

ОНДАГАНОВА АЛИЯ КОСБОЛОВНА

**Снижение экологических рисков и оценка последствий
аварий при транспортировке высоковязких нефтей**

25.00.36 – Геоэкология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом
университете имени К.И. Сатпаев

Научные руководители: доктор технических наук, профессор
Тлебаев М.Б.
Кандидат технических наук
Джумагулов А.Т.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Жараспаев М.Т.
кандидат технических наук
Естемесова А.С.

Ведущая организация: Институт горного дела имени
Д.А. Кунаева

Защита состоится «25» декабря 2010 г. в 16.00 ч. на заседании диссертационного совета Д14.15.07 при Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, нефтяной корпус, аудитория 802.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева, а также на сайте www.kazntu.kz, раздел научная работа.

Автореферат разослан «__» ноября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор

Шейх-Али Д.М.

Введение

Общая характеристика работы. Значение нефти в экономике нашей страны трудно переоценить. Дальнейшее развитие нефтяной промышленности зависит не только от открытия новых месторождений, но и от разработки научно-обоснованных и эффективных способов добычи, транспорта и переработки нефтей, с учетом экологических требований. Обязательным экологическим условием, является сохранения такого состояния при функционировании нефтяного объекта на природу, в котором ожидаемый вред, причиняемый природе и здоровью человека, не превышает допустимого по социально-экономическим соображениям: т.е. совокупная польза от эксплуатации трубопровода должна быть существенно выше величины возникающих экологических ущербов.

Актуальность работы. Как известно, строительство промыслового нефтепровода ее эксплуатация всегда сопряжено с риском аварийной ситуации при разгерметизации магистральных нефтепроводов с выбросом нефти и нанесением прямого ущерба трем основным компонентам окружающей среды: литосфере, гидросфере, что может привести к потерям материальных ценностей, гибели людей и окружающей природной среды. При этом ущерб от возможных аварий может быть выше финансовых возможностей предприятия и носит случайный характер. Именно в этих условиях возникает необходимость количественной оценки, анализа и управления техногенными рисками аварий на потенциально опасных объектах техносферы. Риск можно измерить с помощью статистических данных или рассчитать с помощью имитационных моделей.

Нефти казахстанских месторождений Мангистауского региона характеризуются повышенным содержанием парафина и смолоасфальтеновых веществ. По мере их охлаждения все больше парафинов углеводородов переходит в кристаллическое состояние, что ведет к разрастанию решетки, ее упрочнению. При этом нефть резко загустевает, значение τ_0 возрастает, увеличивается вязкость и усиливается ее аномалия. В такой ситуации возрастает степень риска и ущерба от возможных аварийных ситуаций при транспортировке высоковязкой-парафиновой нефти по трубопроводам. Для удаления парафиновых отложений на нефтяных промыслах были разработаны различные методы подогрева нефтяных суспензий с применением разбавителей, химических добавок, ПАВ, депрессаторов, способных улучшить реологические свойства высоковязкой нефти. Серьезными недостатками этих технологии следует признать высокую энергоемкость и расход для подогрева ценного химического сырья и

топлива, а также очень высокую стоимость ингредиентов пригодных только для высокопарафинистой нефти и ее неэффективное использование.

Вышеизложенные обстоятельства и предопределило актуальность и выбор темы настоящего диссертационного исследования, которое в основном заключается в расширении области применения математических методов и моделей для расчета реологических свойств высоковязкой нефти, экологического риска аварийных ситуаций, ущерба загрязнения окружающей среды при ее транспортировке и разработке кавитационной технологии обработки нефти с ведением депрессорных присадок для устранения аномалии смеси с целью предотвращения загрязнения окружающей среды.

Работа выполнялась в соответствии с тематическими планами НИР Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева в период с 2004 по 2010 гг.

Цель диссертационной работы является разработка методов количественной оценки последствий аварий и технологии улучшения реологических свойств высоковязкой нефти для снижения экологического риска аварийных ситуаций и ущерба окружающей среде при ее транспортировке.

В соответствии с поставленной целью в диссертации сформулированы следующие задачи:

- провести расчет количества выбросов вредных веществ, оценку его воздействия и рассеивания в атмосферном воздухе, сброса нефти и загрязнения земель при строительстве, эксплуатации и аварийной ситуации промышленного нефтепровода;
- разработать программно-расчетный комплекс оценки степени экологического риска аварий на магистральном нефтепроводе, включающая расчет объема массы вылившейся нефти и платы за загрязнение окружающей природной среды;
- провести экспериментальные исследования реологических свойств Мангистауской нефти для получения более высокой текучести и низкой температуры застывания;
- определить методы и технологии, интенсифицирующие процесс смешения смесей для устранения аномалии вязкости нефти.

Основная идея диссертационной работы заключается в разработке:

- методики количественного анализа риска, позволяющая получить объективную информацию о степени опасности объекта, ранжировать прилегающую территорию по уровню коллективного и потенциального риска, выявить зоны и территории, где уровни риска

Подписано в печать 19.11.2010 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Объем 1,6 п.л. Заказ № 976 Тираж 100 экз.

Научно-технический издательский центр
КазНТУ имени К.И.Сатпаева
050013, г. Алматы, ул. Ладыгина, 32

- the estimation of a current state of environmental problems of deposits and the trade oil pipeline, consisting in quantitative calculation of emissions of harmful substances, an estimation of his influence and dispersion in atmospheric air, pollution of the earths at oil dump at building is given, to operation and an emergency;

- the mathematical model of definition of ecological risk of the emergencies, including calculation of volume of weight of the poured out oil, oil pipeline ranging on sites with the maximum level of risk R_v characterizing mid-annual volumes of leaks of oil, an ecological damage, a payment for pollution of surrounding environment is developed.

- mixture structures oils deposits of Zhetybaj, Uzen which had higher fluidity and low temperature of hardening at application of the cavitation equipment and depressive additives are defined;

Research methods. In dissertational work methods system, physics-chemical, ecologic-economic analyses, mathematical modeling and the theory of processes of a cavitations are used.

