

УДК 622.276.63

**С. У. Итишева**, магистр, преподаватель

**Д. А. Джумагалиев**, магистрант

**Е. А. Конашева**, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г.Уральск, РК

## **АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ДОБЫЧИ, ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ**

### **Аннотация**

В статье рассматриваются осложнения при добыче, транспорте и подготовке нефти, вызванные образованием асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО).

В статье дан анализ существующих методов предотвращения и удаления АСПО из нефтепромыслового оборудования.

***Ключевые слова:** асфальто-смоло-парафиновые отложения, осложнения, разработка нефтяных месторождений, асфальтены, парафины, смолы.*

Развитие нефтяной промышленности Казахстана на современном этапе характеризуется снижением качества сырьевой базы. В общем балансе разрабатываемых месторождений преобладают месторождения, вступившие в позднюю стадию разработки и, как следствие, наблюдается значительное ухудшение их структуры, увеличение доли трудноизвлекаемых запасов нефти, обводнение пластов и продукции скважин.

Так, при добыче парафинистых нефтей серьезной проблемой, вызывающей осложнения в работе скважин, нефтепромыслового оборудования и трубопроводных коммуникаций, является образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), формирование которых приводит к снижению производительности системы и эффективности работы насосных установок [1]. Образование эмульсий при выходе из скважины вместе с сопутствующей пластовой водой усиливает осадкообразование.

Происходит отложение парафина на стенках НКТ. В результате этого сужается поперечное сечение труб, возрастает сопротивление движению жидкости и перемещению колонны штанг, увеличивается нагрузка на голову балансира СК, нарушается его уравновешенность, уменьшается коэффициент подачи.

Отдельные комки парафина, попадая под клапаны насоса извне могут нарушить их герметичность. При подъеме штанг во время ремонта плунжер или вставной насос срезает парафин со стенок НКТ и образует над собой сплошную парафиновую пробку, которая выталкивает нефть из труб и загрязняет территорию возле скважины. Много неприятностей нефтяникам доставляет парафин, который откладывается на НКТ.

Многолетняя практика эксплуатации скважин, добывающих парафинистую нефть, показала, что без проведения работ по предотвращению и удалению АСПО в трубопроводах и нефтепромысловом оборудовании, подъемных трубах, выкидных линиях и промысловых емкостях нельзя эффективно решать вопросы оптимизации добычи и сбора нефти. В этих условиях актуальной становится разработка новых технических средств и методов, направленных на предотвращение отложений в глубинно-насосном оборудовании, колонне насосно-компрессорных труб (НКТ), промысловых трубопроводах систем нефтесбора.

Как известно, борьба с АСПО в процессах добычи нефти ведется по двум направлениям: профилактика (или предотвращение) отложений; удаление уже сформировавшихся отложений (рисунок 1).

Во-первых, по предупреждению (замедлению) образования отложений. К таким мероприятиям относятся: применение гладких (защитных) покрытий; химические методы (смачивающие, модификаторы, депрессаторы, диспергаторы); физические методы (вибрационные, ультразвуковые, воздействие электрических и электромагнитных полей). Второе направление – удаление АСПО. Это тепловые методы (промывка горячей нефтью или

водой в качестве теплоносителя, острый пар, электропечи, индукционные подогреватели, реагенты, при взаимодействии с которыми протекают экзотермические реакции); механические методы (скребки, скребки-центраторы); химические (растворители и удалители) [2, с. 2, 23].



Рисунок 1 – Классификация методов борьбы с АСПО

Выбор оптимальных способов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями и эффективность различных методов зависит от многих факторов, в частности, от способа добычи нефти, термобарического режима течения, состава и свойств добываемой продукции.

Несмотря на большое разнообразие методов борьбы с АСПО, проблема еще далека от разрешения и остается одной из важнейших в нефтедобывающей отрасли.

