

УДК 629.3

На правах рукописи

ВАРНАКОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСЕЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАПРАВКИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Специальность 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания
в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»

Научный руководитель: **Дидманидзе Отари Назирович**, профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»

Официальные оппоненты: **Пухов Евгений Васильевич**, доктор технических наук, исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Эксплуатация транспортных и технологических машин» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I»

Жосан Артур Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка и тракторы» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Защита состоится «16» февраля 2017 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 220.043.14 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел/факс: 8 (499) 976-21-84.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан « » декабря 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Е.А. Улюкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

В сельскохозяйственном производстве транспортировка грузов исчисляются миллиардами тонно-километров. В связи с этим, большое значение имеет нефтепродуктообеспечение и экологическая безопасность данных работ.

Существует устойчивая тенденция увеличения числа автозаправочных станций. Потери нефтепродуктов от испарения на автозаправочных станциях, нефтебазах и при транспортировке составляют около 4,5% от общей суммы потерь. Современные способы улавливания паров нефтепродуктов при их вытеснении из резервуаров при больших и малых «дыханиях» достаточно распространены и нашли свое применение на нефтебазах. В последние годы крупные вертикально-интегрированные нефтедобывающие компании начинают внедрять технологии улавливания паров нефтепродуктов на автозаправочных станциях.

Технология заправки автотранспортных средств совершенствуется и в настоящее время перспективными являются способы улавливания паров нефтепродуктов вытесняемых из баков автомобилей при их заправке. Основной технологической проблемой при этом является разработка средств разделения паровоздушной смеси обладающих наибольшей энергоэффективностью.

Следует отметить, что при испарении нефтепродукта возникают как количественные, так и качественные потери. Как известно, надежность и технико-экономические показатели двигателей автотранспортных средств зависят от нескольких важных факторов, одним из которых является качество применяемого топлива, и поэтому важной задачей является сохранение его в заданных пределах.

Все более актуальной становится экологическая сторона вопроса. Увеличение количества автомобилей приводит к повышению оборачиваемости резервуарных парков, а также числа автозаправочных станций и топливозаправочных комплексов, что неизбежно ведет к росту потерь от испарения, тем самым повышая экологическую загрязненность.

Поэтому совершенствование технологии заправки автотранспортных средств и способов улавливания паров нефтепродуктов вытесняемых из баков автомобилей в процессе их заправки, и снижение их влияния на окружающую среду является актуальной задачей.

Объект исследования. Пары нефтепродуктов, вытесняемых при заправке автотранспортных средств, топливораздаточные колонки автозаправочных станций, системы улавливания паров нефтепродуктов.

Предмет исследования. Количественные и качественные потери нефтепродуктов от испарения и их зависимость от температуры окружающей среды.

Цель работы. Совершенствование технологии заправки автотранспортных средств и обоснование новых способов улавливания паров нефтепродуктов.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели исследования необходимо решение следующих основных задач:

- теоретически обосновать необходимость совершенствования технологии заправки автотранспортных средств;
- провести экспериментальные исследования количественных потерь нефтепродуктов от испарения, при заправке автотранспортных средств, с учетом температуры окружающей среды;
- провести исследования качественных потерь нефтепродуктов от испарения при заправке автотранспортных средств;
- разработать элементы системы улавливания паров нефтепродуктов;
- оценить технико-экономические показатели внедрения новых способов улавливания паров нефтепродуктов.

Научная новизна:

- теоретически обоснованы новые направления совершенствования технологии заправки автотранспортных средств и защиты окружающей среды в агропромышленном комплексе;
- получены математические зависимости количественных потерь нефтепродуктов при заправке автомобилей на автозаправочных станциях при различной температуре окружающей среды, с целью оптимизации параметров систем улавливания паров нефтепродуктов;
- представлена новая методика определения основных параметров систем улавливания паров нефтепродуктов;
- разработана система улавливания паров нефтепродуктов.

Теоретическая значимость:

Комплексные исследования потерь нефтепродуктов при заправке автотранспортных средств на автозаправочных станциях вносят вклад в развитие теоретических и прикладных основ совершенствования технологии их заправки.

Практическая значимость результатов исследования заключается в совершенствовании технологии заправки автотранспортных средств и повышения экологической безопасности в агропромышленном комплексе, за счет: использования разработанной системы улавливания паров нефтепродуктов на автозаправочных станциях; внедрения системы мониторинга и прогнозирования, позволяющей оценить воздействие автозаправочных станций на окружающую среду.

