

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ малодебитного фонда скважин



**Камалетдинов
Рустам Сагарьярович**

председатель Экспертного
совета по механизированной
добыче нефти,
к.т.н.

10–11 ОКТЯБРЯ 2023 Г. В Г. МОСКВЕ СОСТОЯЛАСЬ 5-Я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОДЕБИТНОГО ФОНДА СКВАЖИН В ОСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЯХ-2023», ОРГАНИЗОВАННАЯ ЭКСПЕРТНЫМ СОВЕТОМ ПО МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ЦЕНТРОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ. О ЧЕМ ГОВОРИЛИ ЭКСПЕРТЫ И К КАКИМ ВЫВОДАМ ПРИШЛИ УЧАСТНИКИ КРУГЛОГО СТОЛА?

THE 5TH SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE "INCREASING THE EFFICIENCY OF MARGINAL WELLS OPERATING IN DIFFICULT CONDITIONS-2023" ORGANIZED BY THE EXPERT COUNCIL ON MECHANIZED OIL PRODUCTION AND THE CENTER FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT WAS HELD IN MOSCOW ON OCTOBER 10–11, 2023. WHAT DID THE EXPERTS TALK ABOUT AND WHAT CONCLUSIONS DID THE ROUND TABLE PARTICIPANTS COME TO?

Ключевые слова: механизированная добыча, фонд скважин, осложненные условия эксплуатации, трудноизвлекаемые запасы, оборудование.

Был заслушан 21 доклад, проведены круглый стол и мастер-класс. По итогам работы сформирован Протокол конференции.

В рамках своего доклада автор озвучил основные показатели работы механизированного фонда России, сообщил об итогах сотрудничества Экспертного совета в 2022–2023 гг. с Союзом нефтегазопромышленников России и Комитетом по энергетической стратегии и ТЭК Торгово-промышленной палаты РФ, дал информацию о проведенных мероприятиях, обозначил наиболее острые проблемы, которые были вынесены на отраслевой уровень, высказал мнение о текущей ситуации по созданию и развитию промышленных полигонов и об инновационной деятельности институтов развития, нефтяных компаний, венчурных фондов и др. Также было доложено: о текущей ситуации по разработке ТРИЗов – подписан федеральный закон № 389-ФЗ от 31.07.2023; внесены изменения в Налоговый кодекс; существует возможность

получения лицензии на создание технологических полигонов для тестирования технологий в реальных условиях (на сегодняшний день по две лицензии имеют «Роснефть» и «Газпром нефть», одну – «Татнефть», еще пять – «Ставропольнефтегаз»); о реализации федерального проекта «Технологии освоения трудноизвлекаемых углеводородов», импортозамещении критически важного с точки зрения обеспечения технологического суверенитета оборудования и технологий в ТЭК и др.

Также автор представил информацию по взаимодействию с АНО «ИНТИ». Замечания и предложения Экспертного совета нашли свое отражение при подготовке совещания, которое прошло в апреле в Минэнерго. По мнению Экспертного совета, требуется пересмотр процедуры рассмотрения, утверждения групп по конкретным стандартам с привлечением представителей всех нефтяных компаний, заводов-

изготовителей, сервисных компаний, университетов; создание комитета по оборудованию для механизированной добычи нефти; актуализация стандартов АНО «ИНТИ» «Установки скважинных электроприводных насосов (УЭЦН)», «Насосы винтовые штанговые», «Электродвигатели асинхронные погружные».

К.В. Смирнов, директор программ технологического развития ООО «Газпромнефть НТЦ» выступил с докладом «Совершенствование кабеля УЭЦН». В начале выступления был описан вызов «Снижение доли отказов по причине нарушения целостности кабеля УЭЦН», основными причинами отбраковки кабеля являются механические повреждения, коррозия, плавление, повышенные токи утечки. Основные результаты предпроектной подготовки: «Патентный поиск» – выбрано 8 перспективных направлений оптимизации конструкции кабеля (секторные жилы, прямоугольные жилы, алюминий и его сплавы, изоляция с высокой рабочей

температурой, общая оболочка, заполняющая воздушные полости в межфазном пространстве, эмалевые изоляционные материалы, полимерная оболочка вместо стальной брони, уменьшение площади поперечного сечения жилы); «Моделирование» – по критериям устойчивости были выбраны четыре направления для дальнейшей проработки (изоляция с высокой рабочей температурой, общая оболочка, заполняющая воздушные полости в межфазном пространстве, эмалевые изоляционные материалы, полимерная оболочка вместо стальной брони) и разработаны 5 оптимальных конструкций, наиболее соответствующих входным требованиям. Целевая гипотеза проекта – «Альтернативная конструкция кабеля для УЭЦН с улучшенными рабочими характеристиками и уменьшенной отбраковкой по основным факторам». В настоящее время проходит этап «Оценка» – формирование гипотез по повышению надежности кабеля: материалы изоляции, оболочки, брони; изготовление и лабораторные испытания образцов материалов; моделирование конструкции кабельной линии; верификация результатов НИОКР и определение возможности промышленного производства; определение стоимости кабельной линии при промышленном производстве (сравнение с текущими решениями).