The practical importance of dissertational work follows from the purposes of the dissertation, novelty of the received results and consists:

- in perfection of ways of improvement of rheological properties of oil by processing on the cavitation device.

- in carrying out of the analysis of safety and calculation of ecological risk of functioning of a linear part of the main oil pipeline of deposits of Zhetybaj, Uzen taking into account control of rheological properties of oil, preventive actions and a lay of land on the developed mathematical model

- in representation of the calculated sizes of a damage put to surrounding environment at building of the trade oil pipeline, operation and an emergency on one source to a chink of Zhetybaj of 101 m.

- in reception of experimental data of structures mixture oils deposits of Zhetybaj, Uzen in the cavitation way, allowing to lower viscosity and temperature of hardening of mixes on 15-20 % and recommended for use to the enterprises of oil branch.

The basic scientific positions which are taken out on protection:

- results of calculation of emissions and dispersion of harmful substances in civil and erection works, operation and an emergency, each of which is characterized by certain sources of influence.

- a complex of mathematical models of an estimation of degree of ecological risk, calculation of volume of weight of the poured out oil and a payment for pollution of surrounding environment, the description of the quantitative analysis of risk, ranging of adjoining territory of the oil pipeline on level of collective and potential risk;

- a way of cavitation processing and input депрессорных additives at mixture oils deposits of Zhetybaj, Uzen for elimination of anomaly of viscosity of oil i.e. static pressure of shift (τ_0) at temperature decrease.

достигают или превышают значения, при которых необходимо ужесточение контроля или принятия определенных мер по обеспечению безопасности производственного персонала и населения;

- технологии переработки нефти перед прогонкой в кавитационном аппарате с добавкой депрессорных присадок для устранения аномалии вязкости нефти, т.е. статического напряжения сдвига (τ_0) при снижении температуры.

Научная новизна исследования заключается в разработке методов количественной оценки последствий аварий, технологии улучшения реологических свойств высоковязкой нефти, нацеленные на снижение экологических рисков аварийных ситуаций на магистральном нефтепроводе.

В результате исследований получены следующие научные результаты:

- дана оценка современного состояния экологических проблем месторождений и промыслового нефтепровода, заключающаяся в количественном расчете выбросов вредных веществ, оценку его воздействия и рассеивания в атмосферном воздухе, загрязнения земель при сбросе нефти при строительстве, эксплуатации и аварийной ситуации;

- разработана математическая модель определения экологического риска аварийных ситуаций, включающая расчет объема массы вылившейся нефти, ранжирования нефтепровода на участке с максимальным уровнем риска R_v , характеризующим среднегодовые объемы утечек нефти, экологического ущерба, платы за загрязнение окружающей природной среды;

- определены составы смешения нефтей месторождений Жетыбай, Узень, которые имели более высокую текучесть и низкую температуру застывания при применении кавитационного оборудования и депрессорных присадок.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы системного, физико-химического, эколого-экономического анализов, математического моделирования и теории процессов кавитации.

Достоверность результатов исследований. Все полученные автором результаты основываются на корректном использовании современных теоретических и методологических положений по комплексному исследованию рационального природопользования и статистического анализа; подтверждаются сходимостью результатов

опытно-промышленных испытаний с данными расчетов, полученными по математической модели.

Практическая значимость диссертационной работы вытекает из целей диссертации, новизны полученных результатов и заключается:

- в совершенствовании способов улучшения реологических свойств нефти путем обработки на кавитационном аппарате с введением депрессорных присадок;

- в проведение анализа безопасности и расчета экологического риска функционирования линейной части магистрального нефтепровода месторождений Жетыбай, Узень с учетом контроля реологических свойств нефти, профилактических мероприятий и рельефа местности по разработанной математической модели;

- в представлении рассчитанных величин ущерба наносимого окружающей природной среде при строительстве промышленного нефтепровода, эксплуатации и аварийной ситуации на одном источнике скважине 101 м. Жетыбай;

- в получении экспериментальных данных составов смещения нефтей месторождений Жетыбай, Узень кавитационным способом, позволяющих снизить вязкость и температуру застывания смесей на 15–20% и рекомендованных для использования предприятий нефтяной отрасли.

Реализация результатов работы. Автором при проведение экспериментов смещения нефтей месторождений Жетыбай, Узень кавитационным способом, получено снижение вязкости и температуры застывания смесей на 15–20% против стандартного, которое рекомендовано для внедрения предприятий, а также методика ранжирования на участки с максимальным уровнем риска R_v для безопасного функционирования линейной части магистрального нефтепровода с учетом профилактических мероприятий и рельефа местности.

Отдельные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам: «Геоэкология», «Промышленная экология», «Эколого-экономическая оценка природопользования» Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева, а также нашли применение при разработке проектов по транспортировке высоковязкой нефти Мангистауского региона ТОО «АрнаОйл».

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- результаты расчета выбросов и рассеивания вредных веществ в период строительно-монтажных работ, эксплуатации и аварийной

SUMMARY

Ondaganova Aliya Kosbolovna

Decrease in ecological risks and estimation of consequences of failures at transportation of highly viscous oil

25.00.36 Geoecology

Work urgency. As it is known, building of the trade oil pipeline her operation is always interfaced to risk of an emergency at depressurization of the main oil pipelines with emission of oil and drawing of a direct damage to three basic components of environment: to a lithosphere, hydrosphere that can lead to losses of material assets, destruction of people and surrounding environment. Thus the damage from possible failures can be above financial possibilities of the enterprise and has casual character. In these conditions there is a necessity of a quantitative estimation, the analysis and management of technogenic risks of failures on potentially dangerous objects of a techno sphere. It is possible to measure risk by means of the statistical data or to calculate by means of imitating models. But for this purpose it is necessary to have mathematical model of risk and corresponding methodical maintenance.

The circumstances set forth above also has predetermined an urgency and a choice of a theme of the real dissertational research which basically is directed on decrease in degree of risk of failure on oil fields and elimination of anomaly of a mix for the purpose of environmental contamination prevention.