Соответствие диссертации специальности, по которой она представлена к защите.

Диссертация соответствует пункту паспорта специальности 05.20.03 - Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве:

- разработка методов оценки качества, обоснования технологических уровней и эффективности технического сервиса отдельных агрегатов, оборудования, поточных линий, качества топливосмазочных материалов и

технических жидкостей в агропромышленном комплексе. (п.1).

На защиту выносятся научно обоснованные направления совершенствования технологии заправки автотранспортных средств и снижение их влияния на окружающую среду, в том числе:

- теоретические исследования процесса улавливания паров нефтепродуктов при заправке автотранспортных средств;

- результаты оценки количественных и качественных потерь нефтепродуктов при заправке автотранспортных средств на автозаправочных станциях;

- методика выбора параметров систем улавливания паров нефтепродуктов, учитывающая их компонентный состав;

- система улавливания паров нефтепродуктов на автозаправочных станциях агропромышленного комплекса.

Апробация работы.

Основные положения исследования новых направлений совершенствования способов улавливания паров нефтепродуктов при хранении на нефтескладах и снижение их влияния на природные и искусственные экосистемы, обсуждены и одобрены:

- на XIII Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы», Ульяновск, 2011;

- на 6-й Международной конференции «Инновационные технологии в гуманитарных науках», Ульяновск, 2012;

- на XVI-той Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросхемы», Ульяновск, 2013;

- на XVII-той Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросхемы», Ульяновск, 2014;

- на Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием, Пенза, ПГСХА, 2015.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 28 научных работах, в том числе в одной монографии, одном учебно-методическом пособии, в 17 статьях (10 из них – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций) и тезисах, имеется 7 патентов РФ на полезную модель, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация включает введение, пять глав, общие выводы, список используемых источников информации из 182 наименований и приложения на 22 страницах. Объем диссертации – 175 страниц машинописного текста, в том числе 152 страницы основного текста, поясняется 22 таблицами и 19 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведен краткий обзор состояния вопроса, обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований и основные результаты, выносимые на защиту.

В первой главе *«Состояние вопроса и задачи исследования»* обоснована необходимость повышения эффективности систем улавливания паров нефтепродуктов на автозаправочных станциях, рассмотрены основные показатели загрязнения окружающей среды, проведены основные группы нефтепродуктов, рассмотрены способы снижения уровня воздействия углеводородов на человека и окружающую среду.

Значительный вклад в теорию нефтепродуктообеспечения внесли: Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Душин В.А., Коваленко В.П., Кулагин А.В., Лебедич С.П., Мартяшова В.А., Молчанова Р.А., Новоселов В.Ф., Репин В.В. Рыбаков К.В., Улюкина Е.А. и другие.

Вопросам повышения безопасности и экологичности автотранспортных средств в сельском хозяйстве занимались ученые: Балабанов В.И., Годжаев З.А., Горелова А.С., Девянин С.Н., Дидманидзе О.Н., Евграфов В.А., Ерохин М.Н., Жосан А.А., Ибрагимов И.Г., Казанцев С.П., Кочетков М.Н., Лымарева В. И., Майстренко В.Н., Миниغازимов Н.С., Назаров В.Д., Павлов М.Л., Патица С. А., Пухов Е.В., Реймерса Н. Ф., Савельев Г.С., Скороходов А.Н., Федцов В. Г., и другие.

Повышение эффективности и безопасности систем заправки, на основе улавливания паров при заправке автотранспортных средств на автозаправочных станциях является актуальной задачей, т.к. развитие мирового автомобилестроения приводит к увеличению спроса на нефтепродукты, что сопровождается обострением экологических проблем. Все более актуальными становятся вопросы совершенствования технологии заправки автотранспортных средств и способов улавливания паров нефтепродуктов.

Потери нефти и нефтепродуктов оценивается в пределах 9,5% от объема добываемой нефти в России, что составляет миллионы тонн. Общие количественные безвозвратные потери на нефтепромыслах составляют 4,0%; на нефтеперерабатывающих заводах – 3,5%; при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов на нефтебазах и нефтепродуктопроводах – 2,0%. Потери нефтепродуктов на нефтебазах и АЗС имеют большую стоимостную оценку, т.к. это потери готового продукта. Значительная часть потерь нефтепродуктов приходится на испарение при хранении, транспортировании топлива и заправке автомобилей. Потери от испарения являются качественно-количественными, т.к. при них происходит количественная потеря с одновременными ухудшениями качества нефтепродукта.