Как показывает практика, наиболее эффективным является предупреждение отложения смолопарафиновых веществ, так как при этом достигается наиболее устойчивая и безаварийная работа нефтепромышленного оборудования, снижаются затраты на добычу и перекачку нефти.

Существует несколько наиболее известных и активно применяемых в нефтедобывающей промышленности методов борьбы с АСПО, но многообразие условий разработки месторождений и различие характеристик добываемой продукции часто требует индивидуального подхода и даже разработки новых технологий.

Одним из перспективных и выгодных способов борьбы с запарафиниванием скважин и трубопроводов является химический метод, так как он имеет высокую эффективность, технология проведения работ несложна, эффект действия реагентов имеет пролонгированный характер [3].

Химические методы базируются на дозировании в добываемую продукцию химических соединений, уменьшающих, а иногда и полностью предотвращающих образование отложений [4]. В основе действия ингибиторов парафиноотложений лежат адсорбционные процессы, происходящие на границе раздела фаз: нефть-поверхность металла трубы, нефть-дисперсная фаза.

В настоящее время ингибиторы АСПО условно разделяют на группы по предполагаемому механизму действия. В таблице 1 приведена современная классификация химических реагентов, предотвращающих отложения асфальто-смоло-парафиновых веществ [3].

Наряду с высокой стоимостью существенным недостатком химического метода является сложность подбора эффективного реагента, связанная с постоянным изменением условий эксплуатации в процессе разработки месторождения.

Методы, относимые к физическим, основаны на воздействии механических и ультразвуковых колебаний (вибрационные методы), а также электрических, магнитных и электромагнитных полей на добываемую и транспортируемую продукцию.

Вибрационные методы позволяют создавать ультразвуковые колебания в области парафинообразования, которые, воздействуя на кристаллы парафина, вызывают их микроперемещение, что препятствует осаждению парафина на стенках труб [1].

Таблица 1 – Классификация химических реагентов, предотвращающих отложения АСПО

Группа ингибитора	Основной компонент	Основной принцип действия
Смачиватели	Полиакриамид Кислые органические фосфаты Силикаты щелочных металлов Водные растворы синтетических полимерных ПАВ	адсорбируются на поверхности и образуют гидрофильную пленку, препятствующую адгезии гидрофобных кристаллов парафина к внутренней поверхности труб
Диспергаторы	Соли металлов Соли высших СЖК Силикатно-сульфенольные растворы Сульфатированный щелочной лигнин	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
Модификаторы	Атактический полипропилен (Mm=2000-3000) Низкомолекулярный полиизобутилен (Mm=2000-3000) Сополимеры этилена и сложных эфиров Тройной сополимер этилена с винилацетатом и винилпирролидоном	изменяют форму и поверхностную энергию кристаллов парафина, в результате этого снижается склонность кристаллов к взаимному объединению или присоединению к стенкам трубы.
Депрессоры	Сополимеры этилена с винилацетатом (ВЭС) Полиметакрилаты (ПМА «Д») Парафлу Алкилфенолы	А) адсорбируются на кристаллах парафина, что затрудняет способность последних к агрегации и накоплению. Б) молекулы депрессора в углеводородной среде сцепляются своими полярными концами, образуя мицеллы.
Реагенты комплексного действия	Реагенты марки СНПХ, композиции присадок	Комплексное действие

Воздействие магнитных полей следует отнести к наиболее перспективным физическим методам. Использование в нефтедобыче магнитных устройств для предотвращения АСПО началось в пятидесятые годы прошлого века, но из-за малой эффективности широкого распространения не получило. Отсутствовали магниты, достаточно долго и стабильно работающие в условиях скважины. В последнее время интерес к использованию магнитного поля для воздействия на АСПО значительно возрос, что связано с появлением на рынке широкого ассортимента высокоэнергетических магнитов на основе редкоземельных материалов. В настоящее время около 30 различных организаций предлагает магнитные депарафинизаторы [5, 6, 7, 8, 9, 10]

