

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу **Павловой Прасковьи Леонидовны** «Разработка термоэлектрического экранного модуля управления процессом теплообмена скважин в многолетнемёрзлых породах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль)

1. Актуальность темы выполненной работы

Многолетнемёрзлые породы занимают более половины северных территорий Российской Федерации, являющихся основной базой месторождений углеводородного сырья. Начавшееся таяние мерзлых грунтов, увеличение глубины их сезонного протаивания существенно усложняют строительство и эксплуатацию скважин в данных регионах, способствуют возникновению техногенных аварий на месторождениях. В последнее время наблюдается тенденция постепенного перемещения добычи нефти и газа с континента на Арктические территории и шельфы. При условии выполнения основных мероприятий стратегии изучения и освоения нефтегазового потенциала континентального шельфа РФ и комплексного плана по его реализации, ожидаемые объемы добычи нефти на шельфе могут составить к 2020 г. до 95 млн. т, а газа – до 320 млрд. куб. м.

Для освоения северных и арктических территорий необходимы новые технологические и технические решения, обеспечивающие безопасность эксплуатации газовых и нефтяных месторождений.

Одним из направлений исследований и конструкторских работ является разработка пассивного термозащитного оборудования в виде термоизолированного регулирования температуры насосно-компрессорных труб, а также активного – термостабилизаторов с использованием хладагентов, например, аммиака, фреона-22. К недостаткам пассивного термозащитного оборудования относят увеличение диаметров, веса труб, сложность управления процессов теплообмена в системе «скважина – мёрзлая порода»

Применение термостабилизаторов ограничено по глубине установки, и их работа зависит от температуры окружающей среды. Поэтому вопросы, связанные с исследованием разработки нового оборудования и нового принципа управления тепловыми процессами, актуальны и имеют практический интерес.

Вход. № 5917
«28» 11 2018г.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность содержащихся в работе научных положений и выводов подтверждается применением автором работы современных методов и средств исследования, апробированных в лабораторных условиях.

Павлова П.Л. проанализировала работы авторов, занимающихся вопросами создания, исследования и совершенствования технологий и конструкций скважин в многолетнемерзлых породах, а также авторов, разрабатывающих и исследующих термоэлектрические элементы. Выполнена проверка адекватности математической модели изменения температуры от локально расположенного термоэлектрического элемента.

Проведенные экспериментальные исследования разработанного опытного образца на экспериментальном лабораторном стенде «Имитатор ствола скважины» в некотором приближении учитывают влияние многолетнемерзлых пород на процессы теплообмена обсадной трубы, поэтому установленный характер зависимостей работы «Имитатор ствола скважины» от технологических параметров соответствует реальным условиям буровых скважин со значительными оговорками.

2. Достоверность и новизна результатов

Достоверность полученных результатов не подтверждается подходом соискателя к построению математической модели работы термоэлектрического экранного модуля. Расчет изменения температуры от локально расположенного термоэлектрического элемента, полученные графические зависимости изменения температуры от мощности термоэлектрического элемента, геометрических характеристик устройства не учитывают влияние многолетнемерзлых пород, не в полной мере гарантируют адекватности реальным процессам. По этой причине полученные зависимости могут быть отнесены к научной новизне диссертационной работы только в рамках проведенных исследований и принятых допущений.

3. Значимость результатов для науки и практики

Практическая значимость работы заключается:

1. Предложенные технические решения управления процессом теплообмена в нефтяных скважинах с помощью термоэлектрического экранного модуля с локально расположенными термоэлектрическими элементами носят рекомендательный характер, но при этом имеют относительную достоверность.

2. Приведены формулы и методика инженерного расчёта, позволяющие определить расстояние между термоэлектрическими экранными модулями на основе термоэлектрических элементов.

3. Создан научный лабораторный комплекс оборудования для исследования температуры на поверхности термоэлектрического экранного модуля, который после доработки, послужит для исследования вновь разрабатываемых образцов и моделей.

4. Общая характеристика содержания диссертации

Основные результаты, полученные в диссертации, отражены в 25 научных работах, в т.ч. в 12 статьях в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, и 3-х патентах на изобретение РФ.

В первой главе проведен анализ техники и технологий управления процессом теплообмена скважин, существующих конструкций термозащитного оборудования, его видов, характеристик, конструктивных исполнений. Рассмотрены основные осложнения, возникающие во время строительства и эксплуатации скважин в районах с многолетнемерзлой породой.