Константин Владимирович дал информацию об этапах и сроках исполнения проекта, описал существующую систему взаимодействия с заводами-изготовителями, сервисными компаниями, выгоды для каждого из партнеров, матрицу рисков. В конце доклада были указаны постановочные вопросы для обсуждения участниками конференции. В ходе последующей дискуссии состоялся обмен мнениями, в результате чего были предложены рекомендации для реализации данного проекта.

С.Ю. Самарин, ведущий инженер производственного отдела по добыче нефти и поддержанию пластового давления ПАО «Сургутнефтегаз» представил доклад «Система управления периодическим режимом работы скважин, оборудованных УЭЦН с ТМС». В связи с увеличением фонда скважин со сниженными приточными характеристиками, ростом



парка малопроизводительного погружного оборудования, количество скважин, которое эксплуатируются в периодическом режиме, достигло 25%. Определены категории фонда скважин, где периодическая эксплуатация подтверждает свою эффективность. Регламентирована разбивка фонда по категориям: первая категория – это технологическая, используется на скважинах, где необходим «мягкий вывод на режим» в целях постепенного увеличения депрессии и исключения получения осложнений по причинам получения высоких уровней КВЧ, особенно на скважинах после ГРП; вторая категория – эксплуатационные причины, скважины, где по различным причинам в процессе эксплуатации отсутствует возможность обеспечения постоянного режима работы; третья категория – регулирование разработки, это скважины, где подтверждена высокая обводненность продукции, запланированы различные виды мероприятий по повышению нефтеотдачи пласта, осложненные высоким газовым фактором. Выполнена автоматизация сбора и визуализации информации по работе скважин с периодическим режимом эксплуатации с разбивкой по категориям.

Спартак Юрьевич обозначил основные проблемы при периодической эксплуатации, подробно осветил систему управления периодическим фондом скважин, которая была внедрена в три этапа: I этап – выполнен анализ состояния скважины и режима работы системы «скважина-насос», построена математическая модель процесса, разработаны алгоритмы работы по программе и кратковременной периодической

эксплуатации, сформирована цифровая модель работы системы «скважина-насос» с выполнением прогнозирования уровня жидкости в эксплуатационной колонне от устья скважины в процессе накопления и откачки жидкости; II этап – на основе цифровой модели скважины в информационной системе «Оперативный контроль объектов» был реализован программный модуль «Контроль работы периодического фонда» для оценки режимов работы скважин периодического фонда; III этап – было реализовано автоматическое управление системой изменения режима работы скважин согласно рекомендованным оптимальным периодам. Был приведен пример работы системы по конкретной скважине. После успешного тестирования системы на действующем фонде нефтяных скважин, эксплуатируемых в периодическом режиме и режиме кратковременной периодической эксплуатации, систему передали в опытно-промышленную эксплуатацию с расширением объектов и увеличением количества скважин, передаваемых в управление системе. В процессе опытно-промышленной эксплуатации скважин под управлением системы достигнуты положительные результаты в части сокращения затрат на повторные исследования, корректировку режима, сокращение энергопотребления за счет оптимального режима работы и стабилизации, а в отдельных случаях – роста добычи нефти.

Е.А. Кибирев, директор по качеству Levare International (панее Borets International) представил доклад на тему «Способы повышения надежности погружного малодебитного оборудования».

В нем он представил свое определение «малодебитная скважина» и «малодебитный насос», а также объяснил, почему насосы меньших производительностей в одном размерном ряду имеют традиционно меньшую надежность даже при работе с номинальными параметрами – в первую очередь из-за низкой энергетической эффективности, а точнее, низкой КПД (не выше 40% в точке максимума по сравнению 55–60% среднеразмерными УЭЦН). При этом процессы, протекающие в «малодебитных» насосах при работе в номинальных диапазонах подач, но имеющих изначально низкий КПД, идентичны таковым в «среднедебитных» насосах при работе за левой границей НРХ. Следствием работы УЭЦН с низкой производительностью является:

- Рост температуры жидкости, протекающей через насос, – нагрев зоны подвеса и всех компонентов УЭЦН;
- Выпадение нерастворимых солей – засорение насоса, препятствие протоку жидкости, заклинивание пар трения;
- Ухудшение смазки трущихся деталей – рост скорости износа;
- Сепарация механических примесей в вихревых и застойных ступенях, осаждение песка в головках насоса и НКТ;
- Усиление вредного влияния газовых включений – газовые пробки;
- Рост осевой нагрузки на колеса и аппараты или на вал двигателя в компрессионном насосе – износ опорных поверхностей;
- Снижение нагрузки двигателя требует более точных настроек токовых защит – ненадежная работа защит.

