

УДК 622.276.72

**ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫМИ
ОТЛОЖЕНИЯМИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ НА ПРИМЕРЕ
НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТАТАРСТАНА И УДМУРТИИ**

¹А.В. Марков, ²А.А. Липаев

¹ ГБОУ ВПО УдГУ ИНГ им. М.С. Гуцериева

²ГБОУ ВПО АГНИ

**PROBLEMS OF REMOVAL ASPHALTENE PARAFFIN SEDIMENTS
AT UDMURTIA AND TATARSTAN OILFIELDS ON MODERN STAGE**

¹A.V. Markov, ¹A.A. Lipaev

¹Udmurt State University

²Almetyevsk State Oil Institute

Email: anvmarkov@gmail.com

Аннотация: В данной работе рассматриваются существующие методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО). На основании приобретенного опыта на месторождениях Удмуртии и Татарстана, был сделан вывод о высокой эффективности применения теплового метода, который необходимо оптимизировать с точки зрения энергозатрат.

Abstract. In this article we consider the existing methods of dealing with asphaltene sediments. Based on the experience gained on the fields of Udmurtia and Tatarstan, it was concluded that the high efficiency of the thermal method, which should be optimized in terms of energy consumption.

Ключевые слова: Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), вязкость нефти, тепловой метод, энергоэффективность, нефтеотдача.

Keywords: Asphaltene sediments, the viscosity of the oil, the thermal method, the energy efficiency, oil recovery.

Поддержание добычи на высоком уровне, а также дальнейшее развитие сырьевой базы в центральной части старейшего нефтедобывающего района Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и сегодня остается актуальным. За более чем семидесятилетнюю историю освоения территорий Татарстана и Удмуртии месторождения перешли на позднюю стадию разработки и интенсивное применение методов увеличения нефтеотдачи существенно влияет на качество добываемой нефти. Эксплуатация таких нефтяных месторождений сопровождается целым рядом осложняющих факторов, одним из которых является образование АСПО на поверхности нефтепромыслового оборудования.

АСПО представляют собой темно-коричневую или черную густую мазеобразную массу высокой вязкости. Они содержат преимущественно органический материал, практически не растворяющийся повторно и недиспергирующийся в сырой нефти в условиях ее добычи и транспортировки. Состав АСПО может меняться в широком диапазоне в пределах нефтедобывающего региона, а также месторождения, во многом он определяется их происхождением, составом нефти и механизмом образования. АСПО при добыче нефти в основном представлены компонентами: 40-60% твердого парафина, менее 10% микрокристаллического парафина, 10-56% смол и асфальтенов, воды, песка и неорганических солей.

Предпосылками образования АСПО служат:

- присутствие в нефти способных к выпадению асфальтеносмолопарафиновых веществ (АСПВ);
- снижение давления ниже давления насыщения нефти газом;

- уменьшение температуры пластовых флюидов до температуры насыщения нефти парафином;
- безотрывное при данных гидродинамических условиях сцепление АСПО с поверхностью оборудования или коллектора.

В республиках Удмуртия и Татарстан проблема борьбы с АСПО приобрела особо острый характер в связи с увеличением в составе добываемых нефтей доли «тяжелых» нефтей с повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых веществ и твердых парафинов. Это обуславливает высокую плотность и вязкость нефти. Для минимизации образования АСПО необходимо производить тщательный выбор технологических параметров условий эксплуатации. В связи с многообразием условий разработки нефтяных месторождений Удмуртии и Татарстана, различными геолого-физическими и технологическими характеристиками, физико-химическими свойствами флюидов, необходим индивидуальный подход к подбору технологий.

Существует несколько наиболее известных и активно применяемых методов борьбы с АСПО. Классификация методов удаления уже сформировавшихся отложений и их предотвращение, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Особенности применения различных способов борьбы с АСПО

Способы	Методы	Основной принцип действия
1	2	3
Удаление		
Механические	- скребки и скребки-центраторы различной конструкции	Современные конструкции скребков достаточно эффективны для удаления АСПО, однако их применение чаще всего требует остановки технологического оборудования. Кроме этого, применение данных устройств невозможно на скважинах, оборудованных штанго-глубинными насосами, а в трубопроводах – возможно только на отдельных прямых участках, оборудованных загрузочными и разгрузочными камерами, байпасными линиями и постоянным диаметром трубы.

