

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Дарищева Виктора Ивановича на диссертационную работу Тчаро Яны Алексеевны на тему: **«Методика обоснования характеристик насосно-эжекторных систем для нагнетания в пласт водогазовых смесей с использованием выхлопных газов»**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Актуальность темы

Ежегодно выделяются огромные объемы парниковых газов от сжигания попутного нефтяного газа на факелах, в частности в странах со значительным уровнем добычи углеводородов таких как Россия, Ирак, Иран, Алжир, Венесуэла, США, Мексика, Ливия и Нигерия. Кроме того, к источникам газов горения (выхлопных, дымовых газов) относятся газотурбинные и газопоршневые установки, работающие на попутном нефтяном или природном газе, металлургические предприятия, цементные заводы, котельные, расположенные вблизи месторождений углеводородов и т.д. Рациональное использование вредных выхлопных газов в нефтяном секторе позволит увеличить уровень добычи нефти, а также сократить парниковый эффект. Однако, существуют мало работ, отражающих исследование эффективности закачки выхлопных газов в составе водогазовой смеси.

Поэтому тема диссертации, посвященная исследованию эффективности работы жидкостно-газовых эжекторов с использованием в качестве пассивного газа выхлопных газов от реального двигателя внутреннего сгорания, является несомненно актуальной. В качестве объекта диссертационного исследования рассматривается технология закачки водогазовой смеси с использованием выхлопных газов, которая осуществляется насосно-эжекторной системой.

Достоверность и новизна результатов диссертации

В работе проведены анализ особенностей применения водогазового воздействия и газов горения при разработке нефтяных месторождений; изучение работы струйных аппаратов при закачке водогазовой смеси в различных условиях; исследование работы насосно-эжекторных систем при изменяющихся расходах инжектируемого газа; разработан стенд для исследования эффективности работы струйного аппарата при создании водогазовой смеси с использованием выхлопных газов и изменении его проточной части; разработана технологическая схема и определены основные параметры насосно-эжекторной системы для утилизации выхлопных газов в условиях Арктического региона и определение основных параметров работы системы. Достоверность работы подтверждается сравнением полученных данных характеристик жидкостно-газовых эжекторов при инъекции выхлопных газов и воздуха при водогазовом воздействии, а также расчетом погрешностей измерений и их соответствием допустимым пределам.

К новым результатам, полученным в ходе выполнения диссертационной работы следует отнести разработку стенда, позволяющего провести исследования работы жидкостно-газового эжектора для создания водогазовой смеси с высокотемпературными выхлопными газами от двигателей внутреннего сгорания. Выявлено, что присутствие монооксида углерода и углекислого газа в выхлопных газах явно позволило повысить максимальный КПД эжектора и оптимальный коэффициент инжекции при использовании в качестве пассивного потока выхлопных газов по сравнению с воздухом при равных условиях проведения исследования. Разработана новая промышленная технологическая схема, состоящая из параллельно установленных жидкостно-газовых эжекторов и дожимных мультифазных насосных установок, позволяющая создавать водогазовую смесь с выхлопными газами с целью дальнейшей закачки в пласт.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертация соответствует пунктам 5-7 паспорта специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. На защиту внесены следующие защищаемые положения.

1. Установлена возможность адаптации работы насосно-эжекторных систем к изменениям расхода откачиваемого газа за счет изменения рабочего давления и расхода жидкости через сопло, что повышает эффективность эксплуатации насосно-эжекторных систем при реализации водогазового воздействия при изменяющихся расходах, а также позволяет сократить объем выделяемых выхлопных газов в атмосферу.
2. Разработан стенд для исследования работы струйных аппаратов при инжекции выхлопных газов от реального источника – двигателя внутреннего сгорания, позволяющий расширить область применения насосно-эжекторных систем с целью повышения извлечения нефти и уменьшения экологических рисков от выбросов вредных газов в атмосферу.
3. Проведены анализ и интерпретация изменений в параметрах работы жидкостно-газового эжектора в составе насосно-эжекторной системы при работе как с выхлопными газами, так и с воздухом при атмосферном давлении в результате, которых установлено, что при инжекции выхлопных газов, содержащих 10,9% CO и 4,8% CO₂ максимальный коэффициент полезного действия эжектора увеличивается на 2-5%, а оптимальный коэффициент инжекции на 2-12% по сравнению с полученными при инжекции воздуха значениями.
4. Разработана технологическая схема насосно-эжекторной системы, подходящая для создания водогазовой смеси с использованием в качестве газа выхлопных газов от электрогенерирующих установок, расположенных вблизи месторождений в Арктическом регионе, включающая в себя параллельно установленные жидкостно-газовые эжекторы и дожимные мультифазные насосные установки, и работающая при высоких расходах газа.

Анализ содержания диссертации свидетельствует о достаточной обоснованности защищаемых положений и их доказательности.

Проанализированы условия и эффективность работы насосно-эжекторной системы при использовании выхлопных газов.

Первое защищаемое положение показывает экспериментальное исследование возможности работы насосно-эжекторной системы при нестабильных расходах газа, в том числе и выхлопных газов, используемых при создании водогазовой смеси.

