

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

УДК 665.9.061

*il.elmira@mail.ru***ПОДБОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ  
АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ****CHOICE OF THE CHEMICAL COMPOSITION FOR REMOVING  
ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS IN MAIN PIPELINES**

*Муфтахова Э. Д., Васильева Т. В.,  
Хафизов Ф. Ш., доктор технических наук, профессор,  
Хафизов И. Ф., доктор технических наук, профессор,  
Озден И. В., кандидат технических наук, доцент,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет, Уфа*

*Muftakhova E. D., Vasilieva T. V.,  
Hafizov F. Sh., Hafizov I. F., Ozden I. V.  
Ufa State Petroleum Technological University, Ufa*

Статья посвящена вопросам применения растворителя для очистки магистральных трубопроводов от асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). В нефтедобывающих заводах в процессе нефтедобычи, переработки, транспорта и хранения нефти асфальтосмолопарафиновые отложения несут серьезную угрозу как с технической, экономической, так и экологической точки зрения. Важным фактором, определяющим эффективность мероприятий по удалению АСПО и поисков путей дальнейшего использования, являются их качественные показатели. Проведены экспериментальные исследования по разработке растворителя для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений в магистральных трубопроводах. Представлены результаты испытаний четырех образцов асфальтосмолопарафиновых отложений с различными химическими составами. Построены графики результатов эффективностей разработанных растворителей. По результатам показателей эффективности выявлен оптимальный состав растворителя для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений.

*Ключевые слова:* асфальтосмолопарафиновые отложения; растворимость; эффективность растворителя; физико-химический состав; эффективность.

The work is devoted to the use of a solvent for cleaning pipelines from asphalt tar-paraffin deposits (AFS). In oil refineries in the process of oil production, refining, transportation and storage of oil, asphalt-tar-paraffin deposits pose a serious threat, both from a technical, economic and environmental point of view. An important factor determining the effectiveness of measures to remove paraffin and search for ways to use them is their quality indicators. Experimental studies on the development of a solvent for the removal of asphalt-resin-paraffin deposits in trunk pipelines have been carried out. The test results of four samples of asphalt-resin-paraffin deposits with various chemical compositions are presented. Plots of the results of the efficiencies of the developed solvents are constructed. According to the results of performance indicators,

the optimal solvent composition for removing asphalt-resin-paraffin deposits was revealed.

*Keywords:* resin-tar-paraffin deposits; solubility; solvent efficiency; physicochemical composition; efficiency.

Проблема борьбы с АСПО в процессе эксплуатации нефтепроводов является одной из важнейших в нефтедобывающей отрасли [1]. Накопление АСПО на внутренней поверхности труб приводит к снижению пропускной способности нефтепроводов, производительности системы, уменьшению межремонтного периода (МРП) и увеличению давления в процессе эксплуатации [1, 2].

АСПО представляет собой сложную углеводородную смесь, состоящую в основном из парафина, смол, асфальтенов, воды, песка и органических солей [1].

На сегодняшний день существуют и применяют два способа борьбы с АСПО – предупреждение и удаление уже сформировавшихся отложений [2]. Наиболее распространенным методом удаления АСПО считается удаление с помощью химического растворителя. Чаще всего предлагаются растворители на углеводородной основе, наиболее близки к природе АСПО, такие как газоконденсат, газовый бензин, смесь

сжиженных нефтяных газов, легкая нефть [2]. К этой группе примыкают такие реагенты, как этил- и бутилбензолная фракция, толуольная и ксилольная фракции, нефрас, керосиновая фракция, нефтяной сольвент, уайт-спирит [3]. Для выбора растворителя необходимо знать тип отложений.

Управление процессом подбора эффективных растворителей по удалению асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтепромысловом и нефтезаводском оборудовании требует хорошего знания их физико-химических свойств. Многие свойства определяются химическим составом АСПО. В статье исследовались четыре вида нефтепромыслового АСПО, их физико-химические свойства и химический состав, отобранные на различных месторождениях: Еглинского (АСПО 1), Арланского (АСПО 2), Губкинского (АСПО 3) и Нурлатского (АСПО 4).

В таблице приведены физико-химические характеристики исследуемых АСПО.