По мнению Евгения Анатольевича, значительная часть проблем малодебитных скважин связана с общей склонностью значительно отклоняться от расчетных гидродинамических параметров в течение одного рейса УЭЦН, во всех случаях общим признаком и чаще всего корневой причиной является критическое падение скорости потока жидкости – ниже расчетной. В настоящее время у конструкторов хватает компетенций спроектировать миниатюрные ступени с высоким КПД, а у заводов наличия материалов и технологий для их выпуска, однако внедрению новой техники традиционно мешают сложившиеся в нефтяных компаниях



схемы хозяйствования. Для снятия барьеров требуется пересмотр ЕТТ и регламентов взаимоотношений с сервисными компаниями, стандартов и стратегий по закупке, корректировка КПЭ в типовых договорах, изменение методов подбора оборудования к скважине, более точное прогнозирование режимов скважин и своевременная их коррекция в реальном времени.

Следует признать, что существует некоторый зазор между номинированными в ТУ параметрами оборудования и реальными допустимыми пределами условий эксплуатации, если оценивать их с позиции долговременной безотказной работы. Эта проблема в значительной мере усилена еще и тем, что замеры параметров – температура, давление, содержание газа, КВЧ и др. – зачастую не отражают реальных значений. Был приведен пример эксплуатации и структура отказов среднедебитных УЭЦН (160 м³/сут. и выше), работающих в США группы месторождений региона Permian, причем осложнения сходны с малодебитными скважинами России.

Предложены следующие рекомендации: корректное прогнозирование притока жидкости из пласта на весь срок эксплуатации; подбор УЭЦН с учетом темпов падения притока, либо перевод скважины в ПКВ; отстройка ЗСП с имитацией срыва подачи; использование телеметрии с контролем давления на выкиде; дерейтинг двигателей – выбор большего типоразмера, снижение напряжений и рабочих токов; дерейтинг насосов – переход на следующий типоразмер с уменьшением расчетной частоты;

использование гидрозавит с увеличенной емкостью масла – увеличенный расширительный объем; использование материалов уплотнений, изоляции и защитных оболочек, имеющих запас по предельным температурам не менее 30–40 °С от расчетного теплового режима установки.

А.А. Лутфуллин, ведущий инженер группы развития перспективных технологий отдела техники и технологии добычи нефти УДНиГ Департамента добычи нефти и газа СП «Татнефть-Добыча» ПАО «Татнефть» представил доклад «Пересмотр подходов к расследованию отказов ГНО и использование системы «5 почему»». Актуальность проведенной работы была обусловлена: повышением безопасности – расследование отказов позволяет выявлять и анализировать потенциально опасные ситуации, связанные с глубинно-насосным оборудованием, разработать меры предотвращения аналогичных событий; снижением производственных потерь – расследование отказов помогает выявить коренные причины проблем и разработать рекомендации по предотвращению повторных отказов и снижению производственных потерь; улучшением эффективности – оптимизация процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта; прогрессивным обучением и внедрением новинок – изучение причин отказов ГНО предоставляет ценную информацию для улучшения текущих систем и разработки новых технологий и инноваций.

Айрат Абузарович дал пояснения по методике «5 почему», привел примеры по трем скважинам, а также сформулировал выводы по проведенной работе –

использование методики «5 почему» на этапах расследования позволяет глубже погрузиться в проблемы скважины и разработать более обширный ряд мероприятий для достижения максимального эффекта от проведенного ремонта по скважине; методика «5 почему» позволяет разложить на многочлены процесс работы со скважиной, конкретизировать проблематику как по отдельной скважине, так и аналитическим методом выстроить картину по всему месторождению в целом; полученные данные в результате проведения расследования отказов ГНО с применением методики «5 почему» позволяют конкретизировать проблемные направления по компании и в дальнейшем эффективнее формировать инвестиционные затраты.

С докладами также выступили Р.В. Агишев («ГН-Технологические Партнерства»); О.В. Валгин («Газпром нефть»); Д.А. Баталов («Сургутнефтегаз»); Н.В. Лысенков («Руссветпетро»); С.В. Медведев (Сургутнефтегаз); Р.С. Халиков («Газпромнефть НТЦ»); В.С. Абаев («Зарубежнефть-добыча Самара»); А.С. Орлов («РЕАМ-РТИ»); Э.Р. Ишмиров («РН-БашНИПИнефть»); Д.В. Кураев («НДТ»); А.В. Асеев («РУСАЛ»); М.А. Абатуров («БКЗ»); Н.А. Еремин (Институт проблем нефти и газа); Р.А. Ахмадеев («Татнефть»); Н.Н. Садыков («Татнефть») и др.