Во второй главе разработана конструкция скважинного термоэлектрического экранного модуля с учетом работ по использованию термоэлектрических элементов в различных отраслях промышленности. Скважинный термоэлектрический экранный модуль создает дополнительный изоляционный барьер активного, с помощью которого происходит постепенное снижение теплового потока в скважине до температуры на обсадной колонне, например кондукторе, ниже температуры фазовых превращений многолетнемерзлой породы.

Разработана математическая модель для определения изменения температуры вдоль поверхности металлической трубы от локально расположенных термоэлектрических элементов, построены графики функций разработанной математической модели от конструктивных характеристик скважинного термоэлектрического экранного модуля. Разработанная математическая модель позволяет определить расстояние на котором нужно устанавливать термоэлектрические элементы в скважинном термоэлектрическом экранном модуле. Предложена математическая модель изменения температуры от локального действия термоэлектрического модуля в скважине, которая позволяет оценивать температуру на наружной поверхности обсадной трубы, например кондукторе, относительно температуры фазового превращения многолетнемерзлой породы и подобрать конструктивные характеристики.

В третьей главе описаны экспериментальные стенды, созданные для исследования процесса изменения температуры от локально расположенного термоэлектрического элемента, методика проведения экспериментов и их результаты. На основе температурного эффекта, возникающего на спаях цепи различных проводников при пропускании постоянного тока конструкции, в лабораторных исследованиях применен опытный образец скважинного термоэлектрического экранного модуля.

Приведены графики изменения температуры от локально расположенного термоэлектрического элемента, показывающие регулирование температуры от значения силы тока и температуры окружающей среды, но не учитывающие влияние многолетнемерзлых грунтов на процесс регулирования температуры. Экспериментальные данные сопоставлены с теоретическими значениями, полученными при исследовании математической модели. В итоге разработана методика инженерного расчета термоэлектрического экранного модуля для управления тепловыми процессами, которая не в полной мере соответствует реальным условиям нахождения буровых труб в скважинах.

Диссертационная работа Павловой П. Л. по своему содержанию и качеству оформления с учетом замечаний, изложенных в п. 6 Отзыва, соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

5. Предложения и замечания по работе

По работе имеются следующие замечания:

1. Имеются незначительные орфографические и стилистические ошибки по тексту диссертации (стр. 41, 42, 51, 83, 97, 155, 164). На стр. 145 дана ссылка на рис. 2.18- стр. 91. Ссылка неверна

2. При этом на страницах диссертационной работы 53-57 автор работы анализирует решение отвода появляющегося тепла, при этом использует функцию Грина (стр. 56) при этом следует заметить, что приведенное уравнение (1.53) действительно для мгновенных источников теплоты, которым не является термоэлектрических экранный модуль, это постоянный источник тепла. При разработке аналитической модели (глава 2.2, стр. 70) ни одна из аналитических зависимостей первой главы не использована.

3. На стр. 69 работы автором уделено внимание вопросу хранения термоэлектрического экранного модуля, но последующий текст никак не проясняет этот вопрос, т.к. относится к вопросам контроля буровых труб, муфт, переходников.

4. На стр. 80 приведены условия, для которых исследована функции температуры вдоль оси Z при этом автором принято условие $d1/d2$, поэтому изменение температур должно вестись без учета кривизны стенок трубы, аналитически исследуется формула не учитывающая это условие (рис. 2.12, 2.13, 2.14, 2.15).

5. На стр. 86 при анализе данных полученных значений температуры слоев конструкции (табл. 2.4) сделан вывод, что температура равна 28,80 °С, что не очевидно.

6. Мерзлый грунт в работе представлен упрощенно как однофазная система, при этом он состоит из минеральной части, поровой воды, льда и воздушных прослоек, т.е является как минимум четырехфазной системой, что меняет представление о фазовых превращениях многолетней мерзлой породы (стр. 87).

7. Вторая глава диссертационной работы заканчивается выводами. Обратим внимание на третий вывод, в котором утверждается, что разработана аналитическая модель, позволяющая определить расстояние между термоэлектрическими элементами. Такой модели в этой главе нет.

Шестым выводом автор работы утверждает что им предложен принцип работы скважинного термоэлектрического экранного модуля с локально расположенными термоэлектрическими элементами с возможностью изменения температуры вдоль поверхности труб. Не могу согласиться с этим выводом автора, известно что третье термоэлектрическое явление – «явление Томсона» открыто в 1856г., это явление автором использовано для охлаждения поверхности труб. Нового принципа в этой части не предложил автор.