*Таблица  
Физико-химические свойства нефтепромыслового АСПО*

№ п/п	Показатели	АСПО 1	АСПО 2	АСПО 3	АСПО 4
1	Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,94	0,9	0,81	0,90
2	Содержание механических примесей, % масс	37,34	12,6	18,53	16,97
3	Содержание воды, % об	1,4	0,3	3,0	2,4
4	Температура плавления, °С	72	69	66	68
5	Содержание серы, % масс	0,4	0,2	0,1	0,3
6	Вязкость кинетическая, мм <sup>2</sup> /с	3,2	3,0	4,0	3,5
7	Содержание, %				
	- парафина	3,1	4,7	3,6	6,8
	- смол	1,9	2,3	2,0	3,47
	- асфальтенов	2,5	2,0	8,8	4,0

Содержание механических примесей зависит от условий добычи и от

определенного участка технологического оборудования, где произведен отбор

АСПО. Механические примеси в АСПО представляют собой песок, глинистые частицы и продукты коррозии.

При выборе растворителя для отмыва отложений существенную роль играет соотношение смол и асфальтенов в АСПО. Ввиду того что эти компоненты характеризуются различной степенью растворимости в углеводородных растворителях. Как известно, асфальтены хорошо растворимы в ароматических углеводородах и плохо растворимы в парафиновых [4].

#### Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования и оптимизации результатов в качестве растворителя РОХ-1 была приготовлена смесь из трех компонентов – углеводородная фракция 30–105 °С, полярный неэлектролит и поверхностно-активное вещество (ПАВ). В ходе эксперимента были использованы четыре вида АСПО.

Исследования эффективности компонентного состава асфальтосмолопарафиновых отложений проводились согласно стандарту СТ-17-03-02 «Методика лабораторная по определению эффективности растворяющей и удаляющей способности растворителя АСПО» (методика «корзинок») ОАО «АНК «Башнефть» [5].

Для оценки эффективности растворителя АСПО определялась их рас-

творяющая способность, которая оценивается по снижению начального веса образца отложений от конечного веса. Исследуемый растворитель наливают в цилиндр и помещают в него сетку с образцом АСПО, заранее взвешенного, на определенный промежуток времени. По истечении заданного времени сетку с АСПО вынимают из растворителя и взвешивают. Эффективность растворителя рассчитывают по формуле:

$$\Xi = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100, \%,$$

где  $\Xi$  – эффективность растворителя;  $m_1$  – масса отложений, взятая до эксперимента, г;  $m_2$  – масса отложений после эксперимента, г.

Эффективность растворения АСПО показана с помощью графиков (рисунок 1, 2).

При разработке растворителя РОХ-1 было выбрано следующее соотношение реагентов: углеводородная фракция – 67 %, полярный неэлектролит – 30 % и ПАВ – 3 %.

В ходе эксперимента были получены следующие результаты для РОХ-1: для первого образца АСПО эффективность составила – 95,1 %, второго – 93,5 %, третьего – 89,3 % и для четвертого – 40,5 % (рисунок 1).

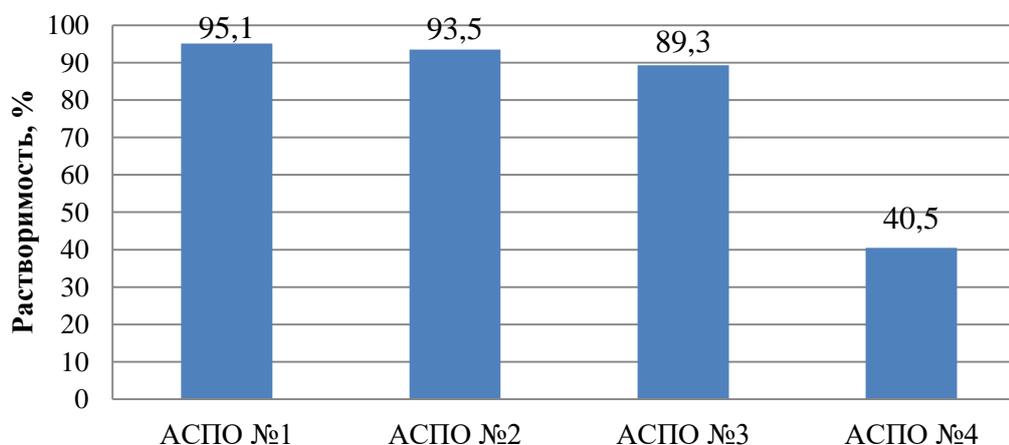


Рисунок 1. Значение растворимости АСПО в зависимости от образца (РОХ-1)

Как видно на графике (рисунок 1), этот состав РОХ-1 не подошел для четвертого образца АСПО. Для улучшения результатов растворимости АСПО соотношение реагентов растворителя РОХ-2 было изменено: углеводородная фракция – 65 %, полярный неэлектролит – 30 % и ПАВ – 5 %.

