

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Волкова Максима Григорьевича

«Научно-методические основы моделирования процессов управления эксплуатационными характеристиками осложнённых нефтедобывающих скважин», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности

2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Поздняя стадия добычи запасов нефтяных месторождений обуславливает необходимость нового подхода к технологиям эксплуатации фонда осложнённых скважин. Образование негативных отложений в призабойной зоне пласта (ПЗП) влечёт за собой снижение проницаемости нефтесодержащих коллекторов, неоднородности профилей притока добываемого флюида к скважинам, их приёмистости. Соле- и асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) на стенках насосно-компрессорных труб (НКТ), наличие твёрдых минеральных отложений, высокое газосодержание добываемой продукции снижают эффективность лифта скважин в результате перекрытия межлопаточных каналов рабочих колёс и диффузоров электроцентробежных насосов (ЭЦН), следствием чего является деградация их эксплуатационных характеристик, выход их из строя. Рост динамических нагрузок на насосы в результате отложений увеличивает расход электроэнергии, влечёт за собой необходимость дополнительных материальных и трудовых затрат на их обслуживание.

Необходимость создания новых, научно обоснованных методологических подходов к эксплуатации скважин осложнённого фонда с использованием модельного прогнозирования влияния осложняющих факторов на эксплуатационные параметры погружного насосного оборудования с целью минимизации рисков управления добычей нефти и научно-обоснованного определения сроков межочистного периода эксплуатации скважин, определяют актуальность диссертационной работы соискателя.

Автором разработаны феноменологические подходы, использующие для оценки влияния осложняющих факторов на степень деградации характеристик лифта нефтедобывающих скважин оригинальные методики:

- трёхфазная гидродинамическая модель расчёта продольного градиента давления в вертикальной нефтедобывающей скважине;
- тепловая модель расчёта продольного температурного градиента в вертикальной нефтедобывающей скважине;

– модели прогнозирования отложения в НКТ неорганических солей и АСПО с учётом данных уточнённых расчётов продольных давлений и температур;

– динамическая модель пузырькового течения жидкости в НКТ;

– модифицированная для динамических расчётов модель H.Q. Zhang для пробкового режима течения жидкости в НКТ.

Разработана комплексная методика оценки эффективности процессов сепарации газа в центробежных газосепараторах с учётом нестационарных режимов течения газожидкостной смеси в затрубном пространстве нефтедобывающей скважины, включающая в себя:

– методику оценки естественной сепарации газа на приёме насоса, основанную на модификации модели естественной сепарации газа R. Marquez, применительно к условиям нестационарного течения газожидкостной смеси в затрубном пространстве скважин;

– двухфазную методику расчёта характеристик эксплуатации нагнетателя шнекового типа роторного газосепаратора, учитывающую деградацию его расходно-напорных характеристик вследствие наличия свободного газа и солеотложений.

Разработаны методика симуляции прироста температуры погружного электродвигателя на стационарных и динамических режимах эксплуатации, осложнённых наличием в добываемой жидкости свободного газа; методика, позволяющая с помощью математического моделирования гидродинамических процессов, протекающих в проточных каналах ЭЦН, прогнозировать деградацию его расходно-напорных характеристик в условиях высокого газосодержания и отложения солей на лопатках рабочего колеса.

Разработаны динамический симулятор системы «пласт-скважина», позволивший провести оценку возможных рисков в процессе управления дебитом скважин, новая двухфазная (трёхкомпонентная) математическая модель вертикального течения добываемой скважинной жидкости в НКТ, двухжидкостная нестационарная математическая модель пузырькового режима течения газожидкостной смеси в колонне нефтедобывающей скважины, учитывающая агрегатное состояние фаз в зависимости от термобарических условий. Получены уравнения для расчёта гидродинамического сопротивления пузырьков газа в добываемом скважинном флюиде. Модифицирована стационарная модель H.-Q. Zhang для исследования влияния инерционных свойств добываемого флюида на скорость распространения изменения давления и расхода добываемой жидкости при пробковой газожидкостной структуре её течения в НКТ.

Разработаны механистическая модель режимов течения газожидкостной смеси в межлопаточных каналах рабочего колеса ЭЦН, использующая многопараметрические и механистические функции для определения границ перехода газожидкостных структур; нестационарная математическая модель системы погружной электродвигатель-электроцентробежный насос, позволяющая моделировать неустойчивость течения газожидкостной смеси в межлопаточных каналах многоступенчатого насоса и прогнозировать условия его выхода из строя; методика прогнозирования температурного режима работы погружного электродвигателя ЭЦН в осложнённых условиях эксплуатации, позволяющая прогнозировать влияние солеотложения и наличия свободного газа на отвод тепла от электродвигателя.

Разработанная двухфазная (трёхкомпонентная) математическая модель вертикального течения газожидкостных смесей в НКТ для погружных ЭЦН реализована в программе информационной системы управления механизированным фондом скважин и позволила осуществлять автоматический поиск резервов повышения производительности насосных установок, повысить технологическую эффективность эксплуатации УЭЦН.

На основе разработанной математической модели трёхфазных стационарных газоводонефтяных восходящих течений в нефтедобывающих скважинах получены программные алгоритмы, апробированные в рамках проекта РН-КИН (Комплекс инженера-нефтяника). Программный комплекс РН-КИН внедрён в промышленную эксплуатацию на добывающих предприятиях ПАО «НК «Роснефть», в частности, в ООО «РН-Юганскнефтегаз», «РН-Пурнефтегаз», «РН-Сахалинморнефтегаз», «РН-Ставропольнефтегаз», «РН-Самотлорнефтегаз», «РН-Башнефть», что позволило повысить эффективность обустройства и проектирования при создании концептуальных региональных моделей месторождений нефти и газа.

Разработан и внедрён в промышленную эксплуатацию на месторождениях нефти и газа, эксплуатируемых ПАО «НК «Роснефть», программный комплекс «Rosneft-WellView», реализующий предложенные модели и алгоритмы, и позволяющий оптимизировать условия эксплуатации механизированного фонда скважин.

В качестве замечаний хотелось бы отметить:

– в четвёртой главе, посвящённой модельному прогнозированию процесса эксплуатации погружных асинхронных электродвигателей (ПЭД) в осложнённых условиях, не ясно, какие методики известны, а какие (если таковые есть) принадлежат соискателю? Если в известные методики соискателем внесены дополнения, об этом следовало бы чётко сказать;

– на рис. 16 приведены расчётные графики переходных процессов, позволяющие осуществить прогнозирование время распространения возмущений по расходу газожидкостной смеси в устье скважины. Желательно было бы показать это на примере реальной скважины с её технологическими параметрами. В противном случае – это только теоретический вывод;

– из данных, приведённых в автореферате, не совсем понятно влияние газожидкостной структуры течения на процесс солеотложения на корпусе ПЭД.

Считаю, что диссертация Волкова М.Г. является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 11.09.2021) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней») ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Соискатель заслуживает присуждения искомой учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Заместитель генерального директора
ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть»
по геологии и разработке,
кандидат физ.-мат. наук

Владимир Григорьевич Волков

20.01.2022.

Подпись В.Г. Волкова заверяю:
Нач. отдела по персоналу
и социальным программам



Кириллова О.В.

Волков Владимир Григорьевич,
кандидат физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.
660098, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 65Д,
ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть»,
тел. +7(391) -200-88-30
Эл. почта: VolkovVG@knipi.rosneft.ru