

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Скавыша Сергея Александровича на тему:

«Разработка методики прогнозирования аварийного распространения нефти в снежном покрове вследствие порыва магистрального нефтепровода зимой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 □ Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс)

1. Актуальность темы

В процессе эксплуатации магистральных нефтепроводов по разным причинам неизбежны аварии, приводящие к выбросам жидких углеводородов (прежде всего нефти) и последующему загрязнению окружающей среды. Ущерб от таких аварий могут быть весьма существенны. Одной из наиболее весомых составляющих в загрязнении является загрязнение окружающей среды и особенно водных объектов: водная экосистема может испытывать последствия нефтяного загрязнения в течение двух десятков лет. При этом эксплуатирующие трубопроводные организации обязаны оплачивать огромные штрафы за нанесенный урон природной окружающей среде.

Таким образом, из-за необходимости соблюдения требований в области промышленной безопасности магистральных нефтепроводов заранее следует осуществлять прогноз по определению возможного ореола нефтяного загрязнения, в особенности вблизи важных охранных объектов, чтобы свести к минимуму экологический и прочие виды ущерба от подобных негативных воздействий. Математические модели и разработанные на их основе численные модели аварийного растекания нефти по естественной поверхности земли, не имеющей снежного покрова, уже предложены ранее. Для случаев же выброса из магистрального нефтепровода зимой, когда есть снежный покров, значительно влияющий на динамику распространения

нефти по поверхности земли, до сих пор никем не были предложены математические модели, численная реализация, которых позволяла бы прогнозировать масштабы нефтяного загрязнения местности за конкретный временной интервал для последующего грамотного планирования мероприятий по ликвидации аварий и ограничению распространения нефтяного пятна с целью минимизации различных последствий от разливов. Таким образом, работа автора является новаторской, а проведенные диссертантом исследования обладают безусловной актуальностью.

2. Новизна. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность.

В целом, работа производит достаточно хорошее впечатление, Важным достоинством работы является наличие в ней как экспериментальных результатов, полученных автором, так и предложенной автором математической модели, доведенной до уровня методики. Диссертант грамотно подошел к проведению экспериментов, построению новых моделей, подробно изложил в диссертации их вывод, четко указал их ограничения.

Новизна полученных результатов заключается в том, что впервые получена модель аварийного распространения ньютоновской нефти по естественной поверхности земли в случае разгерметизации магистрального нефтепровода зимой, когда присутствует снежный покров. Полученная автором математическая модель учитывает такие параметры, как-то: вязкость нефти, физические свойства снежного покрова (коэффициенты пористости и проницаемости), рельеф местности и теплоотдачу от нефти в мерзлый грунт и снег. Для замыкания предложенной математической модели по движению ньютоновской нефти в снежном покрове впервые было установлено, что коэффициенты нефтепроницаемости и водопроницаемости снега можно считать равными. Для практического использования полученной математической модели разработаны численные методы решения для

наиболее встречающихся в инженерной практике эксплуатации магистральных нефтепроводов видов движения нефти по земной поверхности.

Для проверки адекватности предложенных систем уравнений соискателем были проведены соответствующие эксперименты по распространению ньютоновской жидкости в лотке со снегом и сравнительный анализ, результат которых положительный.

Автором были проведены опыты по сравнению коэффициентов водо- и нефтепроницаемости одинаковых образцов снега, в результате чего было установлено, что в качестве коэффициента нефтепроницаемости для инженерных расчетов можно использовать коэффициент водопроницаемости, при этом погрешность не будет превышать 5%.

Для возможности проводить прогноз по распространению в снежном покрове вытекающей из магистрального нефтепровода нефти были разработаны численные модели для наиболее часто встречающихся видов аварийного движения нефти по поверхности земли.

Подробно описаны соответствующие ограничения по шагам вычислительной сетки по пространству и по времени для выбранного численного метода.

Также дополнительно были проведены натурные эксперименты по растечению дизельного топлива в снежном покрове вдоль горизонтальной земной поверхности. Вследствие чего было установлено, что погрешность численного моделирования не превышает 6%.

3. Практическая значимость

На основе результатов проведенных исследований автор разработал инженерную методику, позволяющую оценивать время, за которое нефтяное пятно расширится до границы определенного охранного объекта, и определять масштабы нефтяного загрязнения территории к моменту прибытия аварийно-восстановительной бригады на место аварии, для

предприятия определенных действий по ограничению распространения нефтяного пятна, расчета требуемых сил и средств и более качественного планирования аварийно-восстановительных мероприятий, согласно соответствующим ведомственным нормативным документам.