Установлено [8], что под воздействием магнитного поля в движущейся жидкости происходит разрушение агрегатов, состоящих из субмикронных ферромагнитных микрочастиц соединений железа, находящихся при концентрации 10-100 г/т в нефти и попутной воде. В каждом агрегате содержится от нескольких сотен до нескольких тысяч микрочастиц, поэтому разрушение агрегатов приводит к резкому (в 100-1000 раз) увеличению концентрации центров кристаллизации парафинов и солей и формированию на поверхности ферромагнитных частиц пузырьков газа микронных размеров. В результате разрушения агрегатов кристаллы парафина выпадают в виде тонкодисперсной, объемной, устойчивой взвеси, а скорость роста отложений уменьшается пропорционально уменьшению средних размеров выпавших совместно со смолами и асфальтенами в твердую фазу кристаллов парафина. Образование микропузырьков газа в центрах кристаллизации после магнитной обработки обеспечивает, по мнению некоторых исследователей, газлифтный эффект, ведущий к некоторому росту дебита скважин.

В нефтедобыче используют тепловые, химические и механические методы удаления АСПО. Тепловые методы основаны на способности парафина плавиться при температурах

выше 50 0С и стекать с нагретой поверхности. Для создания необходимой температуры требуется специальный источник тепла, который может быть помещен непосредственно в зону отложений, или необходимо вырабатывать теплосодержащий агент на устье скважины. В настоящее время используют технологии с применением:

- горячей нефти или воды в качестве теплоносителя;
- острого пара;
- электропечей наземного и скважинного исполнения;
- электродепарафинизаторов (индукционных подогревателей), осуществляющих подогрев нефти в скважине;
- реагентов, при взаимодействии которых протекают экзотермические реакции.

Технология применения теплоносителя предусматривает нагрев жидкости в специальных нагревателях (котельных установках передвижного типа) и подачу ее в скважину способом прямой или обратной промывки. Обратная промывка более предпочтительна, так как при этом исключено образование парафиновых пробок, часто возникающих при прямой промывке [1].

Недостатками данных методов являются их высокая энергоемкость, электро- и пожароопасность, ненадежность и низкая эффективность применяемых технологий.

Применение растворителей для удаления уже образовавшихся отложений является одним из наиболее известных и распространенных интенсифицирующих методов в технологических процессах добычи, транспорта, хранения и переработки нефти. Однако и здесь проблема подбора растворителя в конкретных условиях весьма далека от своего разрешения. Как правило, подбор растворителей АСПО осуществляется эмпирически. Это связано с недостатком информации об их структуре и свойствах и малой изученностью механизма взаимодействия нефтяных дисперсных систем с растворителями.

Механические методы предполагают удаление уже образовавшихся отложений АСПО на НКТ. Для этой цели разработана целая гамма скребков различной конструкции.

По конструкции и принципу действия скребки подразделяют на:

- пластинчатые со штанговращателем, имеющие две режущие пластины, способные очищать АСПО только при вращении. Для этого используют штанговращатели, подвешенные к головке балансира станка-качалки. Вращение колонны штанг и, следовательно, скребков происходит только при движении вниз. Таким путем скребок срезает АСПО с поверхности НКТ;
- спиральные, возвратно-поступательного действия;
- "летающие", оснащенные ножами-крыльями, которые раскрываются при движении вверх, что обеспечивает им подъемную силу. Применяют, как правило, в искривленных скважинах.

Использование такого метода борьбы с АСПО значительно осложняется тем, что для его применения часто необходима остановка работы скважины и предварительная подготовка поверхности труб (для некоторых видов скребков). Кроме того, возможно застревание скребков, обрыв их крепления и некоторые другие осложнения.

В последние годы вместо металлических пластинчатых скребков на штангах укрепляют пластиковые скребки (рисунок 2). Они одновременно играют роль центраторов. Есть информация, что при использовании скребков-центраторов протирается НКТ.



