

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Огая Владислава Александровича «Экспериментальные исследования вспененных газожидкостных потоков для повышения производительности газовых скважин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

На сегодняшний день довольно значительная часть месторождений природного газа находится на завершающей стадии разработки, для которой характерным является наличие в продукции скважин воды различного происхождения: конденсационная вода, перешедшая в жидкую фазу в верхних участках ствола скважины; поступающая из пласта минерализованная вода природного происхождения; техническая вода. Соответственно может возникнуть ситуация, когда данная жидкость накапливается в стволе скважины, что приводит к падению дебита газа и зачастую к остановке скважины. Для стабильной эксплуатации и продления срока работы таких скважин в мировой и отечественной практике активно применяется технология доставки на забой скважины пенообразующих поверхностно-активных веществ (ПАВ). Для научного обоснования этого мероприятия необходимы данные о характеристиках вспененных газожидкостных потоков в широком диапазоне ключевых параметров, при этом рациональное пользование данной технологией требуют оперативного цифрового регулирования эксплуатации газовых скважин с высоким содержанием жидкости в продукции. В этой связи диссертационная работа Огая В.А., направленная на детальное изучение процессов, происходящих при восходящем течении газожидкостной смеси в вертикальном канале, обладает, несомненно, **научной и практической значимостью**. Экспериментальное исследование восходящего вспененного газожидкостного потока в различных условиях, разработка принципа действия системы автоматизированной эксплуатации скважин с пенообразующим ПАВ, которая позволяет оптимизировать процесс регулирования их работы в условиях высокого содержания жидкости в потоке, определяет **актуальность** представленной к защите работы.

Соискателем разработан экспериментальный стенд, позволяющий проводить исследования стационарного восходящего вспененного газожидкостного потока, выполнены исследования установившихся газожидкостных потоков с пенообразователями на основе поверхностно-активных веществ, эксперименты проводились при различных значениях давления на входе в лифтовую колонну (до 1 МПа), при разных объемных расходах газа и воды и при различной концентрации ПАВ в потоке. В диссертации Огая В.А. получены цифровые данные о характеристиках восходящего течения, которые могут быть использованы при разработке технологии эксплуатации газовых скважин с высоким содержанием жидкости в продукции. На базе проведенного исследования предложены алгоритмы управления для автоматизированной эксплуатации обводнившейся газовой скважины с учетом ввода в скважину ПАВ. Из вышесказанного следует **соответствие** диссертации паспорту специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, а именно п.5 «Технологии и технические средства обустройства, добычи, сбора и подготовки скважинной продукции и технологические режимы их эксплуатации, диагностика оборудования и промысловых сооружений, обеспечивающих добычу, сбор, внутрипромысловый транспорт и промысловую подготовку нефти и газа к транспорту, на базе разработки, развития научных основ, ресурсосбережения и комплексного использования

пластовой энергии и компонентов осваиваемых минеральных ресурсов с учетом гидрометеорологических, инженерно-геологических и географических особенностей расположения месторождений».

Оценка новизны и достоверности. В основном можно согласиться с формулировками автора о новизне работы. Наиболее существенными новыми элементами диссертационной работы являются: 1) разработка экспериментального стенда, имитирующего участок ствола газовой скважины; 2) построение методики исследования стационарного вспененного газожидкостного потока и методики измерения объемных содержаний фаз (свободный газ, свободная жидкость, пена, жидкость и газ в пене) в двухфазном потоке с поверхностно-активными веществами при давлении до 1 МПа; 3) качественный анализ влияния различных водных растворов поверхностно-активных веществ (тип ПАВ и его концентрация в растворе), разных значений давления (до 1 МПа), различных объемных расходов составляющих двухфазной смеси на особенности стационарного восходящего газожидкостного течения в вертикальной колонне; 4) установление факта того, что существуют оптимальные значения концентрации ПАВ, при которых достигается минимум перепада давления между входным и выходным сечениями лифтовой колонны, и которые зависят от давления на входе в экспериментальную установку; 5) принцип действия системы автоматизированной эксплуатации газовой скважины с пенообразующими ПАВ, позволяющей в непрерывном режиме осуществлять контроль параметров, регулировать режим работы скважины и закачки ПАВ.

Диссертационное исследование осуществлено на основе созданной экспериментальной установки для изучения вспененных газожидкостных потоков с целью повышения производительности газовых скважин с высоким содержанием жидкости в продукции. Обоснованность и достоверность работы подтверждаются использованием апробированных методик проведения экспериментов, воспроизводимостью экспериментальных режимов, строгим анализом погрешностей всех измерений. Полученные результаты согласуются с экспериментальными и теоретическими данными других авторов, а также с промышленным материалом.