В результате изменений в соотношении реагентов в растворителе РОХ-2, эффективность растворимости показало изменение результатов во всех образцах АСПО. Для первого образца – 89,3 %, второго – 78,5 %, третьего – 73,5 %, четвертого – 88,1 % (рисунок 2).

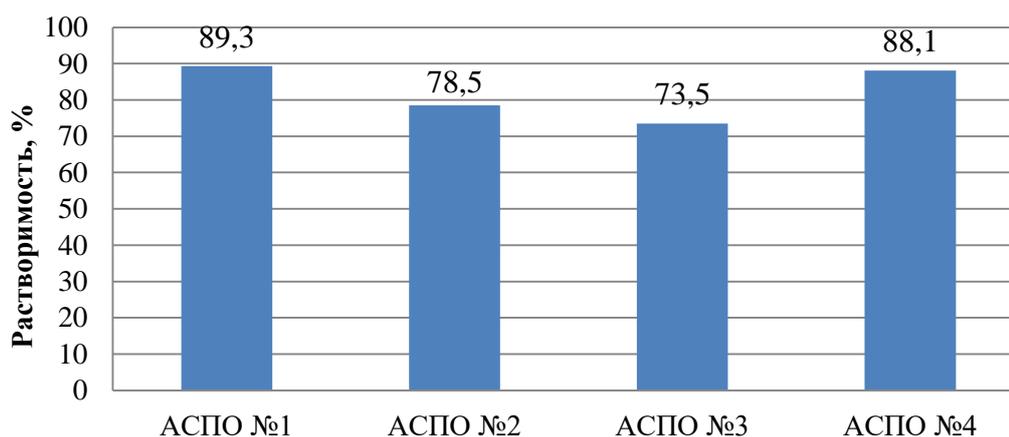


Рисунок 2. Значение растворимости АСПО в зависимости от образца (РОХ-2)

### Выводы

В соответствии с изложенной в статье информацией можно сделать вывод, что осаждение асфальтосмолопарафинового отложения является сложным и необратимым процессом, представляющим научно-технический интерес. Для эффективного способа борьбы с АСПО необходимо исследовать физико-химические свойства отложений и условия их образования.

Таким образом, в ходе проведенных лабораторных экспериментов был разработан растворитель РОХ-2 с оптимальным соотношением компонентов: углеводородная фракция – 65 %, полярный неэлектролит – 30 % и ПАВ – 5 %, и показавший одинаково хороший результат для всех четырех исследуемых образцов АСПО, отличающихся процентным содержанием парафина, смол и асфальтенов.

### Литература

1. Тронов В. П. Механизм образования смоло-парафиновых отложений и борьба с ними. М., 1970. 192 с.
2. Каменщиков Ф. А. Удаление асфальтосмолопарафиновых отложений растворителями. Ижевск, 2008. 384 с.
3. Муфтахова Э. Д. и др. Изучение влияния ультразвуковых колебаний на химический растворитель для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений // Техносферная безопасность. – 2019. – № 2 (23). – С. 42–48.
4. Рогачев М. К., Стрижнев К. В. Борьба с отложениями при добыче нефти. М., 2006. 295 с.
5. СТ-07.1-00-00-02 Стандарт «Порядок проведения лабораторных и опытно-промышленных испытаний химических реагентов для применения в процессах добычи и подготовки нефти и газа». Уфа, 2013. 83 с.

### References

1. Tronov V. P. Mekhanizm obrazovaniya smolo-parafinovykh otlozheniy i bor'ba s nimi. M., 1970. 192 p.

2. Kamenshchikov F. A. Udalenie asfal'tosmoloparafिनovykh otlozheniy rastvoritelyami. Izhevsk, Research Center «Regular and chaotic dynamics», Izhevsk Institute for Computer Research, 2008. 384 p.
3. Muftakhova E. D. Izucheniye vliyaniya ul'trazvukovykh kolebaniy na khimicheskiy rastvoritel' dlya udaleniya asfal'tosmoloparafिनovykh otlozheniy / E. D. Muftakhova et al. // Technosphere Security. – 2019. – № 2 (23). – P. 42–48.
4. Rogachev M. K., Strizhnev K. V. Bor'ba s otlozheniyami pri dobyche nefи. M., 2006. 295 p.
5. ST-07.1-00-00-02 Standart «Poryadok provedeniya laboratornykh i opytно-promyslovykh ispytaniy khimicheskikh reagentov dlya primeneniya v protsessakh dobychi i podgotovki nefи i gaza». Ufa, 2013. 83 p.