а) неподвижные скребки "Канаросс"



б) скребки-центраторы Альметьевского завода "Радиоприбор"

Рисунок 2 – Скребки-центраторы

Как метод предотвращения АСПО следует отдельно выделить применение гладких защитных покрытий из лаков, стекла и эмали. При перевозках, спускоподъемных операциях и в скважинах НКТ подвергаются значительным ударным, растягивающим, сжимающим, изгибающим и другим нагрузкам. Стеклоэмальное покрытие ввиду его хрупкости, значительной толщины и отсутствия сцепления с металлом трубы не надежно и разрушается в процессе спускоподъемных операций. Последнее приводит к образованию стеклянных пробок в колонне НКТ и заклиниванию насосов. Кроме того, технология нанесения стеклянных и эмалевых покрытий предполагает нагрев труб до 700-800 °С, что вызывает необратимые процессы в структуре металла и расплавление вершин резьб.

На промыслах ОАО "Оренбургнефть" (РФ) были опробованы НКТ с покрытиями из бакелитового лака, бакелито-эпоксидной композиции, эпоксидного лака и стеклоэмали [6]. Недостаточные термо- и морозостойкость эпоксидных смол являются сдерживающим фактором их широкого применения. С этих позиций лучшими могут считаться НКТ, футерованные стеклоэмалью. Прочность и адгезия эмали высоки. Сколы в процессе спускоподъемных операций и транспортировки не наблюдаются.

Большое сопротивление истиранию, низкие тепло- и электропроводность открывают большие перспективы внедрения труб со стеклоэмалью в нефтедобывающей промышленности.

Все способы борьбы с отложениями парафина при умелом применении их уже сегодня позволяют эффективно бороться с отложениями парафина в добыче нефти. Для каждого месторождения в зависимости от физико-химических условий пластовых флюидов может применяться тот или иной способ депарафинизации. Однако изучение условий отложения и свойств парафина обязательно во всех случаях. При выборе способа борьбы с отложением парафина предпочтение следует отдавать способам предупреждения отложений.

Несмотря на ряд различных способов борьбы с АСПО, приведенных выше, на сегодняшний день, проблема с АСПО на промыслах остается актуальной и требует дальнейшего совершенствования методов по ее разрешению. Ежегодные исследования и опыт выявляют преимущества и недостатки применения различных способов борьбы с АСПО в условиях конкретных месторождений.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Персиянцев М. Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. – 653 с.
- 2 Тронов В. П. Механизм образования смоло-парафиновых отложений и борьба с ними. – М.: Недра, 1970. – 192 с.
- 3 Горошко С. А. Влияние ингибиторов парафиноотложения на эффективность транспорта газового конденсата месторождения "Прибрежное": Автореф. дис. канд. хим. наук. – Краснодар, 2003. – 30 с.
- 4 Глущенко В. Н., Юрпалов И. А., Шипигузов Л. М. Оценка эффективности ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефтяное хозяйство. – 2007. – №5. – С. 84-87.
- 5 Депарафинизаторы. - <http://www.metalop.ru/magnit4.htm>.
- 6 Карпов Б. В., Воробьев В. П., Казаков В. Т. и др. Предупреждение парафиноотложений при добыче нефти из скважин в осложненных условиях путем применения магнитных устройств // Нефтепромысловое дело. – 1996. – N 12. – С. 17-18.
- 7 Ковач В. И., Аливанов В. В., Шайдаков В. В. Магнитная активация жидкости как метод защиты от коррозии. // Нефтяное хозяйство – 2002. – N 10. – С. 126-128
- 8 Лесин В. И. Магнитные депарафинизаторы нового поколения /Изобретения и рациональные предложения в нефтегазовой промышленности. – 2001. – N 1. – С. 18-20.
- 9 Магнитный депарафинизатор "Магнолеум". <http://www.mte.gov.ru./ntp/newborud/rka/rka.htm>.
- 10 Малышев А.Г., Черемисин Н.А., Шевченко Г.В. Выбор оптимальных способов борьбы с парафиноотложением // Нефтяное хозяйство. – 1997. – N 9. – С. 62.-69.