Также практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что, благодаря предложенной методике, можно выполнять перспективное прогнозирование аварийного распространения нефти в снеге (на стадии проектирования, при аргументировании условий обязательного страхования ответственности владельца магистральных трубопроводов в случае аварии, при составлении планов по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, при разработке декларации промышленной безопасности, для определения критериев количественной оценки предполагаемого ущерба в случае разлива нефти), а также осуществлять оперативное численное прогнозирование при уже случившемся разрыве магистрального нефтепровода зимой.

4. Замечания

Из недостатков работы можно отметить следующие:

- предложенная математическая модель тепломассопереноса и её частные случаи аварийного движения нефти по поверхности земли могут использоваться только для ньютоновских нефтей; поэтому разработанная инженерная методика не может быть использована для неньютоновских нефтей;

- в случае разрыва магистрального нефтепровода зимой при растекании теплой (еще не остывшей) нефти происходит испарение легких фракций углеводородов, в результате чего часть нефти безвозвратно теряется. Это не учитывают предлагаемые в работе математические модели аварийного распространения нефти в снежном покрове по естественной поверхности земли;

- в главе 2 не приведены полученные в ходе экспериментов

коэффициенты проницаемости для нефти, а указаны лишь их относительная величина по сравнению с водой;

- в главе 4 отсутствует описание построения разностной сетки и задания начальных значений сеточных функций.

- в главе 5, отсутствуют некоторые необходимые для полной формализации процедуры расчета формулы; например в п.6 (раздел 5.3) нет формулы для расчета h_H ; также не приведено соотношения для расхода на «внутренней» границы, размеров и местоположения этой границы

Также имеются некоторые опечатки и повторы в тексте.

Например, на стр. 22 вместо «в печати» лучше использовать «в литературе».

Или, в главах 4 и 5 повторяется описание прогонки (см формулы 4.45 и 5.2).

Тем не менее, указанные недостатки не снижают ценности полученных результатов.

5. Общая оценка диссертационной работы

Все утверждения и допущения, принятые в работе, подтверждены ссылками на соответствующие источники. Область исследования и тема диссертации полностью соответствуют паспорту специальности 05.26.03 □ Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс), а именно пункту 9 «Исследование процессов протекания аварий, условий их каскадного и катастрофического развития, разработка методов оценки различных воздействий, проявляющихся в процессе развития аварий на нефтегазовых объектах».

В целом, диссертационное исследование С. А. Скавыша представляет собой научно-квалификационную работу, посвященную решению важной и актуальной инженерной проблемы □ прогнозированию аварийных разливов нефти из-за возможных аварий на магистральных нефтепроводах зимой.

Приведенные результаты можно классифицировать как новые, обоснованные и имеющие научное и практическое значение.

Диссертация написана ясным грамотным языком, доходчиво, хорошо воспринимается при чтении и аккуратно оформлена. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Работа диссертанта отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, асам соискатель Скавыш Сергей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03. – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс).

Официальный оппонент

старший преподаватель кафедры

химической физики НИЯУ «МИФИ»,

к.т.н.

С.И. Сумской

Подпись официального оппонента заверяю :



ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Скавыша Сергея Александровича на тему: «Разработка методики прогнозирования аварийного распространения нефти в снежном покрове вследствие порыва магистрального нефтепровода зимой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс).

Актуальность темы

Безаварийная эксплуатация магистральных нефтепроводов практически невозможна в силу различных обстоятельств и причин. Неизбежные вследствие аварийных разливов нефти материальные затраты на рекультивацию загрязненной территории, ремонт трубы, а также связанные с простоем нефтепровода издержки значительно снижают эффективность магистрального трубопроводного транспорта нефти. К тому же эксплуатирующие трубопроводные организации подвергаются штрафным санкциям за допущенные загрязнение окружающей среды и потери углеводородного сырья. При соблюдении требований в области промышленной безопасности опасных производственных объектов магистральных нефтепроводов трубопроводные организации должны не только организовывать мероприятия по предотвращению аварий, но и в случае возникновения последних обязаны вовремя локализовать и ликвидировать их последствия. Диссертационная работа С.А. Скавыша посвящена прогнозированию аварийных разливов нефти по поверхности земли в зимнее время. При этом автор делает основной упор на значительное влияние снежного покрова на динамику аварийного распространения нефти по естественной земной поверхности в зимний период, а также на то, что нефти Западной Сибири, транспортируемые по магистральным нефтепроводам, относятся к классу ньютоновских жидкостей. Несмотря на немалое количество существующих на сегодняшний день эмпирических формул и численных моделей, позволяющих оценивать площадь загрязненной территории за конкретный промежуток времени, ни одна из них не учи-

тывает наличия снежного покрова на дневной поверхности. Поэтому тема диссертационной работы: «Разработка методики прогнозирования аварийного распространения нефти в снежном покрове вследствие порыва магистрального нефтепровода зимой» является весьма актуальной.

