

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

Истощение активных запасов месторождений нефти и газа страны, в частности Западно-Сибирского региона, сопряжено со снижением коэффициентов продуктивности нефтедобывающих скважин, что требует новых подходов к технике и технологии нефтедобычи. Общепринятыми факторами, негативно влияющими на процесс добычи нефти, являются отложения неорганических солей, асфальтосмолопарафиновых веществ, твёрдых минеральных веществ, высокое газосодержание добываемой скважинной продукции, влекущие за собой снижение проницаемости коллектора, неоднородности в профилях притока жидкости к скважинам, их приёмистости. В частности, соле- и асфальтосмолопарафиновые отложения на стенках насосно-компрессорных труб (НКТ) добывающих скважин уменьшают их пропускной диаметр, снижая эффективность лифта скважин. Добыча нефти в осложнённых условиях влечёт за собой преждевременный выход из строя скважинного оборудования, и, как следствие, необходимость дополнительных ремонтов скважин. Рост нагрузок на насосы в результате осложнений требует дополнительных материальных и трудовых затрат на их обслуживание. В этих условиях очевидна актуальность совершенствования методов интенсификации добычи нефти из скважин осложнённого фонда, особенно на поздней стадии эксплуатации месторождений.

При этом важную роль принимает модельное прогнозирование влияния осложняющих факторов на уровень снижения эффективности эксплуатации погружного насосного оборудования, позволяющее минимизировать риск управления добычей нефти и обоснованно определять сроки межочистного периода эксплуатации скважин. Использование методов управления процессом добычи нефти в осложнённых скважинах на базе математического моделирования течения газонефтеводяных смесей в погружном насосном оборудовании весьма актуально, поскольку основная часть нефти в стране добывается с помощью электроцентробежных насосов (ЭЦН), а скважинная продукция преимущественно представляет собой газожидкостную смесь.

Автором решена важная задача повышения эффективности управления параметрами работы нефтедобывающих скважин на основе модельного прогнозирования осложнений при изменении гидродинамических режимов эксплуатации погружного скважинного оборудования. Разработана научно-обоснованная методология прогнозирования рабочих характеристик центробежных роторных газосепараторов. Выявлены зависимости, позволяющие на стадии подбора центробежного газосепаратора под эксплуатационные условия скважин прогнозировать деградацию расходно-напорных характеристик нагнетателей газосепараторов шнекового типа вследствие наличия газа и солеотложений; прогнозировать значения коэффициента сепарации газа газосепаратором и остаточного объёмного содержания газа, поступающего на вход в УЭЦН; прогнозировать повышение эффективности сепарации газа в моделях газосепараторов, оснащённых кавернообразующим колесом. Предложены критерии оценки работоспособности центробежных газосепараторов в осложнённых условиях эксплуатации. Методология применима в широком диапазоне эксплуа-

тационных характеристик погружного оборудования нефтедобывающих скважин и может быть использована при разработке концепции цифровой скважины.

Разработаны новая двухфазная (трёхкомпонентная) математическая модель вертикального течения добываемой скважинной продукции 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.

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 теплоотвод от электродвигателя.

Разработаны и внедрены в промышленную эксплуатацию на добывающих предприятиях ПАО «НК «Роснефть» программные алгоритмы в программном комплексе «Rosneft-WellView», что позволило повысить эффективность мониторинга и оптимизации режимов эксплуатации механизированного фонда скважин. 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), позволившие повысить эффективность обустройства и проектирования при создании концептуальных региональных моделей месторождений нефти и газа.

Разработанная двухфазная (трёхкомпонентная) математическая модель вертикального течения газожидкостных смесей в НКТ для погружных центробежных насосов реализована в программе информационной системы управления механизированным фондом скважин (ИС Мехфонд) и позволила проводить автоматический поиск резервов увеличения производительности насосных установок, повысить технологическую эффективность эксплуатации установок ЭЦН. Применение в 2018 г. ИС Мехфонд позволило увеличить продолжительность межочистного периода работы скважин, в частности, нефтедобывающих предприятий ООО «РН-Пурнефтегаз», «РН-Юганскнефтегаз» и «РН-Ванкор».

Разработан и апробирован программный комплекс «Rosneft-WellView», реализующий предложенные модели и алгоритмы и внедрённый на нефтедобывающих предприятиях ПАО «НК «Роснефть», позволяющий повысить эффективность оптимизации эксплуатации механизированного фонда скважин. ИС Мехфонд с 2017 г. внедрена на месторождениях, эксплуатируемых ООО «РН-Ванкор», и используется для оценки энергopotенциала механизированного фонда скважин и реализации программ энергосбережения. При этом удельный расход электроэнергии на механизированную добычу жидкости сократился от 12,05 кВт/т в 2016 г. до 11,95 кВт/т в 2018 г.

В качестве замечаний хотелось бы уточнить:

– при описании процесса моделирования неустойчивой работы фонтанирующей скважины нет объяснения – почему после увеличения производительности подъемника выше критической, фонтанирование становится циклическим. Желательно было бы дать своё представление о механизме процесса;

– почему в рассмотрение «динамической системы» (призабойная зона пласта, затрубное пространство скважин и НКТ) не включён насос?

– в данных, приведённых в автореферате, отсутствует сопоставление расчётных данных температурного режима эксплуатации погружного электродвигателя ЭЦН с экспериментальными данными. Поэтому складывается впечатление, что это чисто теоретическая разработка.

Считаю, что диссертационная работа Волкова Максима Григорьевича 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. Диссертант заслуживает присуждения искомой учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Заведующий кафедрой
«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»
Альметьевского государственного нефтяного института,
доктор технических наук,
профессор

Арслан Валерьевич Насыбуллин

17.01.2022

Насыбуллин Арслан Валерьевич,
доктор технических наук по специальности 25.00.17 –
Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, профессор,
заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»
Альметьевского государственного нефтяного института.
423450, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, 2.
тел. (8553) 31-00-79.
E-mail: ar sval@bk.ru

Подпись Насыбуллина А.В.
удостоверяется
Начальник отдела кадров
АГНИ Норд Норкина С.А.

