

## ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА АСФАЛЬТО-СМОЛО- ПАРАФИНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

**Колесников А.С., Нурдаулет А.Н., Досжанов К.А.**

1. РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова», кафедра «Нефтегазовое дело», (160012, Казахстан, г.Шымкент, пр-т Тауке хана 5), e-mail: [kas164@yandex.ru](mailto:kas164@yandex.ru)

В настоящей статье приведен обзор ряда исследований по воздействию магнитного поля на предупреждение образования асфальто-смоло-парафиновых отложений в нефти.

Вопрос о влиянии постоянных магнитных полей на скважинную продукцию является в настоящее время одним из наиболее интересных, способных привести к увеличению межремонтного периода скважин. В тоже время этот метод является дискуссионным, приводящим порой к неоднозначным и противоречивым результатам. Во многих случаях природа такого воздействия не является в достаточной мере изученной. Часто, по данным некоторых исследователей, обнаруживается эффект, в то время как интенсивность воздействия, исходя из физических соображений, является явно недостаточной для производства какого-либо полезного эффекта. Это относится к магнитному типу воздействия, в основу которого заложен принцип защиты, состоящий в резком в 1000-100000 раз увеличении количества центров кристаллизации парафинов за счет действия постоянных магнитных полей определенной топологии и напряженности на естественные агрегаты микропримесей - стержнеобразные минералы окисей/гидроокисей железа, находящиеся в потоке водогазонефтяной продукции скважин.

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

## THE REVIEW OF RESEARCHES OF THE INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ON THE ASPHALT - RESIN - PARAFFIN DEPOSITS

**Kolesnikov A.S., Nurdaulet A.N., Doszhanov K.A.**

1. RSE on the RB "South-Kazakhstan State University named after M.AUEZOVA", Department of "Oil and Gas business", (160012, Kazakhstan, Shymkent, pr Tauke Khan, 5), e-mail: [kas164@yandex.ru](mailto:kas164@yandex.ru)

This paper presents an overview of some of the study on the influence of magnetic field on the prevention of asphaltene-resin-paraffin deposits in oil.

The question about the influence of the constant magnetic field on downhole products is currently one of the most interesting, could lead to an increase of overhaul period of wells. At the same time this method are controversial, sometimes leading to ambiguous and contradictory results. In many cases the nature of such

impact is not sufficiently studied. Often, some researchers have found an effect, while the intensity of the impact, on the basis of physical considerations, is obviously insufficient for the production of any useful effect. This applies to the magnetic type of impact, based on the principle of protection consisting in sharp in 1000-100000 times increase in the number of centers of crystallization of paraffin due to the action of constant magnetic fields of a particular topology and tension on natural units trace - стержнеобразные oxides minerals/ hydro iron oxides contained in the stream water, gas-oil production wells.

**Keywords:** development of oil fields, asphaltenes, waxes, resins, deposits, complications, asphalt-resin-paraffin, magnetic field

За последние годы опубликовано большое количество монографий, обзоров, статей, в которых акцент делается, прежде всего, на практическую полезность применения МО, состоялись многочисленные конференции и совещания по практике применения МО в широком круге промышленных производств. Количество печатных работ и патентов по этой тематике исчисляется в настоящее время тысячами, и даже десятками тысяч. Большую роль в сохранении интереса к этому направлению сыграли профессор В. И. Классен и академик Б. В. Дерягин и ведущий научный сотрудник ИПНГ В. И. Лесин.

Простота процедуры, состоящей в том, что поток жидкости протекает через зазор между полюсами магнита или через соленоид, питаемый электрическим током, стимулировала проведение экспериментальных работ на широком круге объектов. Поэтому в последующие годы МО применялась не только для водных растворов солей, но и для нефти, моторных топлив, растворов полимеров, цементных и буровых растворов, семян растений, крови и т.д. Путем применения МО устраняли засоление почв даже при их поливе водой с высоким содержанием солей, предотвращали отложения минералов и органических веществ при добыче и транспортировке воды и нефти, достигали значительного снижения вязкости цементных растворов и т.д. Широкое применение МО нашла в медицине для улучшения состояния кровеносных сосудов, очистки крови от отравляющих веществ, понижения артериального давления.