Второе защищаемое положение вытекает из анализа возможности закачки в пласт водогазовой смеси, в составе которой используются выхлопные газы или углекислый газ. Для чего автор разработал новый стенд для исследования характеристик жидкостно-газовых эжекторов, предусматривающий подвод выхлопных газов от реального работающего источника.

Третье защищаемое положение представляет оценку результатов проведенных испытаний эжекторов и полученных напорно-энергетических характеристик как при использовании в качестве инжестируемого газа выхлопных газов, так и при использовании воздуха. В результате анализа вещественного состава выхлопных газов от использованного двигателя внутреннего сгорания содержание оксида углерода составляет 10,9%, а углекислого газа – 4,8%. При таком соотношении автор получил увеличение на 2-5% максимального коэффициента полезного действия эжектора, и на 2-12% увеличения оптимального коэффициента инжекции по сравнению с воздухом при прочих равных условиях.

Четвертое защищаемое положение представляет собой научно-практическое, технологическое и производственное решение по закачке смеси воды и выхлопных газов на месторождении с учетом значительного объема выделяющихся выхлопных газов. Автор разработал технологическую схему из параллельно установленных жидкостно-газовых эжекторов и дожимных мультифазных насосных установок, и работающую при высоких расходах газа. Данное решение позволяет повысить стабильность работы системы путем регулирования расхода низконапорного газа, эффективного смешения потоков, дает возможность управлять очередностью работы эжекторов в случае отказа, замены или проведения ремонтных работ.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обусловлена достаточным объемом литературных данных, проверкой результатов исследований с учетом сложившегося опыта работы с насосно-эжекторными системами, проведенными стендовыми экспериментами, лабораторным измерением состава выхлопных газов, а также проверкой точности полученных результатов.

Ценность для науки и практики результатов работы

Научная ценность данной диссертации заключается в том, что теоретические и практические выводы и результаты могут быть использованы научно-исследовательскими институтами для развития данного направления

исследования, а именно использования выхлопных газов для изучения эффективности работы жидкостно-газовых эжекторов.

Практическое значение диссертационной работы заключается в том, что схема разработанного лабораторного стенда, а также разработанная технологическая схема из параллельно установленных жидкостно-газовых эжекторов и дожимных мультифазных насосных установок могут быть внедрены в полевых условиях для закачки водогазовых смесей с выхлопными газами в пласт.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации опубликовано 20 научных трудов, из которых за последние 5 лет: всего 18 публикаций, в том числе 3 публикации в журналах, индексируемых ВАК, 7 публикаций в журналах, индексируемых в международных базах цитирования (WoS, Scopus), 6 публикаций в иных научных журналах и периодических сборниках, материалах и трудах международных, всероссийских и региональных научно-технических конференций, 1 патент на изобретение.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и библиографического списка из 234 наименований, содержит 175 страниц текста, в том числе 29 таблиц, 52 рисунка. Стил и язык ее изложения технически грамотны и доступны для понимания. Положения автореферата и опубликованные работы соответствуют основному содержанию диссертационной работы.

Замечания по работе

По диссертационной работе имеются несколько замечаний:

1. Рекомендуется в дальнейшем провести стендовые исследования при высоких температурах и повышенном давлении выхлопных газов.

2. Автор провел значительное количество исследований жидкостно-газовых эжекторов, построил зависимости напорно-энергетических характеристик. Однако, в работе не проведено математическое моделирование, описывающее полученные результаты.

3. В условиях холодного климата Арктики учитывалось ли влияние изменения температур и других факторов на коррозию оборудования от использования выхлопных газов, гидротообразование в трубопроводах при транспортировке водогазовых смесей с выхлопными газами от источника до места закачки?

Высказанные вопросы и замечания носят конструктивный характер и не опровергают значимость и новизну научных положений.

Заключение

Диссертационное исследование Тчаро Яны Алексеевны на тему «Методика обоснования характеристик насосно-эжекторных систем для нагнетания в пласт водогазовых смесей с использованием выхлопных газов» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, направленную на решение актуальной, в условиях нынешней политики сокращения вредных выбросов, влияющих на изменение климата, научной задачи утилизации выхлопных газов для создания жидкостно-газовой смеси и её последующей закачки в пласт, осуществляемой при помощи жидкостно-газовых эжекторов в составе насосно-эжекторных систем, что позволяет увеличить нефтеотдачу и снизить углеродный след. Целесообразно использовать результаты данной диссертации в научно-исследовательских институтах, так как полученный стенд и результаты открывают новые возможности для дальнейшего развития данного направления исследования.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Тчаро Яна Алексеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Официальный оппонент:

начальник Центра по научно-исследовательским,
опытно-конструкторским работам и инновациям
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»,
кандидат технических наук
по специальности 05.04.07 (2.5.21)



Дарищев Виктор Иванович
27.11.2024 г.

Подпись Дарищева Виктора Ивановича заверяю.

Д.А. Самойлов

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

Адрес: 129110, г. Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, стр. 12

Телефон: +7 (499) 973-70-43 (доб. 3-70-43)

E-mail: anna.fedotova@lukoil.com