8. Нарекание вызывает Методика выполнения исследований по экспериментальной проверке теоретических положений. В частности:

- отсутствует информация о специализированном программном обеспечении (стр.93), приведенные рис. 3.4 и рис. 3.5, на которых приведен интерфейс и возможности программного обеспечения также не раскрывают этой информации (лицензионно ли оно, применимо ли к этой задаче);

- не приведены данные о характеристиках жидкости, использованной в эксперименте;

- на стр. 99 автором сделана ссылка «для оценки неопределенности результата измерений температуры предварительно сделано 20 наблюдений на лабораторной установке (рисунок 3.2), на этом рисунке нет лабораторной установки, на нем приведена схема термоизмерителя, и следующее далее описание установки с указанием датчика 1 в работе не обнаружено;

- раздел 3.4 Разработка стенда и анализ экспериментальных исследований (стр. 105-114) повторяют исследования многих авторов, не привязаны к

конкретным условиям нахождения скважин в многолетнемерзлых грунта. Не понятным является и полученный результат. На рис. 3.11 изменение температуры от силы тока дано при температуре окружающей среды $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, графики изменения начинаются с $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также не понятны и значения экспериментальных данных (табл 3.9), полученные при исследованиях при температуре 25°C , а значения на поверхности пластины при токах 1A получены от $25,8$ до $25,96\text{ }^{\circ}\text{C}$, что в первую очередь показывает не охлаждение буровой трубы, а ее нагрев. Автором выполненной работы не произведен анализ экспериментальных данных (рис. 3.12 при силе тока 1A и рис. 3.13 при силе тока 2A) на которых качественно изменился вид зависимости изменения температуры при протекании токов через 30 секунд;

- проведем сравнение графиков изменения температуры на наружной поверхности скважинного экранного модуля при температуре окружающей среды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, силы тока 1 A , напряжении 12 В (рис. 3.12 и рис. 3.20). на экспериментальных зависимостях рис. 3.12 графики имеют экспоненциальный вид, о чем и свидетельствует уравнения в табл. 3.11 и табл. 3.12, но на рис. 3.20 они аппроксимированы в линейный вид, при этом автор делает вывод о совпадении значений экспериментальных и теоретических. Аналогично и по графикам рис. 3.13 и рис. 3.21, а также рис. 3.14 и рис. 3.22.

- раздел 3.6. в табл. 3.8 приведены основные технические характеристики установки и диапазон расхода жидкости от $1,2$ до $9,7\text{ м}^3/\text{ч}$, на рис. 3.36 приведены графики изменения температур на наружной поверхности опытного образца при расходе жидкости $9,8\text{ м}^3/\text{ч}$, что является неверным.

9. Относительно Выводов по главе 3 - да действительно разработан лабораторный стенд для исследования изменения температуры...., но стенд не соответствует управлению процессом теплообмена скважин в многолетнемерзлых породах, т.к не соответствует условиям эксплуатации скважин.

Приведенные замечания позволяют считать, что в диссертационной работе соискателя созданы предпосылки для получения результатов, обладающих научной и практической ценностью.

7. Заключение по работе

Предложенные в диссертационной работе решения термоэлектрического экранного модуля защищены патентами, что подтверждает техническую новизну и международный приоритет.

Диссертационная работа Павловой Прасковьи Леонидовны «Разработка термоэлектрического экранного модуля управления процессом теплообмена скважин в многолетнемерзлых породах» является поисковой научно-

квалификационной работой, в которой созданы предпосылки разработки термоэлектрического экранного модуля с возможностью установки в скважину для управления тепловыми потоками.

Диссертационная работа с учетом замечаний соответствует критериям утвержденным Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 332 (п.9, п.32) «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, а ее автор – Павлова Прасковья Леонидовна достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

Официальный оппонент,
кандидат технических наук по специальности
05.05.04 «Дорожные, строительные и
подъемно-транспортные машины»,
доцент, инженер
ООО «Нефтегазобезопасность»

26 ноября 2018 / Сергей Иванович Васильев /
дата

Васильев С.И. Васильев
заведующий
Функциональный директор
Семин Н.А.

Адрес: 660123, Красноярский край,
г. Красноярск, ул. Парковая, д. 12
e-mail: gidragm@mail.ru
тел.: +7 (904) 895-55-57
s-vasilev1@yandex.ru