The purpose of dissertational work is working out of methods of a quantitative estimation of consequences of failures and the analysis of technologies of improvement of rheological properties of highly viscous oil for decrease in ecological risk of emergencies and environmental contamination at her transportation

According to an object in view in the dissertation following problems are formulated:

- to carry out calculation of quantity of emissions of harmful substances, an estimation of his influence and dispersion in atmospheric air, dump of oil and pollution of the earths at building of the trade oil pipeline, operation and an emergency;

- to develop a program-settlement complex of an estimation of degree of ecological risk of failures on the main oil pipelines, including calculation of volume of weight of the poured out oil and a payment for pollution of surrounding environment;

- to spend experimental researches of reological properties mangishlak oil for reception of higher fluidity and low temperature of hardening;

- to define methods and technologies mixtures of mixes intensifying process for elimination of anomaly of viscosity of oil.

Scientific novelty of research consists in working out of methods of a quantitative estimation of consequences of failures, the analysis of technologies of improvement of rheological properties of highly viscous oil and ways of decrease in ecological risks of failures on the main oil pipelines.

As a result of researches following scientific results are received:

- мұнай қоспаларының тұтқырлығы мен суу температурасын 15 – 20 %-ға төмендетуге мүмкіндік беретін және мұнай саласының кәсіпорындарына қолдану үшін ұсынылған кавитациялық тәсілмен Жетібай, Өзен қойнаулары мұнайының ауытқу құрамының тәжірибелік берілгендерін алуда.

Қорғауға шығарылатын негізгі ғылыми жағдайлар:

- құрылыс-монтаждау жұмыстары кезінде, пайдалану мен апат жағдайы периодында әсер етудің белгілі бір көздерімен сипатталатын зиянды заттардың тасталуы мен таралу есебінің нәтижелері;

- экологиялық қауіп-қатердің дәрежесін бағалаудың математикалық моделінің кешені, төгілген мұнай массасының көлемін есептеу және қоршаған табиғи ортаны ластағаны үшін төлемді, қауіп-қатерді сандық талдауды сипаттауды, жалпы және мүмкін қауіп-қатердің деңгейі бойынша мұнай құбырының территориясын ранжирлеу;

- мұнай тұтқырлығының ауытқуын болдырмас үшін, яғни температураның төмендеуі кезінде ауытқудың статистикалық кернеуін (τ_0) болдырмас үшін кавитациялық өңдеу тәсілі мен депрессорлық кондырғыларды егізу.

ситуации, каждый из которых характеризуется определенными источниками воздействия. Установлено, что в случае аварийного горения нефти концентрации загрязняющих веществ, в несколько десятка раз превышают значения ПДК: диоксида азота в 52,10 ПДК; сажи в 372.50 ПДК; диоксида серы в 35,17 ПДК; сероводорода в 80,22 ПДК; оксида углерода в 10,78 ПДК; формальдегида в 18,34 ПДК и уксусного ангидрида в 96,27 ПДК.

- комплекс математических моделей оценки степени экологического риска, расчета объема массы вылившейся нефти и платы за загрязнение окружающей природной среды, описания количественного анализа риска, ранжирования прилегающей территории нефтепровода по уровню коллективного и потенциального риска;

- способ кавитационной обработки и ввода депрессорных присадок при смешении нефтей месторождений Жетібай, Узень для устранения аномалии вязкости нефти, т.е. статического напряжения сдвига (τ_0) при снижении температуры.

Личный вклад автора заключается в расширении области применения математических методов и моделей для расчета реологических свойств высоковязкой нефти, экологического риска аварийных ситуаций, ущерба загрязнения окружающей среды при ее транспортировке и технологии кавитационной обработки нефти с ведением депрессорных присадок

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на международных научно-практических конференциях: «Проблемы биозтики в здравоохранении XXI века» (Алматы, 2005г.); «Новое в безопасности жизнедеятельности» (Алматы, 2009г.); «Коллоиды и нанотехнологии в индустрии» (Алматы, 2010г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 научных публикаций, в том числе 3 в журналах рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК и 6 в международных научных конференциях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников включает 140 наименований. Работа изложена на 154 страницах текста компьютерного набора, содержит 53 таблиц, 27 рисунка и приложений.

Основная часть

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, востребованность, научная новизна и ее практическая значимость.

В первом разделе проведена экологическая оценка современного состояния научных работ по проблеме рисков аварийных ситуаций с возможным загрязнением экосистем при транспортировке высоковязких нефтей. Приводятся геолого-физические характеристики, природно-климатические характеристики объектов исследований – месторождений и обстоятельный системный анализ известных исследований, раскрывающих состояние вопроса воздействия магистральных нефтепроводов на окружающую среду, причины и степени риска аварий на нефтепроводах. Изыскание эффективных способов транспортировки нефти. Определяются области, которые в данной работе отражают новизну и которые остались нерешенными в настоящее время. Обосновываются объект и предмет исследования, формулируется постановка задач и основные положения.

Во втором разделе проведен расчет количества выбросов вредных веществ, оценка воздействия и его рассеивания в атмосферном воздухе на примере строительства, эксплуатации и аварийной ситуации нефтепровода месторождений «Жетыбай» и «Узень». Расчет ущерба наносимого окружающей природной среде за загрязнение атмосферного воздуха и земель аварийными нефтяными разливами.

Результаты анализов проведенных на загрязнение почвы вокруг месторождений, показали, что в Мангистауском регионе они превышают природоохранные нормы. Из проанализированных образцов в более чем 60% случаев уровень загрязнения превышает 5000 мг/кг, что соответствует очень высокому уровню загрязнения. На отдельных участках содержание углеводородов в почве может достигать 22-28 г/кг (Ж-90; 100; 164; 166) и даже 55000 мг/кг (Ж-155), что в десятки раз, превышает допустимый уровень загрязнения. Месторождение «Жетыбай Восточный» характеризуется высоким содержанием нефтепродуктов на участках, прилегающих к групповым установкам (Ж-203; 212). Количество нефтепродуктов на таких участках превышает высокий уровень загрязнения. Вдоль коллекторов загрязнение неравномерное. Встречаются сильнозагрязненные участки (Ж-208), а также участки, имеющие пятна с низким уровнем загрязнения (Ж-213). Для месторождения «Жетыбай Южный» характерно неравномерное загрязнение территории нефтепродуктами. У групповой установки и у скважины 101 загрязнение охватывает значительные площади при строительстве промышленного нефтепровода, эксплуатации и аварийной ситуации (таблица 1).