Краткое содержание работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, основных выводов и рекомендаций и приложений. Во введении приведена актуальность и сформулирована цель работы, поставлены основные задачи исследования, указаны научная новизна, практическая ценность, основные защищаемые положения и апробация работы. В главе 1 произведен анализ существующих методов прогнозирования возможного ореола нефтяного загрязнения вследствие аварий на магистральных нефтепроводах. В результате чего и были сформулированы цель и основные задачи исследования. В главе 2 описан порядок проведения опытных исследований по изучению коэффициента нефтепроницаемости снега для возможности последующего проведения численных экспериментов по движению ньютоновской нефти в снежном покрове. Таким образом, в главе 2 было установлено, что в прогнозных расчетах, проводимых с целью определения площади нефтяного загрязнения, коэффициент нефтепроницаемости снега можно принимать равным коэффициенту его водопроницаемости, при этом погрешность не будет превышать 5%. Глава 3 посвящена непосредственно математическому моделированию процесса аварийного распространения ньютоновской нефти в снежном покрове по поверхности земли, при этом учтены различные значимые факторы процесса аварийного растечения нефти зимой: рельеф местности вокруг места утечки, физико-механические свойства снега, вязкость нефти и её теплообмен с окружающей средой. В главе 4 для возможности проводить эксплуатирующими организациями прогнозные расчеты по аварийному распространению ньютоновской нефти в снегу вследствие аварии на магистральном нефтепроводе были разработаны численные модели для самых распространенных случаев аварийно-

го движения нефти по поверхности земли. Также в главе 4 была подтверждена адекватность полученной в 3 главе математической модели, для чего были представлены результаты сравнительного анализа данных численных экспериментов и специально проведенных опытов по безнапорной фильтрации дизельного топлива в прямоугольном лотке, заполненном снегом, и опытов по центрально-симметричному распространению дизельного топлива в снежном покрове по горизонтальной земной поверхности. В главе 5 на основе результатов проведенных опытных и теоретических исследований процессов тепломассопереноса при гравитационном течении ньютоновской нефти в снегу приведена разработанная инженерная методика, учитывающая различные аспекты процесса растечения ньютоновской нефти по естественной поверхности земли зимой и позволяющая осуществлять численные прогнозы возможного аварийного распространения нефти по земной поверхности, как предварительные, так и при случившихся авариях на магистральных нефтепроводах.

В основных выводах и рекомендациях изложены основные научные и практические результаты исследований, проведенных в диссертационной работе.

В приложениях представлены акт о внедрении результатов диссертации в ООО «НИИ новые технологии»; результаты предварительных опытов по изучению проницаемости снега для ньютоновских нефтей и воды; фотографии лотков, использовавшихся для проведения экспериментов; графики отклонений результатов численных расчетов от данных специально проведенных опытов по безнапорной фильтрации дизельного топлива в прямоугольном лотке со снегом; результаты численных расчетов и данных натуральных экспериментов по центрально-симметричному распространению дизельного топлива в снежном покрове; результаты приведенного в диссертации примера численного расчета.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы исследования для решения поднятой проблемы и методы обоснования полученных данных, выводов и рекомендаций, а также результаты анализа научно-технической литературы в плане исследуемой проблемы. В работе изучены и критически проанализированы известные достижения и теоретические положения других авторов по проблеме прогнозирования аварийного распространения нефти по поверхности земли. Список использованной литературы содержит 110 наименований. Примечательно, что автор использовал не только материалы монографий и периодической печати, но и немалое число диссертационных работ.

Научная новизна

Основная научная новизна полученных результатов заключается в том, что:

1. Разработана математическая модель процесса аварийного распространения ньютоновской нефти в снежном покрове по поверхности земли. Полученная модель учитывает рельеф местности, коэффициенты теплопроводности и кинематической вязкости нефти, её удельную теплоемкость и плотность, пористость снежного покрова и его проницаемость, теплообмен между растекающейся нефтью и окружающей средой (снегом, мерзлым грунтом).
2. Для практической реализации разработанной математической модели тепломассопереноса разработаны численные модели для наиболее распространенных случаев движения нефти по естественной поверхности земли: одномерного распространения нефти по руслу оврага с произвольным профилем поперечного сечения, центрально-симметричного движения нефти, растечения нефти по поверхности земли произвольного профиля, для осесимметричного движения нефти по наклонной близкой к плоской поверхности земли.