В рамках конференции состоялся круглый стол «Эксплуатация малодебитных скважин в текущих реалиях: вызовы и возможности», который провели Р.С. Камалетдинов и М.И. Кузьмин.

Были рассмотрены два вопроса:

- Совершенствование кабеля для УЭЛН с применение новых конструкций и материалов, в том числе алюминиевых сплавов.
- Обобщение лучших практик создания и применения стандартов на оборудование и его эксплуатацию.

В ходе дискуссии были высказаны следующие мнения (Камалетдинов, Кузьмин, Григорян, Абатуров, Асеев, Кибирев, Гривцов):

Существует необходимость изготовления новых видов погружного кабеля для УЭЛН; использование кабеля с алюминиевыми жилами нужно определять на основании точного расчета совокупной стоимости

владения; предложения по поставке кабеля с алюминиевыми жилами нужно готовить с сервисными компаниями, занимающимися ремонтом, обслуживанием УЭЛН; очень важным является вопрос вторичного использования алюминиевой жилы, при этом возможна схема определения цены бывшего в употреблении кабеля перед покупкой нового; рекомендации API 11S5 и 11S6 по погружному кабелю распланы более подробно с точки зрения эксплуатации кабеля, ГОСТ 51777 ориентирован на изготовителя погружного кабеля; существует необходимость создания документа о порядке эксплуатации, испытаний погружного кабеля УЭЛН, формат документа нужно обсуждать, учитывая, что переработанный в 2019 г. ГОСТ 51777 не был утвержден в Росстандарте, и то, что национальные стандарты не обязательны к применению; технические требования нефтяных компаний устанавливают более жесткие требования к компонентам УЭЛН, причем не всегда обоснованно и др.

Во второй день конференции Р.С. Камалетдинов провел мастер-класс «Азбука инноваций».

По итогам работы конференции был сформирован Протокол конференции:

- Считать достигнутыми основные цели конференции – обмен опытом снижения затрат на добычу нефти, обучение современным подходам эксплуатации оборудования и технологий, обсуждение новых направлений повышения эффективности эксплуатации малодебитного фонда скважин.
- Считать наиболее актуальными направлениями повышения эффективности эксплуатации малодебитного фонда скважин:
 - Проектирование, изготовление, испытание новых видов малодебитного оборудования для добычи нефти;
 - Создание новых марок погружного кабеля;
 - Повышение качества изоляции погружного кабеля;
 - Продолжение работ по повышению коррозионной стойкости покрытия погружного кабеля и применение альтернативных решений (тефлоновые покрытия, полимеры, общая оболочка и т.д.);
 - Определение оптимальных режимов эксплуатации УЭЛН

в зависимости от приточных характеристик (АПВ, КПЭ и т.д.) и др.

- Экспертному совету по механизированной добыче нефти проработать проект документа о порядке эксплуатации, испытаний погружного кабеля УЭЛН. Ответственные Е.А. Кибирев, Р.С. Камалетдинов. Срок – декабрь 2023 г.
- Экспертному совету по механизированной добыче нефти организовать проведение круглого стола «Оптимизация наземного оборудования УЭЛН». Ответственный Р.С. Камалетдинов. Срок – 1 квартал 2024 г.
- Рекомендовать АНО «ИНТИ» актуализировать стандарт «Установки скважинных электроцентробежных насосов (УЭЦН)», стандарт «Насосы винтовые штанговые» с привлечением экспертного сообщества представителей нефтяных компаний, заводоизготовителей, сервисных компаний, научных учреждений.
- Признать победителями в номинациях:
 - «Лучший доклад» – С.В. Медведева («Сургутнефтегаз»); К.В. Смирнова («Газпром нефть»); В.С. Абаева («Зарубежнефть»);
 - «Активный участник» – Е.А. Кибирева («Борец»).
- Экспертному совету по механизированной добыче нефти дополнить раздел «Результаты ОПИ в нефтяных компаниях» сайта Экспертного совета информацией, представленной на конференции. ●

В 2024 г. Экспертный совет по механизированной добыче нефти совместно с Центром профессионального развития планируют проведение конференций:

21-я Международная практическая конференция «Механизированная добыча нефти-2024» состоится 14–15 марта 2024 г.

5-я научно-техническая конференция «Повышение эффективности эксплуатации малодебитного фонда скважин в сложных условиях-2024» состоится 8–9 октября 2024 г.

KEYWORDS: *mechanized production, well stock, complicated operating conditions, hard-to-recover reserves, equipment.*