- мұнай тұтқырлығының ауытқуын жою үшін қоспа құрамының айну процесін интенсификациялаушы әдістер мен технологияларды анықтау.

Ғылыми жаңалығы: апат зардаптарын сандық бағалау әдістері жасалды,

тұтқырлығы жоғары мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсарту технологияларын талдауы және магистралды мұнай құбырларында апаттардың экологиялық қаупін төмендету тәсілдері жасалды.

Зерттеулер нәтижесінде келесі ғылыми нәтижелер алынды:

- мұнай құбырларының кәсіпшілігі мен экологиялық проблемалар күйін, зиянды заттармен ластауды сандық есептеуді қамтитын және құрылысы, пайдалану мен апат жағдайы кезінде мұнай тасталуы кезінде аймақтардың ластануы және атмосфералық ауға әсері мен таралуын бағалауды қамтитын

заманауи бағалауы берілген;

- апатты жағдайларда экологиялық қауіп-қатерді анықтаудың математикалық моделі жасалды, ол бір жылда орташа есеппен мұнай төгілуінің көлемін сипаттайтын R_v қауіп-қатерінің максималды деңгейлі аймақ телімдеріне мұнай құбырын ранжирлеу есебін қамтиды, төгілген мұнай массасының көлемін есептуді қамтиды, экологиялық залалды, қоршаған табиғи ортаны ластағаны үшін төлемді қамтиды;

- ағысы жоғарырақ және суу температурасы төмен қасиеттерге ие Жетібай, Өзен қойнауларындағы мұнайдың ауытқуының құрамы, кавитациялық құрал-жабдықтар мен депрессорлық қондырғыларды пайдалану арқылы анықталды.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста математикалық модельдеудің жүйелік, физика-химиялық, экологиялық-экономикалық талдаудың әдістері және кавитациялық процестің теориясы қолданылды.

Диссертациялық жұмыстың тәжірибелік маңызы диссертацияның мақсаты мен алынған нәтижелердің жаңашылығынан шығады және келесілерге негізделеді:

- кавитациялық аппаратта өңдеу жолымен мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсарту тәсілдерін жетілдіру;

- мұнайдың реологиялық қасиеттерін бақылауды ескеріп, профилактикалық іс-шаралар мен жасалған математикалық модель бойынша жергілікті аймақтың белдеуін ескеріп, Жетібай, Өзен қойнауларының магистралды мұнай құбырларының тізбекті бөлігінің қызмет істеуінің экологиялық қауіп-қатерін есептеу мен қауіпсіздігін талдау;

- 101м. Жетібай бұлағында апаттық жағдайлары және кәсіпшілік мұнай құбырының құрылысы, пайдалануы кезінде қоршаған табиғи ортаға тигізетін залалдардың есептелген шамасын ұсыну;

ТҮЙІН

Ондағанова Алия Қосболқызы

Экологиялық қауіп-қатерді төмендету және тұтқырлығы жоғары мұнайды тасымалдау кезіндегі апаттардың зардаптарын бағалау
25.00.36 - Геоэкология

Жұмыстың актуалдығы. Мұнай құбырларының құрылысында, оны пайдалануда үнемі апат жағдайлары төнеді. Магистральді мұнай құбырларын қайта герметизациялау кезінде мұнаймен қоршаған орта ластанады да, ол материалды құндылықтарды жоғалтуға, адамдар мен қоршаған табиғи ортаның жойылуына әкелуі мүмкін. Дәл осындай жағдайларда техносфераның қауіпті нысандарында апаттың техногенді қауіп-қатерлерін талдау мен басқару, сандық бағалау қажеттілігі туындайды. Қауіп-қатерді статистикалық берілгендер көмегімен өлшеуге немесе имитациялық модельдер көмегімен есептеуге болады. Бірақ ол үшін қауіп-қатердің математикалық моделі болуы қажет және сәйкесінше әдiсiтемелiк қамтамасыз етiлуi қажет.

Жоғарыда келтірілген жағдайлар мына диссертациялық зерттеу тақырыбының актуалдығы мен тандалуын алдын ала анықтады. Зерттеулер негізінен мұнай кәсіпшілігінде апат қауіпінің дәрежесін төмендетуге және қоршаған ортаны ластауды болдырмау мақсатында қоспаның ауытқуын жоюға бағытталған.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – апатты жағдайлардың экологиялық қауіпін төмендету үшін және мұнайды тасымалдау кезіндегі қоршаған ортаны ластауды төмендету үшін, тұтқырлығы жоғары мұнайдың реологиялық қасиетін жақсарту технологияларын талдау және апат зардаптарын сандық бағалау әдістерін жасау болып табылады.

Алға қойған мақсатқа сай келесі міндеттер қойылған:

- зиянды заттармен ластау санын есептеуді жүргізу, оның атмосфералық ауаға әсері мен таралуын бағалау, мұнай құбыры кәсіпшілігі құрылысында, пайдалану мен апат жағдайлары кезінде мұнайдың тасталуы мен аймақтың ластануын бағалау;

- магистральді мұнай құбырында апаттың экологиялық қауіп дәрежесін бағалаудың бағдарламалық-есептік кешенін жасау, ол кешен төгілген мұнай массасының көлемінің есебін және қоршаған табиғи ортаны ластағаны үшін төлем есебін қамтуы қажет;

- манғышлақ мұнайының, ағысы жоғарырақ және суу температурасы төмен болуы үшін оның реологиялық қасиетіне тәжірибелі зерттеулер жүргізу;

