

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Алаевой Натальи Николаевны

### «Разработка системы управления процессом добычи нефти за счет измерения давления в контрольных точках скважины»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении)»

#### Актуальность темы исследования

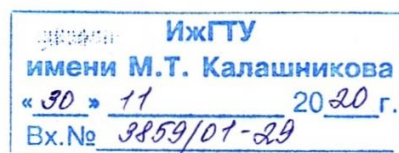
Рациональная разработка месторождений и обеспечение заданных уровней добычи нефти во многом зависят от эффективности управления режимами работы скважин, особенно в условиях стремительного истощения нефтеносных пластов и значительного повышения обводненности продукции.

Обеспечить эффективное управление возможно только на основе получения наиболее полной объективной и достоверной информации об основных гидродинамических параметрах, определяющих режим работы скважины. В этом отношении диссертация Алаевой Н.Н. представляется актуальной, так как в основу разрабатываемой ею новой системы управления закладываются дополнительные гидродинамические параметры (плотность жидкости и влагосодержание), повышающие информационный потенциал системы. Вычисление этих параметров возможно с использованием предложенной автором технологии измерения давления в обоснованных контрольных точках.

#### Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа включает **введение, четыре раздела, заключение, приложения.**

Во **введении** представлено обоснование актуальности диссертационной работы, обозначены цель и задачи исследования, сформулированы научная



новизна и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту.

**В первом разделе** приводится обзор существующих современных систем управления процессом добычи нефти для скважин, оборудованных ШГН и ЭЦН. Приведена классификация существующих режимов эксплуатации нефтяных скважин, характеризующихся повышением значимости мониторинга комплекса гидродинамических параметров. Показано, что перспективной представляется разработка новой схемы размещения контрольных точек измерения давления в скважине. Данные о давлении в этих контрольных точках предлагается положить в основу разработки эффективной системы контроля и управления процессом добычи нефти.

**Во втором разделе** предложена схема размещения контрольных точек для измерения давления в стволе скважины внутри НКТ и межтрубного пространства. Дана оценка разрешающей способности системы измерения давления для определения параметров плотности жидкости в скважине с целью их дальнейшего использования в алгоритме управления. Приведены результаты стендовых испытаний системы контроля обводненности по измеренному давлению в нескольких точках, и выполнена оценка погрешности определения расчетной обводненности. Приведены способы повышения достоверности контроля обводненности на устье скважины с помощью датчиков давления, расположенных в предложенных контрольных точках скважины.

**Третий раздел** посвящен математическому описанию объекта управления, которым является скважина, представляющая собой гидродинамическую систему «призабойная зона – межтрубное пространство – насос – НКТ». Выполнена оценка динамических моделей элементов процесса добычи нефти по данным измерений давления в контрольных точках скважины в рабочем переходном режиме.

Предложена методика подбора ЭЦН, позволяющая упростить и повысить оперативность выбора соответствующего типоразмера насоса с достаточным напором и расходом.

В **четвертой главе** исследуются модели системы управления в программе Matlab(Simulink). Описываются экспериментальные исследования системы управления на реальных объектах при работе скважин на переходных и установившихся режимах. Анализ результатов экспериментов свидетельствует о возможности поддержания заданной нормы добычи жидкости за счет применения разработанной системы управления.

В **заключении** представлены основные результаты и выводы по диссертационной работе.

#### **Научная новизна, теоретическая и практическая значимость**

Представленная в работе система управления процессом добычи нефти основывается на использовании измеренных значений давления в предложенных контрольных точках скважины. Это позволяет решить задачу получения и стабилизации заданной нормы добычи жидкости. Кроме того, предлагаемая система управления открывает возможности для повышения качества управления процессом добычи нефти.

Разработан способ глубинного контроля влагосодержания продукции нефтедобывающей скважины, позволяющий повысить достоверность измерения обводненности жидкости наземным влагомером.

Разработан способ повышения достоверности контроля обводненности скважин, оборудованных ШГН.

Представленная методика подбора ЭЦН основывается на измеренных значениях давления в выделенных контрольных точках скважины, и позволяет

упростить и повысить оперативность подбора соответствующего типа насоса.

Научная новизна результатов работы подтверждена полученными патентами на изобретения и полезные модели.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования подтверждаются их применением при выполнении НТУ «Разработка алгоритмов автоматического управления режимами работы добывающих скважин и подбор средств автоматизации для обеспечения способа нестационарного отбора жидкости».