1	2	3
Тепловые	- промывка горячим теплоносителем	В качестве теплоносителей часто используют добываемый флюид, то есть нефть, газовый конденсат. При этом, для промывки, например, одной скважины требуется нагреть до 100°C и прокачать не менее 30 м ³ нефти, которая затем сливается в шламовый резервуар и выпадает из объемов добычи. В целом, тепловая обработка теплоносителем является устаревшим, дорогостоящим и малоэффективным методом борьбы с АСПО.
	- электропрогрев	Данный способ обеспечивает 100% предотвращение образования АСПО в скважине, но вместе с тем он очень дорог. Если нефтедобывающее предприятие приобретает электроэнергию у сторонних поставщиков по рыночным ценам, то затраты на реализацию данной схемы предотвращения АСПО практически сведут на нет рентабельность нефтедобычи.
	- индукционные подогреватели	Такие методики относительно недавно применяются и демонстрируют хорошую эффективность. При этом, они сохраняют многие недостатки, характерные для большинства методов тепловой обработки: необходимость остановки оборудования, высокие энергозатраты и капитальные затраты на приобретение оборудования.
	- применение реагентов вызывающие экзотермические реакции	Суть способа заключается в осуществлении экзотермической реакции, за счет чего происходит расплавление парафина и разжижение отложений до состояния, при котором продукты реакции перекачиваются насосом. Однако данный способ затратен и поэтому может быть реализован лишь в отдельных случаях.
	- острый пар	Благодаря повышенной температуре (около 300°C) пар разогревает нефть и обеспечивает приток в призабойную зону подогретой нефти, благодаря чему уровень различных отложений, в том числе и АСПО, значительно снижается. Однако данный способ чрезвычайно энергозатратен и поэтому может быть реализован лишь в отдельных случаях.
Химические	- закачка растворителей	Химические реагенты обладают высокой моющей и растворяющей способностью, но для качественной очистки требуется большой объем дорогостоящих препаратов. Требуются исследования по влиянию химических реагентов на качество нефти.
Предотвращение		
Физические	- вибрационные - воздействие магнитных, электрических и электромагнитных полей	Данные методы наиболее прогрессивные и перспективные для решения нефтепромысловых задач. Это связано с тем, что в процессах добычи, подготовки и перекачки нефти, почти отсутствуют химические превращения, а все процессы протекают под действием физических законов межмолекулярных взаимодействий. Однако пока, данные методы не применяются широко и далеко не все из них обладают высокой эффективностью. Это связано со сложностью оборудования, объектов обработки и низким уровнем теоретизации процессов, которые на нефтепромыслах часто протекают иначе, чем в лаборатории.
	- ультразвуковые	

1	2	3
Химические	- дозирование реагентов модификаторов	Данные реагенты изменяют форму и поверхностную энергию кристаллов парафина, в результате этого снижается склонность кристаллов к взаимному объединению или присоединению к стенкам трубы
	- дозирование реагентов смачивающих	Данные реагенты адсорбируются на поверхности и образуют гидрофильную пленку, препятствующую адгезии гидрофобных кристаллов парафина к внутренней поверхности труб
	- дозирование реагентов диспергаторов	Данные реагенты адсорбируются на кристаллах парафина, что затрудняет способность последних к агрегации и накоплению. Молекулы депрессора в углеводородной среде сцепляются своими полярными концами, образуя мицеллы
	- дозирование реагентов депрессаторов	Воздействуют на процесс кристаллизации твердых компонентов нефти на макромолекулярном уровне с образованием адсорбционного слоя из молекул реагента на мелких зародышевых кристаллах углеводородов, препятствуя их слипанию
Биологические	- применении анаэробных, аэробных и других бактерий включая споры грибов	Переработка АСПО таким способом может идти месяцы и годы, что не всегда приемлемо в технологических условиях. Очевидно, такой тип воздействия применим для технологического оборудования, не требующего частого ремонта (резервуары, отстойники).
Технологические	- использование гофрированных труб	Эти меры целесообразно реализовывать при проектировании месторождений, так как их применение позволяет снизить интенсивность отложений АСПО, в целом, до 40%, однако полностью проблему АСПО не решает.
	- минимизация сбросов давления	
	- регулирование режима течения жидкости	
Применение гладких (защитных) покрытий	- нанесение лаков, стекла, эмали и т.п.	Такие покрытия имеют высокую коррозионную стойкость (в т.ч. в высокоминерализованных средах) и длительный срок службы. Но, например, в трубопроводном транспорте указанный метод широкого применения не нашел ввиду низкой строительной и эксплуатационной надежности

Выбор каждого из указанных методов зависит от характеристики отдельно взятой скважины. Так на месторождениях Удмуртии и Татарстана, относящихся к сложнопостроенным, имеющих осложненные физико-геологические условия в продуктивных пластах, большое применение нашли тепловые методы.

