

## 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

В настоящее время при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений России, большая часть которых находится на поздней стадии разработки, необходим новый подход к технологиям эксплуатации осложнённых скважин. Образование негативных отложений в призабойной зоне пласта приводит к снижению проницаемости коллектора, неоднородностям в профилях притока жидкости к скважинам и их приёмистости. Соле- и асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) на стенках насосно-компрессорных труб (НКТ) существенно уменьшают их пропускной диаметр, значительно снижая эффективность лифта скважин. В процессе эксплуатации скважин твёрдые минеральные отложения перекрывают межлопаточные каналы рабочих колёс и диффузоров электроцентробежных насосов (УЭЦН), что приводит к деградации их эксплуатационных характеристик и выходу их из строя.

Рост динамических нагрузок на погружные насосы в результате негативных отложений увеличивает расход электроэнергии, и, как следствие, приводит к ухудшению технико-экономических показателей работы нефтедобывающих Компаний.

Необходимость повышения эффективности существующих и разработка новых методологий 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 (МОП) эксплуатации скважин, определяет актуальность настоящей диссертационной работы.

На основе модельного прогнозирования структурных и тепловых режимов подъёма газожидкостной смеси на поверхность разработан научно-обоснованный метод планирования МОП эксплуатации скважин для предупреждения и периодического устранения осложняющих факторов в НКТ нефтедобывающих скважин. Разработанные новые феноменологические подходы к механистическому моделированию трёхфазных течений позволили осуществлять более точные гидравлические и тепловые расчёты течения газоводонефтяной смеси вдоль НКТ вертикальной нефтедобывающей скважины, и тем самым усовершенствовать известные методики прогнозирования отложения минеральных солей и АСПО на стенках НКТ.

С использованием математических моделей проведено гидродинамическое моделирование эксплуатационных характеристик центробежных роторных газосепараторов. Представлены результаты прогнозирования их расходно-напорных характеристик с учётом отложения минеральных солей на лопатках шнековых колёс



и сепарационных характеристик для различной дисперсности газожидкостной смеси.

Усовершенствована математическая модель теплового пограничного слоя на корпусе погружного электродвигателя (ПЭД), отличающаяся уточнённым расчётом объёмного содержания газа и структуры течения смеси. Проведено модельное прогнозирование повышения температуры охлаждающей газожидкостной смеси и обмоток статора ПЭД при различных нагрузочных режимах работы электродвигателя.

Разработана нестационарная математическая модель ЭЦН, отличающаяся механистическим подходом при определении структурных границ режимов течения газожидкостной смеси в межлопаточных каналах импеллера насоса. Результаты модельного прогнозирования деградации эксплуатационных характеристик ЭЦН с учётом отрицательного влияния высокого газового фактора, отложения минеральных солей, «полётов» ЭЦН на процесс добычи нефти крайне важны для разработки научно-обоснованных мероприятий по оптимизации процесса подбора модели ЭЦН в процессе формирования дизайна нефтедобывающих скважин и планирования научно-обоснованного МОП эксплуатации скважин.

Разработан динамический симулятор системы «пласт-скважина», позволивший повысить эффективность процесса управления добычей нефти механизированными и фонтанирующими скважинами путём модельного прогнозирования возможных рисков срыва подачи насоса на режимах форсирования добычи нефти и освоения скважин в условиях высокого газосодержания добываемой скважинной продукции.

Программные алгоритмы, разработанные на основе комплекса методик по прогнозированию рабочих характеристик ЦРГ, использованы в программном комплексе «Rosneft-WellView», внедрённом в промышленную эксплуатацию на добывающих предприятиях ПАО «НК «Роснефть», что позволило повысить эффективность мониторинга и оптимизации режимов эксплуатации механизированного фонда скважин.

Математическая модель трёхфазных стационарных газоводонефтяных восходящих течений в нефтедобывающих скважинах в виде программных алгоритмов используется в рамках проекта РН-КИН (Комплекс инженера-нефтяника), внедрённого в промышленную эксплуатацию на добывающих предприятиях ПАО «НК «Роснефть», что позволило повысить эффективность обустройства и проектирования при создании концептуальных региональных моделей месторождений. Разработана двухфазная (трёхкомпонентная) математическая модель вертикального течения газожидкостных смесей в НКТ для погружных центробежных насосов, реализованная в программе информационной системы управления механизированным фондом скважин, позволяющая проводить автоматический поиск резервов увеличения производительности насосных установок, повысить технологическую эффективность эксплуатации установок ЭЦН, что актуально для эксплуатации осложнённого фонда добывающих скважин, оснащённых УЭЦН.

#### **Замечания:**

- в главе 1 представлены результаты анализа эксплуатации ряда нефтяных месторождений Западно-Сибирского региона (ООО «РН-Юганскнефтегаз»; ООО



«РН-Пурнефтегаз»; ООО «РН-Ванкор»). В главе 2 на стр. 22, рисунок 5 автореферата приведено сравнение планируемой и расчётной (по разработанной модели) глубины очистки НКТ от АСПВ для фонда осложнённых скважин нефтяных месторождений Башкортостана.

- на рисунке 12 стр. 32 представлены результаты прогнозирования деградации расходно-напорной характеристики ЭЦН с использованием стационарной модели течения жидкости в каналах ЭЦН, в зависимости от толщины солеотложения на лопатках его рабочего колеса и диффузора (а) и вязкости жидкости (б). Непонятно, почему при увеличении подачи, напор оказывается в отрицательной области. Аналогичная картина и на рисунке 13 стр. 33?

- основные результаты и выводы стр. 39. Первый пункт, где представлены результаты анализа влияния относительного забойного давления ( $P_{заб}/P_{нас}$ ) добывающих скважин месторождений Западно-Сибирского региона на интенсивность проявления осложняющих факторов, а также безотказность работы погружного оборудования – в автореферате не отражены.

#### **Заключение:**

Приведенные замечания не затрагивают принципиальных основ выполненной на высоком научном уровне работы, представляющей весомый вклад в теорию и практику разработки нефтяных месторождений. Диссертация соответствует соответствующим 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. Автор Волков М.Г заслуживает присуждения искомой учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Генеральный директор ЗАО  
«Системные технологии эксплуатации  
месторождений»,  
д.т.н., профессор

  
Иван Алексеевич Дьячук

25.01.2022.

Подпись Дьячука  заверяю:





Дьячук Иван Алексеевич,  
профессор, доктор технических наук по специальности 25.00.17 «Разработка и  
эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».  
ЗАО «Системные технологии эксплуатации месторождений».  
450076, г.Уфа, ул. К. Маркса, 15/2, офис 10.  
тел. +7-917-75-13-429.  
Электронная почта: DyachukIA@ufa-stem.ru