### **ТҮЙІН**

Бұл мақалада мұнай өндіру, тасымалдау және мұнайды дайындау кезінде асфальтосмолопарафиндік қордалар кесірінен туындайтын қиындықтар қарастырылған.

Мақалада мұнай саласындағы қондырғыларға асфальтосмолопарафиндік қордаларды алдын алу және болдырмау әдістері қарастырылған.

### **RESUME**

This article considers complications in course of production, transportation and treatment of oil resulting from formation of asphaltene-resin-paraffin deposits (ARPD).

The article gives summary of the existing measures that allow to prevent and remove ARPD from oil field facilities.

УДК 699.86:699.865

**Г. Ф. Кажигалиева**, магистрант

**Ғ. Т. Мамаев**, магистрант

**А. А. Бакушев**, техника ғылымдарының кандидаты

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қаласы, ҚР

## **ҒИМАРАТТЫҢ СЫРТҚЫ ҚАБЫРҒАСЫ АРҚЫЛЫ ҚУАТ ҮНЕМДЕУ ЖОЛДАРЫ**

### **Аннотация**

Еліміздің қазіргі қарқынды экономикалық дамуы, күнделікті тұрмыста энергия тұтынудың жаппай өсуі, сонымен қатар, тұтынушылар тарапынан ысырапшылдықтың орын алуы – соңғы кезде энергияны үнемдеу мәселесін мемлекеттік деңгейге қоюға алып келді. Қазіргі таңда тұрғын ғимараттарды жобалауда энергия үнемдеу маңызды жұмыс болып отыр.

*Түйін сөздер:* жылу сақтау, жылу оқшаулағыш материалдар, қорғаушы құрылымдар, қуат үнемдеу.

Құрылыс индустриясындағы жылу қуатын үнемдеу энергия тұтынуды үнемдеуді құрайтындардың бірі, себебі құрылыс саласы мен тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық саласындағы отын-энергетикалық ресурстарын пайдалану көлемі бойынша басқа да шаруашылық салаларының арасында үшінші орында тұр.

Энергетикалық және басқа да ресурстарды үнемдеу – құрылыс материалдары өнеркәсібі алдында тұрған маңызды міндет. Өндірістік кәсіпорындар үшін жылу мен электр энергиясын пайдалануды жүйелі азайту арқылы отын-энергетикалық ресурстарын сатып алу арналған шығындарды қысқартуға және табиғат ресурстарын үнемдеудің жалпы саласына өз үлесін қосу мүмкіндігіне қол жеткізуге болады.

Энергия үнемдеудің жолы – жоғары жылу қорғағыш ғимараттың құрылысы болып соның ішінде ғимарат қабырғасының жылу өткізгіштігіне басты назар аударылады.

Соңғы кездері тұрғын ғимараттардың сыртқы қабырғаларын қайта құруды анықтау мақсатымен зерттеулер, жобалау шешімдерінің талдауы, жылуфизикалық тәжірибелік және беріктікке сынаулар жасалынды. Осы тәжірибелердің негізінде «Энергия үнемдеу есебімен азаматтық ғимараттарды жобалаудың жылу техникалық нормалары қабылданды» [1].

Жасалынған нормалар ғимаратты жобалауда энергияны тиімді пайдалану, энергетикалық ресурстарды үнемдеуге бағытталған сәулеттік – құрылыстық және инженерлік шешімдерден энергия үнемдеудің негізгі тиімділігін анықтау болып табылады. Бұл нормалар ғимараттың жобалау кезіндегі жылу техникалық және энергетикалық сипаттамалары көрсетілген энергетикалық паспортқа арналған талаптардан тұрады. Энергетикалық паспорт – жобаланатын ғимараттың нормативтік талаптарға сай екенін тексеретін қажетті көлем