Тепловой метод основан на способности асфальтосмолопарафиновых отложений плавиться при температурах,

превышающих точки их кристаллизации. Для создания необходимой температуры требуется специальный источник тепла, который должен быть помещен непосредственно в зону отложений. Основным преимуществом тепловых методов воздействия является одновременное наложение эффектов гидродинамического и термодинамического воздействий. Тепло в нефтепластовой среде оказывает влияние на все ее компоненты (твердые, жидкие, газообразные) и радикально изменяет связи и фильтрационные условия, что выражается в уменьшении вязкости нефти, увеличении ее подвижности, ослаблении структурно-механических свойств, снижении толщины граничных слоев, улучшении условий для капиллярной пропитки, переходе компонентов нефти в газообразное состояние, улучшении и, как следствие, увеличении коэффициента вытеснения и конечной нефтеотдачи.

Так наибольшее распространение на месторождениях Удмуртии и Татарстана, из числа термических методов добычи тяжелой нефти получил метод паротеплового воздействия, т.к. пар имеет наибольшую теплоемкость по сравнению с водой и газом. А также, на основе опыта разработки месторождений высоковязких нефтей, технологии теплового воздействия для условий разработки неоднородных карбонатных пластов применяются технологии импульсно-дозированного теплового и циклического внутрислового полимерно-термического воздействий.

Одним из распространённых является метод удаления парафинистых отложений с помощью закачки горячей нефти. Однако, в результате специальных экспериментальных работ было установлено, что эта технология является малоэффективной из-за больших потерь тепла в стволе скважины.

Поэтому, важную роль играют исследования зависимости температурного режима скважины в процессе ее промывки от различных факторов, это позволит, в конечном итоге, дать рекомендации по повышению

эффективности тепловых и термохимических методов депарафинизации [7]. Данное исследование было проведено Чугуновым В.А. совместно с Фадеевым В.Г., Липаевым А.А., Шмидтом К.Ю., и результаты приведены в статье «Повышение эффективности тепловой депарафинизации скважин». Прделанная работа показывает, что такие факторы, как расход теплоносителя и теплоизоляция обсадной колонны способны эффективно управлять температурным режимом в скважине при ее промывке [7]. А это значит, что дальнейшее исследование тепловых методов депарафинизации поможет оптимизировать их с точки зрения экономии энергии.

Список литературы:

1. Глущенко В.Н., Силин В.Н. Предупреждение и устранение асфальтеносмолопарафиновых отложений. Нефтепромысловая химия / В.Н. Глущенко, В.Н. Силин. - М.: Интерконтракт Наука, 2009.
2. Ибрагимов Н.Г., Тронов В.П., Гуськова И.А. Теория и практика методов борьбы с органическими отложениями на поздней стадии разработки нефтяных месторождений/Н. Г. Ибрагимов, В. П. Тронов, И. А. Гуськова – М.: Нефтяное хозяйство, 2010.
3. Иванова Л.В., Миллер В.К., Кошелев В.Н. Целенаправленный выбор эффективных удалителей асфальтосмолопарафиновых отложений из высоковязких нефтей Удмуртии//Технологии нефти и газа 2012 №6.
4. Рахманкулов Д.Л. Химические реагенты в добыче и транспорте нефти/ Д.Л. Рахманкулов, С.С. Злотский, В.И. Мархасин и др. - М.: Химия, 1987.
5. Сизая В.В. Химические методы борьбы с отложениями парафина/В.В. Сизая//Сер. Нефтепромысловое дело. - 1977.
6. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2011, №1 <http://www.ogbus.ru>
7. “Повышение эффективности тепловой депарафинизации скважин” Чугунов В.А., Фадеев В.Г., Липаев А.А., Шмидт К.Ю.

Сведения об авторах

Марков Андрей Валентинович, студент 1 курса, магистратура ФГБОУ ВПО УДГУ ИНГ им. М.С. Гучериева, кафедра РНГМ, старший инженер, группа по ремонту систем каротажа, ООО «Везерфорд», г.Ижевск, Республика Удмуртия, Российская Федерация
Email: anvmarkov@gmail.com

Липаев Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры РНГМ Альметьевского государственного нефтяного института, г.Альметьевск, Республика Татарстан, Российская федерация
Email: lipaevagni@yandex.ru

Authors

A.V. Markov, Senior Engineer, Logging System Maintenance Group, Weatherford, Izhevsk, Udmurtia, Russia
E-mail: anvmarkov@gmail.com

A.A. Lipaev, Dr.Sc., Professor, Almeteyevsk State Petroleum Institute, Almeteyevsk, Tatarstan, Russia
E-mail: lipaevagni@yandex.ru

Липаев Александр Анатольевич
423450, Российская Федерация, Республика Татарстан,
г. Альметьевск, ул.Ленина, 2,
Тел.. 89173924042
E-mail: lipaevagni@yandex.ru