Таблица 1 – Величины ущерба окружающей природной среде

| Виды воздействия | Периоды воздействия | | | Ущерб, тенге/одна авария | | |
|--|--|---------------|--------------------|--------------------------|----------------|---|
| | СМР | Эксплуатация | Аварийная ситуация | СМР | Эксплуатация | Аварийная |
| Загрязнение атмосферы | Объемы выбросов, т/одна авария | | | 103,75 | 1,1 | 66545,95 |
| | 0,599 8538 | 0,15634 61 | 2,36 | | | |
| Изъятие и загрязнение земельных ресурсов | Площади занимаемых (нарушенных) земель, га | | | 1984000,0 | 2232,0 | 4019107,6 в т.ч. расходы на ликвид. |
| | 3,2 | 0,0036 | 0,042 | | | |
| Образование отходов | Объемы отходов, тонны | | | 4620,9 | - | * |
| | 2,146 | - | 253,183 | | | |
| ИТОГО | | | | 1988724, | 2679,72 | 4085653,5 |

Расчет выбросов и рассеивания вредных веществ в атмосфере от стационарных источников приведенный в таблице выполнен по унифицированной программе расчета загрязнения «Эколог». Исходные данные и результаты расчета платы за выбросы загрязняющих веществ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета платы за выбросы загрязняющих веществ при аварийном горении нефти

| № | Наименование загрязняющего вещества | H_{BH} , тенге | Кэф-т экол. ситуации экол. значимости | Повышающий коэффициент | Повышающий кэф-т за аварийный выброс | M_i , т/одна авария | Плата в тенге |
|---|-------------------------------------|------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Азота | 260,0 | 2,0 | 1Д | 5,0 | 0,053141 | 760.25 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | | | |
|-------|--|--------|--|--|--|-----------|----------|
| 2 | Гидроцианид (водород цианистый, синильная кислота) | 1025,0 | | | | 0,0077071 | 434.95 |
| 3 | Углерод черный (Сажа) | 205,0 | | | | 1,3090120 | 14759,8 |
| 4 | Сера | 200,0 | | | | 0,2109899 | 2323.8 |
| 5 | Сероводород | 3,0 | | | | 0,0077099 | 1.6 |
| 6 | Углерод оксид | 1285,0 | | | | 0,646896 | 45719,95 |
| 7 | Орг. кислоты в пересчете на уксусную кислоту | 175,0 | | | | 0,115599 | 1118.9 |
| 8 | Формальдегид | 3415,0 | | | | 0,0077089 | 2909,25 |
| Итого | | | | | | 2,3587629 | 68028.5 |

В качестве основной опасности, фактора риска эксплуатации рассматривается возможность разгерметизации магистральных нефтепроводов с выбросом нефти и нанесением прямого ущерба трем основным компонентам окружающей среды: литосфере, гидросфере и атмосфере.

В третьем разделе разработана методика определения экологических рисков магистрального транспорта нефти. Разработана математическая модель определения экологического риска, включающая расчет объема массы вылившейся нефти и платы за загрязнение окружающей природной среды при авариях на магистральных нефтепроводах.

Математическая модель определения экологического риска аварийных ситуаций для рассматриваемых компонентов экосистемы представлена системой уравнений:

магистральных нефтепроводах, позволяет учитывать фактор риска при разгерметизации магистральных нефтепроводов с выбросом нефти и нанесением прямого ущерба трем основным компонентам окружающей среды: литосфере, гидросфере и атмосфере.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Тлебаев М.Б., Ондаганова А.К. Пример расчета оценки воздействия на окружающую среду магистрального нефтепровода Жетыбай-Узень // Материалы Международной НПК «Проблемы биоэтики в здравоохранении XXI века». – Алматы, 2005. – С.178-179.

2 Тлебаев М.Б., Ондаганова А.К. Способ гидродинамическо - кавитационного смешения нефтей для снижения вязкости и температура застывания // Материалы Международной НПК «Проблемы биоэтики в здравоохранении XXI века». – Алматы, 2005. – С.179-180.

3 Ондаганова А.К. Экологические проблемы транспортировки высокопарафинистых и высоковязких нефтей по магистральному нефтепроводу // 11-я Международная научно-техническая конференция. - Том № 3 - КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – 2009. – С.20-22.

4 Ондаганова А.К. Исследование смесей нефтей месторождений Узень и Жетыбай с определением реологических свойств при различных температурах // 11-я Международная научно-техническая конференция. - Том № 3 - КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – 2009. – С.22-25.

5 Ондаганова А.К. Оценка степени риска воздействия на окружающую среду при аварийных ситуациях на нефтепроводах // Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – № 2. – 2010. – С.231 -233.

6 Тлебаев М.Б., Ондаганова А.К. Применение гидродинамических кавитационных технологий для обработки нефтей и его сопровождающих элементов // Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – № 3. – 2010. – С.3-4.

7 Тлебаев М.Б., Дарибаев Ж.Е., Ондаганова А.К. Расчет платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ с территории нефтяных месторождений // Сборник трудов ИГД им. Д. Кунаева № 80. – 2010. – С.234 – 237.

8 Тлебаев М.Б., Ондаганова А.К. Применение технологий улучшения реологических свойств пропускаемой нефти для снижения экологического риска при перекачке по нефтепроводу // Международная научная конференция «Коллоиды и нанотехнологии в индустрии». - КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – 2010. – С.112-114.

9 Тлебаев М.Б., Ондаганова А.К. Математическая модель экологического риска аварий на магистральных нефтепроводах // Международная научная конференция «Коллоиды и нанотехнологии в индустрии». - КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – 2010. – С.117-119.

нефти и платы за загрязнение окружающей природной среды при авариях на магистральных нефтепроводах.

4. Установлено, что при примерном расчете одной аварийной ситуации на нефтяном трубопроводе Мангистауского региона ущерб природной среде составил по вышеприведенной методике 195 665 000. тенге, включающий ущерб окружающей природной среде от загрязнения земель, атмосферы, поверхностных и подземных вод.

