



УДК 622.276.054.23

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

FEATURES OF OPERATION OF PRODUCTION WELLS OF WESTERN SIBERIA

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук,
профессор кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Поварова Лариса Валерьевна

кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный
технологический университет
larispv08@gmail.com

Скиба Анна Сергеевна

студентка,
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный
технологический университет
anya.ivanova.25@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем, возникающих при эксплуатации добывающих скважин Западной Сибири, поиску методов их решения и оценки эффективности применения. Рассмотрены способы предотвращения осложнений при работе добывающих скважин и выделяются наиболее перспективные из них.

Ключевые слова: асфальто-смоло-парафиновые отложения, соляной раствор, установка электроцентробежного насоса, коррозия, бурение, эксплуатация.

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of technical sciences,
Professor of oil and gas
engineering department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
olgasavenok@mail.ru

Povarova Larisa Valeryevna

Candidate of chemical sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of chemistry department,
Kuban state technological university
larispv08@gmail.com

Skiba Anna Sergeyevna

Student,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban state technological university
anya.ivanova.25@mail.ru

Annotation. The article is devoted to the analysis of problems arising from the operation of producing wells in Western Siberia, the search for methods to solve them and assess the effectiveness of their use. Ways to prevent complications during the operation of production wells are considered and the most promising of them are highlighted.

Keywords: asphaltic resinous paraffine sediments, salt water, electric submersible pump, corrosion, drilling, operation.

З ападная Сибирь является крупнейшим нефтегазоносным и нефтегазодобывающим районом России. Добыча углеводородов на данной территории ведется с 1964 года.

Важнейшая особенность сырьевой базы нефти Западной Сибири заключается в благоприятной структуре разведанных запасов и их высокой концентрации в крупных месторождениях.

В то же время условия эксплуатации оборудования на месторождениях Западной Сибири можно охарактеризовать как сильно осложненные вследствие высоких отложений асфальто-смоло-парафиновых соединений (АСПО), солей, гидратообразований, выноса механических примесей, существенного влияния свободного газа в затрубном пространстве и возникновения коррозии. В связи с этим, для эффективной разработки и эксплуатации большинства нефтяных месторождений Западной Сибири необходим подбор технологий, позволяющих предотвращать образование как асфальто-смоло-парафиновых отложений, так и возникновение других применен осложнений.

Можно выделить следующие основные осложнения, возникающие при эксплуатации добывающих скважин:

- снижение продуктивности скважин;
- повышенный газовый фактор;
- коррозионный износ подземного и наземного оборудования;
- отложения солей в трубопроводах;
- повышенное содержание механических примесей;
- сверхнормативная кривизна скважин;
- асфальто-смоло-парафиновые отложения (АСПО).

При эксплуатации скважин необходимо предусмотреть меры по устранению или борьбе с перечисленными осложнениями.



Остановимся подробнее на асфальто-смоло-парафиновых отложениях. Повышенное содержание асфальто-смоло-парафиновых соединений в продукции скважин приводит к образованию отложений АСПО на поверхности внутрискважинного и наземного оборудования.

Парафинизация оборудования возникает в результате охлаждения газонефтяного потока от пластовой температуры (порядка 120 °С) до температуры ниже температуры насыщения нефти парафином, вследствие теплообмена через стенки труб и разгазирования флюида.

Выпадение АСПО на стенках глубинного оборудования скважин зависит от природы материала из которого оно изготовлено, качества его обработки и степени коррозионного износа поверхности оборудования.

АСПО служат цементирующей основой для взвешенных частиц твердой фазы, что приводит к образованию на поверхности оборудования плотной и прочной корки, плохо поддающейся любым обработкам.

Присутствие механических примесей в продукции нефтяных скважин также является серьезным осложнением при их эксплуатации за счет уменьшения межремонтного периода (МРП) насосов.

Солеотложение является одним из наиболее существенных факторов, приводящих к снижению продуктивности добывающих скважин и наработки на отказ скважинных насосов.

Мониторинг различных отложений указывает на то, что доля солевых отложений в общем числе отказов центробежных насосов (ЭЦН) варьируется от 12 до 25 %. Различная интенсивность солеотложения в скважинах связана с разной насыщенностью попутно-добываемых вод солеобразующими ионами, обводненностью добываемых флюидов, условиями эксплуатации скважинных насосов.