Научная и практическая ценность диссертации обусловлена, прежде всего, важностью практических приложений, послуживших мотивацией для изучения установившихся течений в вертикальном канале газожидкостных смесей с пенообразователями на основе поверхностно-активных веществ. Проведенные исследования охватывают достаточно широкий спектр задач данной проблемы и позволяют решать актуальные прикладные задачи. Получены экспериментальные данные о восходящем стационарном пенном потоке, которые могут быть использованы при регулировании режимов работы газовых скважины с ПАВ. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при совершенствовании специализированных гидродинамических симуляторов, применяемых при контроле за разработкой газовых месторождений, в том числе, для выбора оптимального способа эксплуатации скважин. Развитие в работе методики исследования восходящего газожидкостного потока могут быть применены при отработке различных технологических процессов, технических установок и устройств, в которых реализуются двухфазные системы «жидкость-газ», и заслуживают упоминания в учебных курсах по нефтегазовому делу, в частности, при изложении таких дисциплин, как «Технологические процессы в нефтегазовой отрасли», «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений», «Контроль и регулирование процессов разработки нефтяных и газовых месторождений», «Основы автоматизации технологических процессов».

нефтегазового производства». Результаты диссертации могут быть рекомендованы к использованию в научно-исследовательских, образовательных и сервисных учреждениях, занимающихся проблематикой повышения производительности газовых скважин, а также вопросами многофазного течения в технических устройствах.

В качестве **замечаний** к диссертации хотелось бы высказать следующее:

1. Не указаны погрешности измерения равновесного поверхностного натяжения растворов ПАВ в разделе 2.1. Насколько устойчивы и стабильны эти растворы? Как быстро происходит опадание пены? Насколько можно перенести результаты, полученные в лабораторной установке по измерению равновесного поверхностного натяжения растворов ПАВ, на условия, приближенные к реальности или реализуемые в экспериментальном стенде?
2. Экспериментальный стенд оснащен системой видеofиксации процесса динамики движения газожидкостного потока при вариации давления и концентрации ПАВ. Однако, диссертантом практически не приводятся данные визуализации режимов течения двухфазного потока в трубе. Исключение составляет рис. 2.22 (на стр. 71), где приведены фотографии течения при фиксированных значениях давления системы, расходах газожидкостного потока и концентрации ПАВ. Это могло бы только украсить диссертационную работу и повысить ее информативность.
3. В работе не приводятся данные по сравнению полученных результатов с результатами других авторов. Понятно, что количественные сопоставления в данном случае скорее всего невозможно, но было крайне интересно провести качественные сравнения.
4. Чем объясняется выбор именно таких значений для «заниженного» (0.03) и «завышенного» (0.18) коэффициентов для данных рис. 2.27?
5. Задачи оптимизации по управлению автоматизацией процесса процессами эффективно могут быть решены с использованием нейросетей. Были попытки реализовать такой подход? Или это объект дальнейшего развития данной работы?
6. Также по работе имеется несколько мелких замечаний. Например, переменная d обозначает как диаметр капли, так и диаметр канала, а диаметр канала обозначается переменными d , так и D . Не все аббревиатуры, использованные диссертантом, имеют свое пояснение после первого появления в тексте.

Сделанные замечания не влияют на общую оценку работы, которая заключается в следующем.

Материалы диссертационной работы докладывались на международных и всероссийских научных и научно-технических конференциях, основные положения диссертации опубликованы в 17 работах, в том числе в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ и международные базы данных, получены патенты на изобретения РФ и свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Цель и задачи диссертационной работы, выполненные научные исследования и полученные результаты достаточно полно представлены в опубликованных работах.

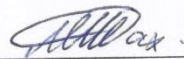
Текст автореферата в полной мере отражает содержание объема выполненных исследований, представленных в диссертационной работе. Работа хорошо оформлена и иллюстрирована, изложение содержания логически последовательно и методологически верно отражает суть работы. Результаты диссертационного исследования имеют значимую научную и практическую новизну и показывают высокий научный уровень соискателя.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Огая

Владислава Александровича на тему «Экспериментальные исследования вспененных газожидкостных потоков для повышения производительности газовых скважин», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся решения задачи, имеющей важное значение для развития нефтегазовой отрасли. Диссертационная работа соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335, а ее автор, Огай Владислав Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Я, Пахомов Максим Александрович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Официальный оппонент,
главный научный сотрудник лаборатории Термогазодинамики
Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН,
доктор физико-математических наук (специальность 01.04.14.
Теплофизика и теоретическая теплотехника), профессор РАН



Пахомов Максим Александрович

«15» ноября 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН)
Адрес: 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 1, ИТ СО РАН,
телефон: +7(383) 316-5336,
адрес электронной почты: pakhomov@ngs.ru; pakhomov@itp.nsc.ru

Подпись д.ф.-м.н., проф. РАН Пахомова М.А. удостоверяю
Ученый секретарь ИТ СО РАН,
к.ф.-м.н.



М.П.

Макаров М.С.