5. В результате исследования установлено, что при смешении парафинистых нефтей месторождений Жетыбай и Узень в соотношении 14:86 полученные реологические свойства смеси изменяются по сравнению с исходной нефтью, т.е. вязкость, начальное и динамическое напряжение сдвига, температура застывания нефти уменьшаются.

6. Для улучшения реологических свойств нефти применен способ гидродинамическо-кавитационного смешения в технологических циклах нефтепереработки, позволяющий при турбулентном режиме смешивания снизить вязкость и температуру застывания смесей, по сравнению с ламинарным, и тем самым увеличить эффективность депрессантов на 15-20%.

Оценка полноты решения поставленных задач. Поставленная цель работы достигнута, и задачи исследований решены. Результаты исследований рекомендованы для внедрения на предприятиях по добыче и перегонки нефти, в территориальное управление охраны окружающей среды Мангистауской области, в ТОО «АрнаОйл», что подтверждает достоверность основных положений и выводов.

Разработка рекомендаций и исходных данных по использованию результатов. Результаты исследования могут быть использованы при составлении программ «Комплексная региональная экологическая программа Мангистауской области», при проектировании и эксплуатации нефтепроводов и в учебном процессе при проведении лекционных и практических занятий в ВУЗах Казахстана.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. Разработанный способ гидродинамическо-кавитационного смешения нефтей в технологических циклах нефтепереработки, позволяет при турбулентном режиме смешивания снизить вязкость и температуру застывания смесей, по сравнению с ламинарным, следовательно, тем самым увеличить эффективность депрессантов на 15-20%, и при этом снизить энергоемкость.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Разработанная математическая модель экологического риска аварийных ситуаций, включающая расчет объема массы вылившейся нефти и платы за загрязнение окружающей природной среды при авариях на

$$R(Y_{\text{э}}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^z R_{ijk}(E_{\text{э}}) Y_{\text{э}j} \cdot M_{ik} \quad (1)$$

$$R_{ijk}(E_{\text{э}}) = \int_{M_{\min}}^{M_{\max}} f_i(M) \cdot P_{jk}(E_{\text{э}}) dM; \quad (2)$$

$$Y_{\text{э}j}^{\text{уд}} = b_j^{\text{им}} - K_{ij} - C_j, \quad (3)$$

где: $R(Y_{\text{э}})$ – экологический риск;

$R_{ijk}(E_{\text{э}})$ – потенциальный риск экологического ущерба для j-й компоненты экосистемы на i-м участке трассы при реализации k-го сценария аварии;

$Y_{\text{э}j}^{\text{уд}}$ – удельный экологический ущерб для j-й компоненты экосистемы;

M – масса аварийного выброса нефти на i-м участке трассы нефтепровода при реализации k-го сценария аварии;

$f_i(M)$ – плотность распределения частот аварийных выбросов нефти на i-м участке трассы;

$P_{jk}(E_{\text{э}})$ – параметрический закон поражения i-й компоненты экосистемы при условии реализации k-го сценария аварии;

$b_j^{\text{им}}$ – повышающий коэффициент за сверхлимитное загрязнение j-й компоненты экосистемы;

K_{ij} – коэффициент инфляции при оценке ущерба для i-й компоненты экосистемы;

C_j – комплекс, определяющий ставку платы за загрязнение j-й компоненты экосистемы;

$[M_{\min}, M_{\max}]$ – определяемый профилем трассы диапазон возможных аварийных выбросов нефти на рассматриваемом i-м участке нефтепровода;

n – 36 число шагов дискретизации трассы нефтепровода;

m – число рассматриваемых компонент экосистемы;

z – число сценариев развития аварии на рассматриваемом участке трассы.

При выполнении расчетов процесса аварийного опорожнения нефтепровода учитывается как напорный режим ($M_{\text{нпр}}$), когда нефть перекачивается насосными агрегатами нефтеперекачивающих станций до их отключения, так и самотечный режим ($M_{\text{ср}}$), когда движение потока вызывается разностью высот геодезических отметок вдоль трассы нефтепровода. В качестве основной характеристики

экологической опасности магистрального нефтепровода в пораженном состоянии рассматривается масса нефти, участвующая в аварии (рисунок 1).

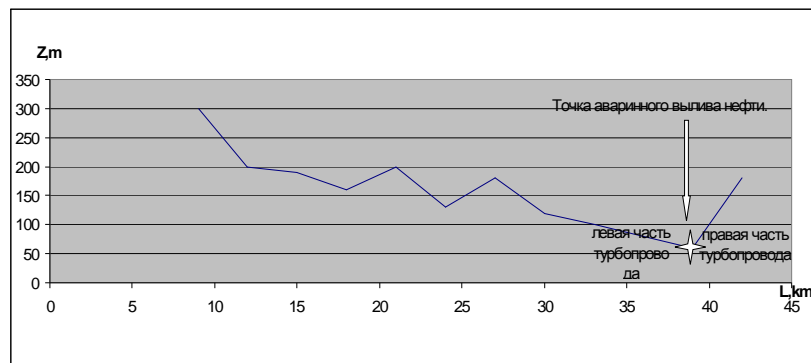


Рисунок 1 – Реальный профиль трассы магистрального нефтепровода

Реологические свойства пропускаемой нефти вязкость и напряжение сдвига для любой температуры рассчитывали по формулам:

$$\mu = T(6,6 - 2,25 \lg M) \cdot 10^{-8}, \quad (4)$$

где: μ – динамическая вязкость, Па*с;

T – температура, К;

M – молекулярная масса.

Зависимость между температурой нефтепродукта и его вязкостью рассматривается формулой Вальтера:

$$\lg(v_t + 0,8) = A - B \lg T, \quad (5)$$

где: v_t – вязкость, сСт;

T – температура, К;

A и B – константы, которые определяются, если известны значения вязкости при двух различных температурах.