В скважинах месторождений Западной Сибири отмечено выпадение сульфатных и карбонатных осадков ($BaSO_4$ и $CaCO_3$). Основным источником солей, выпадающих в осадок при добыче нефти – это попутные воды, добываемые вместе с нефтью, причем наиболее вероятным осадком является кальцит.

В условиях Западной Сибири причиной отложения солей служит нарушение карбонатного равновесия вследствие изменения термобарических параметров. В скважинах, оборудованных установкой электроприводного центробежного насоса (УЭЦН), отложения солей могут осаждаться на сетке насоса, поверхности погружного электродвигателя, валах и крыльчатках насоса, токоведущем кабеле.

Также следует учитывать, что наиболее существенное влияние на кристаллизацию солей из пересыщенного раствора оказывают асфальтены и смолы, выступающие центрами кристаллизации солей, что может привести к формированию осадка. В процессе эксплуатации и роста обводненности риски негативного влияния солеотложения увеличиваются.

Повышенное содержание свободного газа на приёме установки электроприводного центробежного насоса (УЭЦН) приводит к снижению коэффициента подачи, потере стабильности, повышенному износу вследствие кавитации и перегрева двигателей УЭЦН, а также к срывам подачи.

При этом разработка пластов на режимах низких забойных давлений также является причиной выделения газа, и как следствие частых поломок насосов.

В то же время в последнее время растёт число применяемых горизонтальных скважин с многостадийным гидравлическим разрывом пласта (МГРП), отличающиеся большими отборами, и как следствие более резкому снижению давления в призабойной зоне и выделения газа.

По мере увеличения обводненности, солесодержания и количества взвешенных частиц (КВЧ) продукции скважин возрастает скорость коррозионного износа подземного оборудования. В последние годы прослеживается тенденция роста количества отказов погружного оборудования добывающих скважин по причине коррозии материалов. Наблюдается коррозия как внутренней стенки насосно-компрессорных труб (НКТ), так и внешней поверхности корпусов погружных электродвигателей (ПЭД). Коррозия ПЭД является причиной примерно 70 % отказов скважин, вышедших из строя по причине коррозии. Всего же количество отказов погружного оборудования по причине коррозии за последние два года увеличилось в 4–5 раз и на сегодняшний день составляет в целом по объединению 13–15 % от действующего фонда скважин.

Межремонтный период скважин (МРП), подвергшихся коррозии, варьируется от 27 до 300 суток и составляет в среднем 100 суток при среднем общем МРП – 300 суток. Потери в добыче нефти из-за отказов скважин по причине коррозии достигают 2000 тонн/год.

Кривизна скважин существенно влияет на надежность работы насосного оборудования УЭЦН. В процессе бурения из-за несоблюдения технологии иногда происходит сверхнормативное искривление ствола скважин (более 2° на 10 м), что ухудшает условия работы насосного оборудования, а в некоторых случаях ограничивает глубину его возможного спуска. Для интенсификации добычи предполагается бурение новых скважин с большими отходами, где следует чётко отслеживать геометрию ствола.

Как показывают исследовательские работы и опыт эксплуатации скважин, снижение коэффициента продуктивности призабойной зоны при первичном и вторичном вскрытии пласта может быть вызвано:

- проникновением в порово-трещинное пространство фильтрата и твердой фазы бурового раствора;
- образованием нерастворимых осадков, которые выпадают в порах и трещинах пласта;
- образованием на границе контакта промывочной жидкости с нефтью стойких вязких водонефтяных эмульсий, которые препятствуют продвижению нефти из пласта в скважину.



Современный этап развития нефтегазового комплекса Западной Сибири характеризуется вступлением наиболее крупных месторождений в позднюю стадию разработки, высокой обводненностью добываемой продукции, ухудшением структуры извлекаемых запасов нефти и, соответственно, осложнениями при эксплуатации скважин.

Анализ многолетнего опыта эксплуатации скважин Западной Сибири наглядно демонстрирует положительные результаты от применения комплексного подхода борьбы с осложнениями при эксплуатации скважин. Несмотря на наличие сильно осложненных скважинных условий, в последнее время на месторождениях Западной Сибири достигнут рост основных показателей СНО, МРП и энергоэффективности оборудования за счет внедрения современных разработок в области механизированной добычи. При этом созданы все условия для дальнейшей успешной реализации практик на других месторождениях с аналогичной проблематикой.