3. Установлено, что коэффициент нефтепроницаемости снега при проведении прогнозных расчетов можно принимать равным коэффициенту его водопроницаемости, при этом погрешность не будет превышать 5%.

Практическая значимость и достоверность результатов работы

Предложенная в работе инженерная методика позволяет осуществлять предварительное прогнозирование аварийного распространения ньютоновской нефти по естественной поверхности земли зимой (при разработке планов по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, разработке декларации промышленной безопасности, с целью обоснования условий обязательного страхования гражданской ответственности эксплуатирующей трубопроводной организации, на стадии проектирования, при определении критериев количественной оценки возможного ущерба вследствие разлива нефти), так и численное прогнозирование аварийного движения нефти при уже произошедшем разрыве магистрального нефтепровода. Это позволяет оценивать площадь загрязненной территории к моменту прибытия аварийно-восстановительной бригады на место разлива, определять время, в течение которого внешний контур нефтяного пятна достигнет границы некоторого охранного объекта, на основании чего производить расчет необходимых сил и средств и более качественно спланировать мероприятия по локализации и ликвидации разливов нефти для минимизации ущерба природной окружающей среде и снижению затрат на выполнение аварийно-восстановительных работ.

Для проверки адекватности математической модели была проведена серия опытов по безнапорной фильтрации ньютоновской жидкости (зимнего дизельного топлива) в лотке, заполненном снегом. Анализ результатов численных расчетов и данных специально проведенных 8 опытов по фильтрации дизельного топлива в прямоугольном лотке со снегом показал, что погрешность вычислений для выбранного неявного численного метода составила не более 3%. Также автором изучены и 3 других конечно-разностных метода,

разработанные для систем уравнений аналогичного типа, широко распространенные в инженерной практике. Но для этих схем погрешность более значительная: от 4% до 36%. Также для дополнительной проверки выбранного численного метода было проведено 3 натурных эксперимента по центрально-симметричному растечению дизельного топлива в снегу по горизонтальной поверхности земли. При этом погрешность численного моделирования составила не более 6%.

Научные публикации и доклады

Содержание диссертации достаточно полно отражено в семи научных работах, в том числе в четырех статьях в журналах, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК. Результаты диссертации доведены до научной общественности – доложены на трех всероссийских научно-практических конференциях и научном семинаре кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» Тюменского государственного нефтегазового университета.

Замечания по работе

По содержанию работы можно сделать следующие замечания:

1. Предлагаемые в работе математические модели рассматривают только гравитационное движение нефти по поверхности земли и не учитывают капиллярный эффект поднятия жидкости в снегу.
2. В работе рассматриваются только «сухой» и «слабо влажный» (при наличии пленочной влаги) типы снежного покрова. Но весной возможно также наличие гравитационного и капиллярного слоев талой воды в снегу. В диссертации отсутствуют рекомендации, как в подобных случаях выполнять прогнозные расчеты по моделированию аварийного распространения нефти.
3. В теме диссертации слово «зима» является излишним, так устойчивый снежный покров на большей части территории Западной Сибири, как правило, присутствует со второй половины осени до середины весны.

Заключение

Отмеченные выше замечания не снижают ценности представленных исследований. Диссертация С.А. Скавыша представляет собой актуальную самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области прогнозирования последствий аварий на магистральных нефтепроводах (а именно, когда земля покрыта снежным покровом) для своевременных локализации и ликвидации нефтяных разливов с целью обеспечения и повышения уровня промышленной безопасности магистрального трубопроводного транспорта нефти.

Результаты исследований в диссертации и автореферате изложены последовательно и логично, грамотным научно-техническим языком, все пять глав хорошо методически связаны, содержат четкие выводы. Автореферат полностью соответствует основным положениям диссертации.

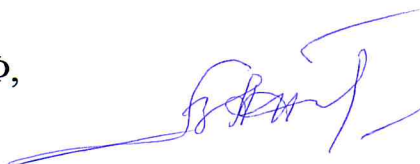
Диссертация полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Скавыш Сергей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс).

Официальный оппонент

директор ООО «Энергия-2»,

заслуженный деятель науки РФ,

д.т.н., профессор



В.Н. Антипов

Дата 20.11.2014г.

Подпись официального оппонента заверяю

полн. директор ООО «Энергия-2»
Г.И. Рахматова