Наиболее перспективными и энергоэффективными являются способы рекуперации паров нефтепродуктов основанных на захолаживании смеси, адсорбции, абсорбции и разделении паровоздушной смеси на мембранах, обладающих определенной селективностью.

Во второй главе *«Теоретическое обоснование новых методов улавливания паров нефтепродуктов»* приводятся теоретические основы расчета систем улавливания паров нефтепродуктов.

Общая модель баланса количества нефтепродукта в резервуаре с учётом выбросов паровоздушной среды может быть представлена

следующим уравнением:

$$M = M_0 + M_{\text{пос}} - M_B, \quad (1)$$

где M – конечная масса нефтепродукта в резервуаре, кг; M_0 – начальная масса нефтепродукта в резервуаре, кг; $M_{\text{пос}}$ – масса нефтепродукта поступившего в резервуар, кг; M_B – масса выбросов паров нефтепродуктов из резервуара, кг.

Процесс диффузии происходит наиболее активно при повышении температуры. Наибольшую важность в вопросе улавливания паров нефтепродуктов представляет процесс конденсации, особенно при условии его интенсификации.

Процесс конденсации паровоздушной смеси может быть описан уравнением:

$$J_c = \frac{(p - p_e)}{(2\pi mkT)^{1/2}}, \quad (2)$$

где J_c – скорость конденсации паровоздушной смеси; p – эквивалентное давление паровоздушной смеси при температуре T , которое обеспечивает скорость конденсации, определённую в экспериментальных условиях; p_e – равновесное давление паровоздушной смеси при температуре поверхности T ; m – масса молекул; k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура.

Потери при заполнении резервуара и вытеснении паровоздушной смеси можно определить по формуле:

$$G_{\text{од}} = \rho_y \cdot c_y \cdot V, \quad (3)$$

где ρ_y – плотность паров нефтепродукта; c_y – объемная концентрация в паровоздушной смеси; V – объем паровоздушной смеси, вытесняемый в атмосферу при «большом дыхании».

Важным вопросом является расчет энергетических параметров систем улавливания паров нефтепродуктов, в частности, определение холодопроизводительности оборудования, которая напрямую зависит от температурных показателей, до которых требуется довести пары нефтепродуктов. Полный расчет производится на основе исходных данных, к которым относятся такие показатели: объемный расход паров нефтепродуктов; температура процесса конденсации; температура поступающих паров.

Для определения теплоемкости паров нефтепродуктов можно применить уравнение Бальке:

Удельная массовая теплоемкость нефтепродукта, который находится в состоянии пара и при обычном давлении атмосферы, рассчитывается по уравнению Бальке и Кэй [кДж/(кг·К)]:

$$C_{II} = \frac{(4 - \rho_{15}^{15}) \cdot (1,8T + 211) \cdot (0,146K - 0,41)}{1541}, \quad (4)$$

где K - характеристический коэффициент; ρ_{15}^{15} - относительная плотность нефтепродукта; T - температура при которой определяется теплоемкость, К.

Для определения удельной теплоемкости нефтепродуктов, находящихся в паровой фазе, можно использовать график, представленный на рисунке 1.

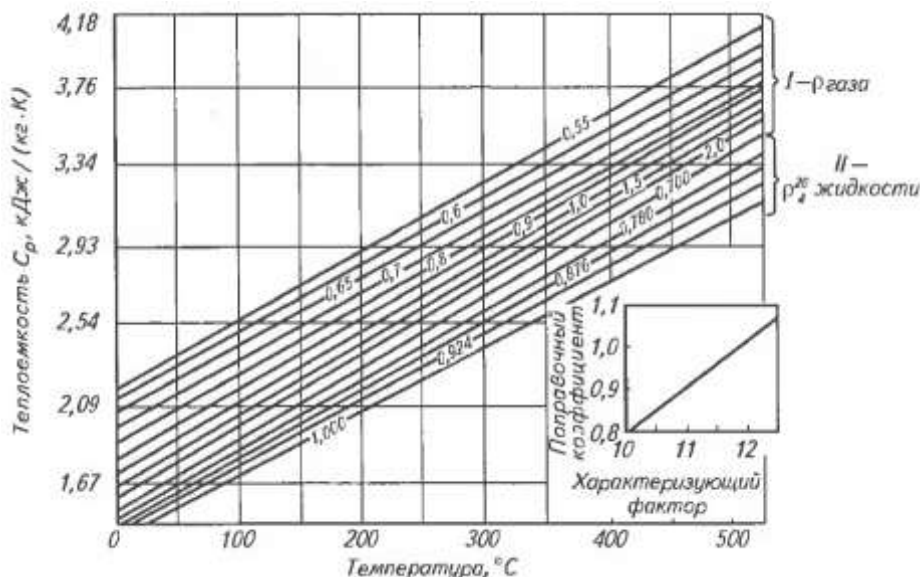


Рисунок 1 – Зависимость теплоемкости нефтепродуктов в паровой фазе от температуры и их относительной плотности по воздуху (I) и от плотности жидких углеводородов по отношению к воде (II)