Дальнейшее повышение эффективности мероприятий по предупреждению осложнений требует создания и функционирования интегрированной системы промысловых и лабораторных исследований, контроля технологических процессов в части, имеющей непосредственное отношение к проявлению осложнений при эксплуатации скважин и систем сбора. В связи с этим необходимо внедрять новые методы борьбы с осложнениями при эксплуатации добывающих скважин.

Литература:

1. Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление в 2 томах : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 1–2.
2. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
3. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин в 4 томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012–2015. – Т. 1–4.
4. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» в 4 томах : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013–2014. – Т. 1–4.
5. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
6. Булатов А.И., Качмар Ю.Д., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Освоєння нафтових і газових свердловин. Наука і практика: монографія. – Львів : Сполом.
7. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.
8. Савенок О.В., Ладенко А.А. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГУ», 2019.
9. Березовский Д.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В., Кошелев А.Т. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 84–86.
10. Грибенников О.А., Шумахер М.Ю., Рудь О.Н. Вопрос оптимизации работы УЭЦН на примере Бобровского месторождения «Оренбургнефть» // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 1. – С. 144–148.
11. Поварова Л.В. Анализ методов очистки нефтесодержащих сточных вод // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 1. – С. 189–205.
12. Савенок О.В., Поварова Л.В., Даниелян Г.Г. Технологическая эффективность геолого-технических мероприятий, применяемых на Вынгапуровском месторождении // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 2. – С. 152–156.
13. Савенок О.В., Поварова Л.В., Аванесов А.С. Исследование результатов эксплуатации горизонтальных скважин, эффективности бурения боковых стволов и работ по их углублению на Вынгапуровском месторождении // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 2. – С. 139–145.

References:

1. Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asfalto-resin-paraffin deposits and hydrate formation: warning and removal in 2 volumes : textbook. – Krasnodar : Publishing House – South, 2011. – V. 1–2.
2. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology in the course of the oil and gas wells construction : textbook for the university students. – Krasnodar : LLC Prosveshchenie-South, 2011. – 603 p.
3. Bulatov A.I., Savenok O.V. Overhaul of the oil and gas wells in 4 volumes. – Krasnodar : Publishing House – South, 2012-2015. – V. 1–4.
4. Bulatov A.I., Savenok O.V. Workshop on the discipline «Completion of the oil and gas wells» in 4 volumes : textbook. – Krasnodar : Publishing House – South, 2013–2014. – V. 1–4.
5. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremichuk R.S. Scientific basis and practice of oil and gas well development. – Krasnodar : Publishing House – South, 2016. – 576 p.
6. Bulatov A.I., Kachmar Y.D., Savenok O.V., Yaremichuk R.S. Development of the naphtha and gas sverdlov in. Science and practice : monograph. – Lviv : Spolom.
7. Savenok O.V., Kachmar Y.D., Yaremichuk R.S. Oil and gas engineering during well development. – M. : Infra-Engineering, 2019. – 548 p.



8. Savenok O.V., Ladenko A.A. Development of the oil and gas fields. – Krasnodar : Published by FGBOU VO KubGTU, 2019.
9. Berezovsky D.A., Lavrent'ev A.V., Savenok O.V., Koshelev A.T. Development of the physico-chemical models and methods of the reservoir rocks condition forecasting // Oil industry. – 2014. – № 9. – P. 84–86.
10. Gribennikov O.A., Shumakher M.Y., Rud O.N. The question of optimization of ESP installations operation on the example of Bobrovskoye oilfield «Orenburgneft» // Bulatovskie readings. – 2018. – Vol. 2. – Part 1. – P. 144–148.
11. Povarova L.V. Analysis of the methods of treatment of the oily waste water // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing House – South, 2018. – № 1. – P. 189–205.
12. Savenok O.V., Povarova L.V., Danielyan G.G. Technological efficiency of geological and technical measures applied at Vyngapurovskoye field // Bulatovskie readings. – 2018. – Vol. 2. – Part 2. – P. 152–156.
13. Savenok O.V., Povarova L.V., Avanesov A.S. Investigation of horizontal well operation results, sidetrack drilling efficiency and work on their deepening at Vyngapurovskoye oilfield // Bulatovskie readings. – 2018. – Vol. 2. – Part. 2 – P. 139–145.