Вязкость нефтепродуктов при различных температурах определяется по формуле Вальтера, составленной на основе номограммы Г.В.Виноградова:

$$\lg(v_{cm} + 0,8) = (1 - q/100) \lg(v_A + 0,8) - q/100 \lg(v_B + 0,8), \quad (6)$$

| | | | | | | | |
|---|--------------------------|------|--------------|-----------|-------------|-------|-----------|
| 3 | м. Узень + Жетыбай 86:14 | 9 | 1094,5/971,5 | | 115,9/107,8 | 100 | 64,4/61,3 |
| | | 16,2 | 930,4/726,4 | 53,7/40,4 | 100,2/83,2 | 103,2 | 89,5/78,2 |
| | | 27 | 665,9/537,1 | 42,9/37,4 | 85,9/101,7 | 93,4 | 75,2/69,3 |

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что введение в нефти м. Узень и Жетыбай присадок Сепафлюкс-3 137, CF-2026 и ДНМ - 2005 дозировкой 100 ррт значительно снижает динамическую вязкость этих нефтей. Эта тенденция подтверждается и для смеси нефтей (нефть м. Узень и нефть м. Жетыбай в соотношении 14:86).

Для измерения предела текучести пробы нефти подогревались до 50°C. Затем нефть в вискозиметре охлаждалась до достижения температуры 5°C в состоянии покоя, то есть без вращения. Как видно из представленных данных при применении способа гидродинамическо-кавитационного смешения нефтей эффективность депрессантов увеличивается на 15-20%, снижается вязкость и температура застывания смесей, по сравнению с ламинарным смешиванием.

Заключение

Основные научные результаты, практические выводы и рекомендации состоят в следующем:

1. Результаты анализов проведенных на загрязнение почвы вокруг месторождений, показали, что в почвах крупных нефтяных месторождений Мангистауского региона из всех обследованных нефтепромыслов региона месторождение «Жетыбай» характеризуется высоким содержанием нефтепродуктов на участках, прилегающих к групповым установкам (Ж-203; 212). Количество нефтепродуктов на таких участках превышает высокий уровень загрязнения. Вдоль коллекторов загрязнение неравномерное. Встречаются сильнозагрязненные участки (Ж-208), а также участки, имеющие пятна с низким уровнем загрязнения (Ж-213).

2. Установлено, что в качестве основной опасности, фактора риска эксплуатации рассматривается возможность разгерметизации магистральных нефтепроводов с выбросом нефти и нанесением прямого ущерба трем основным компонентам окружающей среды: литосфере, гидросфере и атмосфере.

3. Разработана математическая модель экологического риска аварийных ситуаций, включающая расчет объема массы вылившейся

Таким образом, чтобы уменьшить вязкость и устранить аномальность явления нефти в работе предлагается применить кавитационное оборудование, которое предназначено для дробления длинных полимерных цепочек ароматических углеводородов и парафинов, с целью получения низкомолекулярных соединений, а как следствие, изменению (облегчению) фракционного состава обрабатываемой нефти для перегонки по магистральному трубопроводу.

Исследование реологических свойств нефтей с добавкой депрессантов при ламинарном перемешивании и при турбулентном перемешивании в гидро-кавитационной установке. Для проведения испытаний были отобраны пробы нефти м. Узень станция перекачки «S.T.O.» после насосов, задвижка № 70, T= 48 С), м. Жетыбай (камера скрепка на Узене, T= 24°) и пробы депрессорных присадок: Сепافلукс-3137, CF-2026 и ДНМ - 2005. При проведении испытаний были использованы 25%-ные растворы депрессоров в толуоле.

Смешивание проб нефтей с депрессантами и проб смеси нефтей различных месторождений с депрессантами производилось при ламинарном и турбулентном режимах смешивания. Приготовленные для испытаний пробы подогревались до 50°С, после чего вискозиметр заполнялся нефтью, которую охлаждали (со скоростью 3°С в минуту) до 5°С. Значения скорости вращения цилиндра вискозиметра выбраны согласно программе (10-30 сек). В таблице 3 представлены значения изменения вязкости от скорости вращающего момента.

Таблица 3 – Зависимость изменения вязкости от скорости вращения смеси гидродинамическо-кавитационным способом

| п/п | Нефть | Скорость сдвига с ⁻¹ | Вязкость, МПа х с | | | | |
|-----|------------|---------------------------------|-------------------|------------------|---------------|----------|---------------------------|
| | | | Исход-ная | Сепа-флюкс 3 137 | CF 2026 | ДНМ 2005 | CF2026+ сепафлюкс 14 : 86 |
| 1 | м. Узень | 9 | 482,9 | - | - | 201,5 | |
| | | 16,2 | 322,1 | 75,2/63,4 | 71,3/ 62,3 | 167,4 | |
| | | 27 | 236,3 | 75,2/61,3 | 75,2/ 60,4 | 142,3 | |
| 2 | м. Жетыбай | 9 | 1480,7 | 128,8/105,2 | 386,3/ 241, 1 | 743,7 | |
| | | 16,2 | 1037,8 | 107,4/105,2 | 268,4/248 | 448,3 | |
| | | 27 | 644,5 | 135,9/107,4 | 214,8/227 | 327,2 | |

где: q – содержание высоковязкого продукта; $i_A < i_B$ при высоких температурах оно подчиняется известному закону Ньютона, выражающему пропорциональность величины сдвигающего напряжения (τ) градиенту скорости ($s= dv/dr$).

$$\tau = \mu S \quad (7)$$

где: S - коэффициент пропорциональности.

Для расчета ущерба наносимого окружающей природной среде от загрязнения земель нефтепродуктами использовалось следующее соотношение:

$$У_3 = НСЗ * S_{пл.} * K_{дпв} * K_{дзд} * K_{э.т.} * K_3 \quad (8)$$

где: $НСЗ$ – норматив стоимости освоения земли – 620 тенге /га для Мангистауской области,

$S_{пл.}$ – площадь (га) почвенного контура земельного участка, загрязненного нефтепродуктом;

$K_{дпв}$ - коэффициент на длительность периода восстановления (само восстановления) или консервации;

$K_{дпв} = 1,7$ при длительности 2 года;

$K_{дзд}$ - коэффициент пересчета в зависимости от уровня загрязнения или изменения степени деградации почв и земель - $K_{дзд} = 2$ при изменении уровня загрязнения с ПДК до 2000-3000 мг/кг;

$K_{э.т.}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (1,7);

K_3 - коэффициент, зависящий от мощности загрязненной толщи почво грунтов - $K_3 = 1,3$ при мощности толщины до 50 см.