График позволяет определить зависимость теплоемкости от температурных параметров и относительной плотности нефтяных продуктов в паровой фазе (I), а также от показателей плотности углеводородов, находящихся в жидком состоянии, по отношению к воде (II).

График рассчитан по уравнению Бальке и Кэй, при $K = 11,8$. Найти теплоемкость нефтяных продуктов, «К» которых не равен 11,8, можно по этому же графику применив поправочный коэффициент, который определяется по дополнительному графику, расположенному в правой нижней части рисунка.

Важной особенностью рекуперации паров нефтепродуктов на автозаправочных станциях в системах с забором паровоздушной смеси из баков автотранспортных средств неизбежно происходит попадание атмосферного воздуха. В связи с этим необходима разработка энергоэффективных способов разделения паровоздушной смеси.

В третьей главе «Программа и результаты исследований потерь нефтепродуктов от испарения» приведены исследования потерь паров нефтепродуктов из баков автомобилей при их заправке.

Для определения необходимой производительности системы улавливания паров нефтепродуктов были проведены исследования по определению количества топлива теряемого при заправке автотранспортных средств. Для определения зависимости количества потерь нефтепродуктов от

испарения для различных температур топлива использовалась имитационная модель (рис. 2).



Рисунок 2 - Имитационная модель процесса вытеснения насыщенных паров из баков автотранспортных средств, в процессе их заправки

Для исследования использовался бензин неэтилированный Премиум ЕВРО-95, вид II (АИ-95-4) По проверенным показателям бензин неэтилированный Премиум ЕВРО-95 (АИ-95-4) соответствовал требованиям ГОСТ Р 51866-2002.

Исследования проб воздуха проводились на хроматографе ФГХ-1 (рис.3).



Рисунок 3 - Хроматограф ФГХ-1 использованный для определения состава паровоздушной смеси из баков автотранспортных средств в процессе их заправки

Также были проведены экспериментальные исследования с использованием моделирования процесса вытеснения паровоздушной смеси из баков автотранспортных средств, в процессе их заправки. В ходе экспериментальных исследований определялись потери топлива от испарения при различных температурах. Установлены зависимости потерь нефтепродукта при температурах: 13, 15, 20, 25, 30 °С.

По результатам исследований получены данные приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения масс проб при заданной температуре, г.

Проба	13°C	15°C	20°C	25°C	30°C
1.	98,9058	98,9046	98,9174	98,9275	98,9286
2.	101,3186	101,3159	101,3265	101,3379	101,3387
3.	97,1485	97,1523	97,1643	97,1727	97,1836
4.	102,4864	102,4908	102,5031	102,5103	102,5214

Как показали данные эксперимента, существует зависимость количества вытесняемого топлива в виде паровоздушной смеси от температуры (рис. 4).

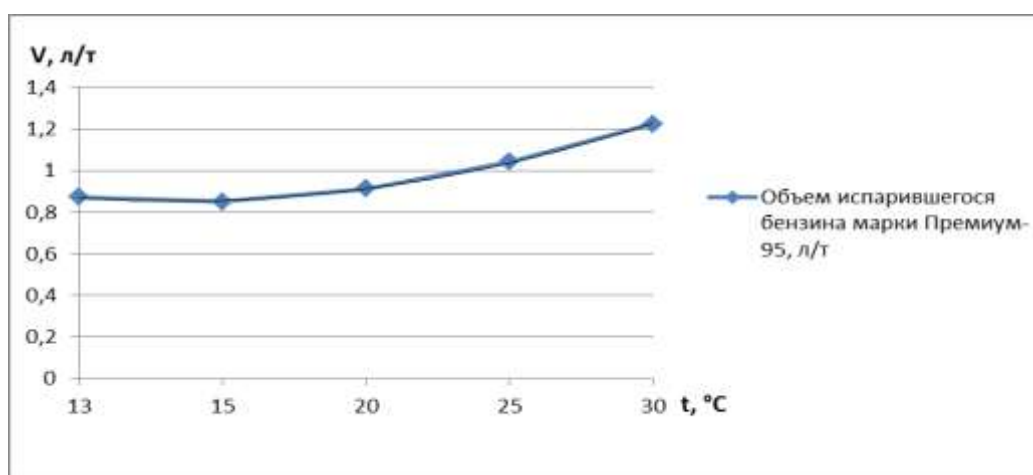


Рисунок 4 - Зависимость количества вытесняемого топлива в виде паровоздушной смеси от температуры

