» // Успехи современного естествознания. – 2016.
6. Майер А.В., Магомедшерифов Н.И., Валеев М.Д. Технология снижения вязкости обводненной нефти в промысловых трубопроводах // Известия Высших учебных заведений «Нефть и газ». – 2017. – № 3. – С. 49–53.
7. Ляпина А.Ю., Астахова А.В., Михалёва Ю.П. Исследование температуры кристаллизации парафинов в нефти с целью уменьшения образования асфальтосмолопарафиновых отложений // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. – № 7. – С. 28–35
8. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Электромагнитный способ плавления парафина в трубе // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2012. – № 7. – С. 25–28.
9. Аксёнов А.В. Анализ методов борьбы с асфальто-смолисто-парафиновыми отложениями (АСПО) на стенках НКТ и оборудования // Проблемы геологии и освоения недр. – С. 819–821.
10. Повышение эффективности разделения водонефтяной эмульсии акустическим воздействием / Н.И. Васильев [и др.] // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 2. – С. 47–49.
11. Лоскутова Ю.В., Юдина Н.В. Влияние магнитного поля на структурно-реологические свойства нефтей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2006. – Т. 309. – № 4.

References

1. Research of the rheological properties of the high-viscosity and highly paraffinous oils from the Samara region fields / P.V. Roshchin [et al.] // Oil and gas geology. Theory and practice. – 2013. – Vol. 8. – № 1. – P. 12–12.
2. Analysis of the oil recovery enhancement methods application possibility on the high-viscosity oil deposits in the South Tatar arch and Melekessa depression / V.E. Andreev [et al.] // Problems of oil and oil products gathering, preparation and transportation. – 2013. – № 1. – P. 22–30.
3. Ustkachintsev E.N., Melekhin S.V. Definition of efficiency of the asphaltene-resin-paraffin deposits prevention methods // Vestnik of Perm national research polytechnic university. Geology, oil-gas and mining. – 2016. – Vol. 15. – № 18.
4. Akramov T.F., Yarkееva N.R. Struggle against the paraffin, asphalt and resinous oil deposits // Oil and gas business. – 2017. – № 4. – P. 67–72.
5. Korobov G.Yu., Rogachev M.K. Asphalt and tar-paraffin deposits formation prevention in the system «reservoir – well» // Successes of modern natural science. – 2016.
6. Mayer A.V., Magomedsherifov N.I., Valiev M.D. Technology of the water-cooled oil viscosity reduction in the oilfield pipelines // Izvestia vysokhraneniya «Oil and gas». – 2017. – № 3. – P. 49–53.
7. Lyapina A.Yu., Astakhova A.V., Mikhaleva Yu.P. Investigation of the paraffin wax crystallization temperature in oil in order to reduce the asphalt-resin-paraffin deposits formation // Science and technology of oil and oil products pipeline transportation. – 2017. – № 7. – P. 28–35
8. Abdullina V.A., Fatykhov M.A. Electromagnetic method of paraffin melting in a pipe // Automation, telemechanization and communication in oil industry. – 2012. – № 7. – P. 25–28.
9. Aksenov A.V. Analysis of methods of struggle with asphalt-resinous-paraffin deposits (ARPD) on the walls of tubing and equipment // Problems of geology and subsoil development. – P. 819–821.
10. Effectiveness increase of the water-oil emulsion separation by acoustic influence / N.I. Vasiliev [et al.] // Equipment and technologies for oil and gas complex. – 2016. – № 2. – P. 47–49.
11. Loskutova Yu.V., Yudina N.V. Magnetic field influence on the structural and rheological properties of oils // Izvestia, Tomsk Polytechnic University. Engineering of the georesources. – 2006. – Vol. 309. – № 4.