Однако уже в первые годы было отмечено, что эффекты не всегда повторяются даже для внешне сходных объектов и процессов. Удивлял и сам факт действия применяющихся магнитных полей напряженностью несколько сотен эрстед на нечувствительные к таким полям неферромагнитные вещества — воду, нефть, кровь, ткани животных и растений. Все это привело к тому, что по отношению к магнитным эффектам сложилось два полярных мнения: первое - это шарлатанство и результат «грязного» эксперимента, второе — в основе магнитной обработки лежат еще неизвестные в физике фундаментальные свойства материи. Научное сообщество разделилось на энтузиастов, которые продолжали исследовать эффекты МО и

скептиков, которые не принимали всерьез очередные сообщения об удачном использовании МО.

В последнее время интерес к использованию магнитного поля для обработки скважинной жидкости с целью предотвращения 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 [2, 3, 4-10].

Так как научно-исследовательские работы по обработке магнитным полем скважинной продукции немногочисленны и не систематизированы, то существуют различные теории в этой области. Например, в монографии В. И. Классена [10] выделяются следующие гипотезы:

- «коллоидные», в основе которых лежит действие магнитных полей на коллоидные частицы чаще пара- или ферромагнитные;
- «ионные», в которых основная роль возлагается на ионы, находящиеся в воде;
- «водные», обосновывающие действие магнитных полей на собственно воду.

В сущности, перечисленные гипотезы механизма действия магнитной обработки на водные системы сводятся к изменению связей микропримесей с молекулами жидкой среды. Микропримесью железа обусловлена также высокая эффективность магнитной обработки воды, всесторонне изученная и обоснованная в теории В. И. Лесина [18], которая, в конечном счете, вписывается в число «коллоидных» гипотез, включающих действие магнитного поля на ферромагнитные частицы. На основе вышеприведенной теории при наличии микропримесей железа в скважинной продукции обработка добываемой жидкости магнитным полем также должна быть эффективной.

Установлено [6], 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 несколько 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.

Наибольшее применение нашли устройства на основе постоянных магнитов «Магнифло» (США), устройства МОЖ Научно-производственной фирмы «Технологические системы» и ряда других. Конструктивно они включают одну, две, три пары постоянных магнитов, размещенных в корпусе. В зазоре между двумя полюсами магнитов проходит жидкость. С учетом опыта эксплуатации данных установок они должны отвечать следующим требованиям [10]:

- геометрически вписываться в конструкцию глубинно-насосной установки и не создавать большого гидравлического сопротивления;
- стабильно обеспечивать обработку проходящей скважиной продукции магнитным полем напряженностью 20-40 кА/м, в течение не менее 2-3 лет;
- магниты должны быть надежно закреплены и защищены от агрессивного воздействия добываемой продукции.

С учетом представленных требований под руководством автора работы [10] разработано и освоено производство глубинных скважинных установок магнитной обработки жидкости типа УМЖ. Основной отличительной особенностью является возможность создания пульсирующего магнитного поля.

Скважинные установки УМЖ были внедрены в АНК «Башнефть», ОАО «Белкамнефть», НК «Лукойл», НК «ЮКОС», ОАО «Газпром» и ряде других организаций. Применение установок УМЖ-73 позволило увеличить средний межремонтный период скважин НГДУ «Арланнефть», осложненных по АСПО, в среднем в 1,8 раза, при этом химическая обработка была прекращена.

Однако в практике применения магнитов для конкретных нефтепромыслов имеются многочисленные случаи, когда магнитная обработка нефти не дает положительных результатов. Имеющиеся неудачи в определенной степени дискредитировали технологию магнитной обработки в глазах нефтяников. По сути, проблемой, затрудняющей широкое использование магнитной обработки, являлось отсутствие теории, объясняющей природу происходящих процессов, а именно, физико-химические механизмы действия магнитного поля на нефтяной поток. В силу этого, условия, при которых магнитное поле препятствует образованию твердых АСПО, до последнего времени оставались неясными.

Ситуация изменилась после того, как в работах В.И. Лесина [6-8] была создана теория магнитной обработки нефти. Было показано, что взаимодействие магнитного поля с флюидным потоком приводит к разрушению агрегатов ферромагнитных частиц железа. При разрушении агрегатов на отдельные частицы и фрагменты меньших размеров происходит

многократное (примерно в 100 раз и более) увеличение количества центров кристаллизации парафинов. Как установлено, естественные микропримеси таких агрегатов (в концентрации 10-100 г/т), образованные стержнеобразными минералами окисей/гидроокисей железа с характерными размерами 0.5x0.05x0.05 мкм действительно присутствуют практически во всех нефтях, содержащих смолы и асфальтены. Увеличение количества центров кристаллизации приводит к уменьшению средних объемов кристаллов АСПО. Мелкие кристаллы остаются взвешенными в потоке жидкости, что дает многократное (на несколько порядков) уменьшение скорости накопления кристаллов на стенках НКТ.