Исследования показали, что существует зависимость количества вытесняемых паров нефтепродуктов от температуры окружающей среды. Потери нефтепродуктов от испарения вытесняемые в окружающую среду при заправке автомобилей составляют 0,09...0,12% от количества заправляемого нефтепродукта.

Зависимость количества вытесняемого топлива от температуры окружающей среды может быть представлена уравнением:

$$V = -0,0042t^3 + 0,0618t^2 - 0,144t + 0,906 \quad (5)$$

где t – температура окружающей среды, °C; V – объем вытесняемого топлива в пересчете на литры. Достоверность аппроксимации – $R^2 = 0,99$.

Для определения состава паров нефтепродуктов были взяты пробы воздуха из зоны в которой находится водитель (оператор АЗС) при заправке автотранспортного средства и получены хроматограммы (рис. 5).

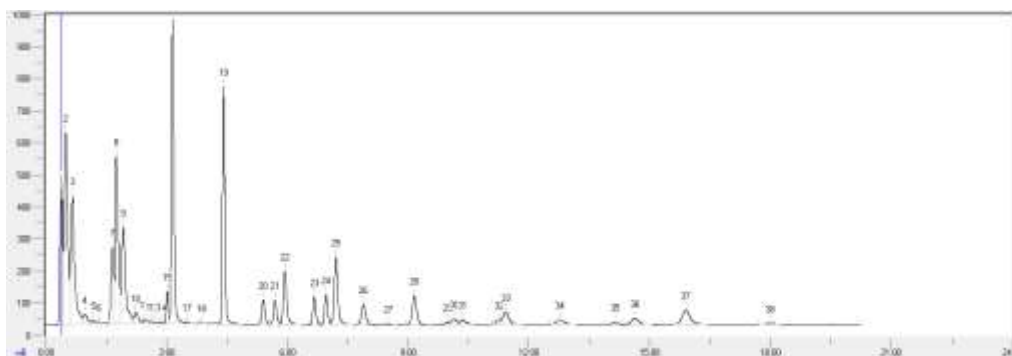


Рисунок 5 - Хроматограмма паровоздушной смеси

Таблица 2 - Результаты обработки хроматограммы воздуха из зоны в которой находится водитель (оператор АЗС) при заправке автотранспортного средства

Название вещества	Результат измерения, мг/м ³	Погрешность измерения, мг/м ³
Гексан	57,000	±14,300
Ацетон	1,630	±0,407
Сероуглерод	5,580	±1,390
Бензол	15,200	±3,800
Декан	0,542	±0,135
Этилбензол	3,990	±0,998
Хлорбензол	0,280	±0,070

Проведенные исследования и полученные хроматограммы позволяют определить количество и состав паров нефтепродуктов, что дает возможность проектировать системы улавливания паров нефтепродуктов имеющие мембранные блоки обладающие селективностью и наиболее эффективные в отношении определенных углеводородов.

Результаты исследования потерь нефтепродуктов от испарения полученные на 5 различных автозаправочных станциях отличаются незначительно.

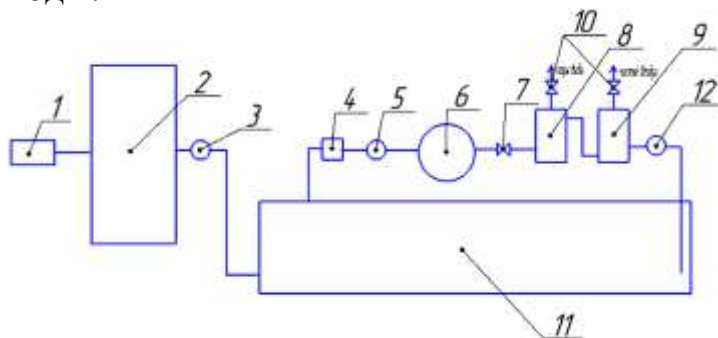
В четвертой главе «Результаты разработки системы улавливания паров нефтепродуктов на автозаправочных станциях» разработана система улавливания паров углеводородов из баков автотранспортных средств при их заправке на автозаправочных станциях.