Результаты диссертационной работы внедрены на объектах ПАО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь», что подтверждается актом о внедрении.

#### **Соответствие результатов работы содержанию опубликованных работ**

Основные результаты диссертационной работы представлены в 33 публикациях, 2 из которых опубликованы в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus, 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получено 8 патентов на изобретения и полезные модели. Все приведенные опубликованные материалы соответствуют теме диссертации и подтверждают основные положения и выводы.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Основные научные положения диссертационной работы подтверждаются результатами исследований предложенной модели управления процессом добычи нефти, реализованной в Matlab(Simulink). Работоспособность созданной системы управления подтверждается результатами экспериментальных исследований, проведенных на эксплуатационных скважинах.

**Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности**

Диссертация соответствует п.3 и п.6 паспорта специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами». В работе представлены: схема размещения точек измерения давления в скважине, которая позволяет помимо измерения значений давления оценивать плотность и обводненность жидкости в нефтесодержащей скважине (п. 6); математические модели элементов процесса добычи нефти, отражающие взаимосвязь между измеренными значениями давлений в контрольных точках скважины и расчетными значениями плотности жидкости с дебитом жидкости (п. 3); алгоритм и структура системы управления процессом добычи нефти, обеспечивающие поддержание заданной нормы добычи жидкости (п. 3).

**По диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1. В формуле математической модели скважины (1) в автореферате и на стр. 18 диссертации переменные  $X$  и  $Y$  следовало бы обозначить как многомерные векторы  $\bar{X}$  и  $\bar{Y}$ .
2. При описании схемы попарного размещения «глубинных» датчиков давления не приводятся аргументов, подтверждающих обоснованность выбора базового расстояния между ними.
3. В диссертации в выводах ко второй главе в п. 2 (стр. 53) сформулированы утверждения, обоснования которым в тексте диссертации не дается. Приводятся только ссылки (на стр. 39, 40) на публикации автора. Это замечание касается также п. 1 Заключения, а также п. 2 и п. 3 в разделе «Практическая значимость».
4. При оценке разрешающей способности по определению плотности с помощью пары датчиков давления автором никак не учитываются реальные метрологические характеристики самих датчиков давления. Однако, именно эти показатели могут оказаться определяющими.

5. Не ясно, как автор рассчитывала относительные погрешности определения расчетной обводненности, приведенные на рис. 2.3 в диссертации (стр. 47). Данные, приведенные в таблице 2.1 (стр. 48 диссертации) свидетельствуют о многократно больших значениях погрешностей.

6. В диссертации автором затрагиваются скважины, оборудованные как электроцентробежными насосами, так и штанговыми глубинными насосами. Однако, представлены математическая модель и структурная схема только электроцентробежного насоса (раздел 3.4).

7. В работе анализируется применение разработанного алгоритма управления только для двух режимов работы скважины – стационарного и нестационарного (раздел 4.5). Следовало бы оценить эффективность управления при работе скважины на кратковременном и периодическом режимах.

8. Предложенная автором модель системы управления процессом добычи нефти не учитывает возможного влияния действующей системы поддержания пластового давления. Полезным было бы рассмотреть работу этих систем совместно и оценить их взаимное влияние.

9. В диссертации и автореферате встречаются отдельные грамматические ошибки и стилистические недочеты.

Отмеченные недостатки не снижают научный уровень представленной работы, имеют непринципиальный характер и не влияют на общее положительное впечатление о диссертации и ее авторе.

### **Заключение**

Диссертационная работа Алаевой Натальи Николаевны является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, связанную с повышением эффективности управления процессом добычи нефти. Считаю, что

представленная к защите диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, которые установлены положением «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении и приборостроении).

Профессор кафедры информационно –  
измерительных систем,

ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»,  
д-р техн. наук, профессор

Подпись

*О.В. Ермолкин*

Начальник  
отдела кадров

*Ю.Е. Диряев*



О.В. Ермолкин

*Ермолкин Олег Викторович, доктор технических наук, профессор*

*Адрес: 119991, г. Москва, Ленинский пр-т., д.65*

*E-mail:*

*[ermolkin.o@gubkin.ru](mailto:ermolkin.o@gubkin.ru)*

*Телефон: 8(985)1634143*

*Докторская диссертация защищена по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (по отраслям).*