В Казахстане также были проведены подобные работы [8]. Небольшой опыт применения магнитных депарафинизаторов на Кумкольском месторождении показал возможность эффективного использования магнитного поля для борьбы с АСПО на скважинах Южно-Тургайской группы месторождений. Экспериментально подтверждено, что обработанная магнитным полем нефть приобретает «моющие» свойства, смывая со стенок оборудования уже образовавшиеся АСПО. Также была разработана и рекомендована НГДУ АО «ПетроКазахстан Кумколь Ресорсиз» технология обработки горячей нефтью скважин с воздействием на рабочий агент постоянным магнитным полем. На скважине АК-105 месторождения Арыскуп после установки магнитного депарафинизатора межочистной период увеличился в два раза [8].

Из вышеприведенного на наш взгляд наиболее продуктивной теорией, объясняющей процессы воздействия магнитного поля на АСПО, является теория В. И. Лесина, согласно которой агрегаты окисей и гидроокисей железа, присутствующие в пластовых жидкостях, под действием постоянного магнитного поля диссоциируются на мельчайшие частицы, увеличивая число центров кристаллизации АСПО в десятки тысяч раз, а образующиеся мелкие кристаллы уносятся потоком жидкости.

Таким образом, целесообразность и перспективность применения магнитной обработки подтверждается положительным опытом ее использования и распространения в различных регионах не только в России [5-10], но и за ее пределами.

#### **Список использованной литературы**

1. Габдрахманов Р.А., Любецкий С.В., (НГДУ "Лениногорскнефть"), Шестернина Н.В.(ООО "Татнефтемико"), Вороновский В.Р. (ЗАО "РИТЭК-внедрение"), Лесин В.И., Василенко И.Р. Анализ работы магнитных депарафинизаторов в НГДУ "Лениногорскнефть" АО "Татнефть". Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1999 г., № 10, с.37-40.
2. Карпов Б.В., Воробьев В.П., Казаков В.Т., Василенко И.Р., Лесин В.И., "Предупреждение парафиноотложений при добыче нефти из скважин в осложненных условиях путем

- применения магнитных устройств.", Нефтепромысловое дело, № 12, 1996 , с. 17-18
3. Ковач В. И., Аливанов В. В., Шаидаков В. В. Магнитная активация жидкости как метод защиты от коррозии // Нефтяное хозяйство. - 2002. -№10.-стр. 26-30.
  4. Лесин В. И. Магнитные депарафинизаторы нового поколения / Изобретения и рацпредложения в нефтегазовой промышленности. -2001.-№1.-стр. 18-20.
  5. Малышев А.Г., Н.А.Черемисин, Г.В.Шевченко, " Выбор оптимальных способов борьбы с парафиногидратообразованиями", Нефтяное хозяйство, № 9,1997, с.62-69.
  6. Персиянцев М. Н., Василенко И. Р. Магнитные депарафинизаторы МОЖ // Газовая промышленность. - 1999. - № 8. - стр. 34 - 37.
  7. Сахаров В. А., Б. С. Сейткасымов. «Опыт применения магнитных приборов для обработки скважин с целью предотвращения проблем, связанных с органическими отложениями», Нефтепромысловое дело., № 8, 2004 г., с. 39-40
  8. Сейткасымов Б. С. Повышение эффективности методов борьбы с асфальто-смоло-парафиновыми отложениями на месторождениях Южно-Тургайского прогиба Республики Казахстан. Автореф.... канд. техн. наук. - Москва: РГУНГ им. Губкина, 2006. - 22 с.
  9. Шаидаков В. В., Лаптев А. Б., Никитин Р. В., и др. Результаты применения магнитной обработки на скважинах, имеющих осложнения по АСПО и эмульсии // Проблемы нефти и газа: Тезисы докладов. III конгресс нефтегазопромышленников, секция Н. - Уфа. - 2001. - стр. 121-122.
  10. Шаидаков В. В. Создание технических средств для добычи нефти в осложненных условиях // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Уфимский государственный нефтяной технический университет. 2004 г.