Плата за неорганизованный сброс определялась по видам загрязняющих веществ:

$$P_{н\ вод} = \sum_{i=1}^n (K_{инд} \cdot C_{ни\ вод} \cdot M_{i\ вод}) \quad (9)$$

где: $M_{i\ вод} \leq M_{ни\ вод}$, где $P_{н\ вод}$ – плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, тенге;

$K_{инд}$ - коэффициент индексации платы;

$C_{ни\ вод}$ - ставка платы за сброс 1 т i-го загрязняющего вещества в границах предельно допустимого норматива сброса, тенге/т;

$M_{i\ вод}$ - масса фактического сброса i-го загрязняющего вещества, т;

$M_{ни\ вод}$ - масса предельно допустимого сброса i-го загрязняющего вещества;

i – вид загрязняющего вещества (i = 1, 2, ..., n); n - количество загрязняющих веществ.

$$C_{ни\ вод} = H_{бни\ вод} \cdot K_{э\ вод} \quad (10)$$

где: $N_{\text{бнн}} \text{ вод}$ - базовый норматив платы за сброс 1 т i-го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимого норматива сброса, тенге/т;

$K_3 \text{ вод}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости поверхностного водного объекта.

Расчет степени риска на магистральных нефтепроводах позволяют ранжировать участки трассы по уровню опасности загрязнения экосистем окружающей среды. Эти участки с максимальным уровнем риска R_v , характеризующим среднегодовые объемы утечек нефти, в первую очередь должны рассматриваться с точки зрения выработки инженерных решений, направленных на снижение риска для защиты окружающей среды.

Используя программный комплекс и оценки экспертов-технологов, можно определить относительный риск эксплуатации объектов системы магистральных трубопроводов с учетом вероятности возникновения отказов и величины возможного ущерба на рассматриваемых участках.

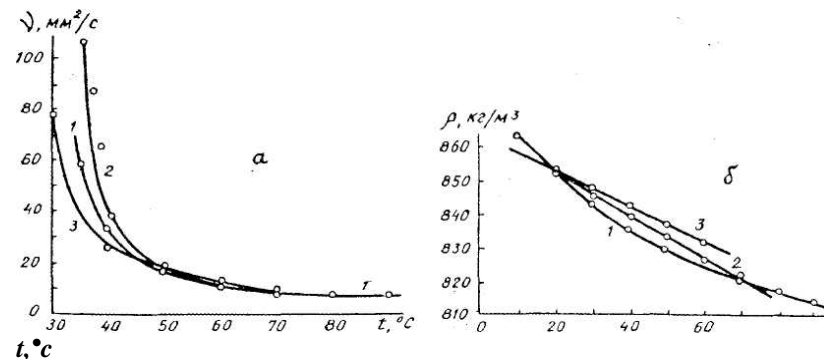
Примерный расчет аварийного ущерба природной среде от одной аварийной ситуации на нефтяном трубопроводе Мангистауского региона составил по вышеприведенной методике:

$$U_3 = 124,0 * 0,042 * 1,7 * 2 * 1,7 * 1,3 = 195,665 \text{ тыс. тенге.}$$

Кроме ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения земель, атмосферы, поверхностных и подземных вод эксплуатирующая организация дополнительно несет затраты на ликвидационные и восстановительные работы, которые по сумме намного превосходят размеры ущербов от аварии.

В четвертом разделе приводятся исследования реологических свойств при смешении Мангистауской нефти, с целью снижения риска аварийных ситуаций и загрязнения окружающей среды. Разработан способ гидродинамическо-кавитационного смешения нефти в технологических циклах нефтепереработки, позволяющий снизить вязкость и температуру застывания смесей, по сравнению с ламинарным смешиванием.

При изучении реологических свойств Мангистауской нефти ротационные вискозиметры позволяют измерять значения как начального (статического) напряжения сдвига, так и динамической вязкости. Капиллярные вискозиметры дают надежные данные при температурах, когда нефть является Ньютоновской. С приближением к температуре застывания измерения на капиллярных вискозиметрах дают большие погрешности и зачастую невозможны. На рисунке 2, а, б представлена температурная зависимость кинематической вязкости и плотности трех проб Мангистауской нефти.

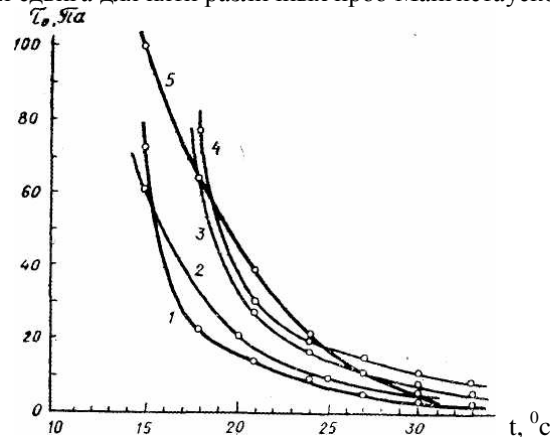


1- узеньская нефть; 2-из резервуара БРНУ; 3-после печи на НПС-663 км.

Рисунок 2 – Зависимость кинематической вязкости (а) и плотности (б) мангистауских нефтей от температуры

Нефть 1 застывает при температуре 29°C, а 2 и 3 при 31 °С. Следует отметить, что нефть 3, отобранная после печей подогрева, в результате медленного охлаждения при хранении имела сниженные реологические свойства.

На рисунке 3 приведена температурная зависимость статического напряжения сдвига для пяти различных проб Мангистауской нефти.



1-смесь жетыбайской нефти; 2- узеньская нефть; 3-после печи на ЛПДС Узень; 4 -смесь узеньских нефтей; 5 – из резервуара БРНУ.

Рисунок 3 – Зависимость статического напряжения сдвига мангистауской нефтей от температуры