Большое значение при обеспечении безопасных условий труда для работников автозаправочных комплексов имеет содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Для улавливания паровоздушной смеси из баков автотранспортных средств при их заправке разработаны и запатентованы: система улавливания паров нефтепродуктов на АЗС с разделением паровоздушной смеси на мембранах (патент на полезную модель. Рос. Федерация № 157866) и модернизированный заправочный пистолет, позволяющий улавливать пары нефтепродуктов вытесняемые из баков при заправке автотранспортных средств (патент на полезную модель. Рос. Федерация № 151525).

Система улавливания паров нефтепродуктов на АЗС с разделением

паровоздушной смеси на мембранах имеет заправочный пистолет с дополнительным каналом для отвода паровоздушной смеси через топливораздаточную колонку в топливный резервуар с помощью насоса для перекачки паровоздушной смеси. Датчик давления срабатывает на повышенное давление в топливном резервуаре и включает компрессор, который нагнетает паровоздушную смесь в ресивер. Затем паровоздушная смесь при срабатывании клапана поступает в первый блок селективных мембран, где происходит частичное разделение паровоздушной смеси и удаление паров воды.



1 - заправочный пистолет с дополнительным каналом для отвода паровоздушной смеси, 2 - топливораздаточная колонка, 3 - насос для откачки паровоздушной смеси, 4 - датчик давления, 5 – компрессор, 6 – ресивер, 7 - клапан, 8 - первый блок мембран селективного действия, 9 - второй блок мембран селективного действия, 10 – клапан, 11 - резервуар с топливом, 12 - насос.

Рисунок 6 - Система улавливания паров нефтепродуктов на АЗС с разделением паровоздушной смеси на мембранах

После частичного разделения паровоздушная смесь поступает во второй блок селективных мембран, где происходит окончательное разделение паровоздушной смеси на воздух и пары нефтепродукта. Воздух из системы удаляется через клапан, а конденсируемый нефтепродукт перекачивается в топливный резервуар. Так как октановое число конденсируемой фракции нефтепродукта не изменяется, то топливо не требует повышения качества и пригодно для использования.

Для оценки воздействия автозаправочных станций на окружающую среду была разработана программа (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014661745), позволяющая определить форму зон загрязнения и их глубины (рис. 7).

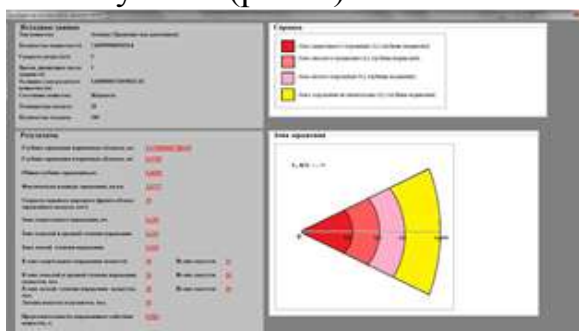


Рисунок 7- Форма вывода результатов расчета программы

Разработанная программа определения зон загрязнения воздушной среды, представляет возможность корректировки исходных данных по состоянию атмосферы.

В пятой главе «Оценка экономической эффективности технических решений» приведена методика определения экологического ущерба и выполнен расчет экономической эффективности, который свидетельствует об экономической целесообразности предлагаемых мероприятий.

Зная количество хранимого и выдаваемого нефтепродукта, используя полученные математические зависимости для расчета потерь нефтепродукта от испарения в процессе заправки автотранспортных средств, можно определить годовые потери в денежном выражении. Годовой экономический эффект от применения системы улавливания паров нефтепродуктов в первый год эксплуатации составит 910 тыс. руб.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Рассмотрена эксплуатация резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов, вопросы сохранения количества и качества продукта, изучены существующие методы и способы снижения количественных и качественных потерь при хранении нефтепродуктов.

2. Проведен анализ и теоретическое обоснование процесса рекуперации паров светлых нефтепродуктов, определены цель и задачи исследования. Изучены теоретические основы процесса рекуперации паров нефтепродуктов. Изучены вопросы потерь нефтепродуктов от испарения на этапах хранения, транспортировки и в процессе заправки. Определено что, потери при транспортировке и хранении нефтепродуктов на нефтебазах и автозаправочных станциях – 2,0%. Потери нефтепродуктов на нефтебазах и АЗС имеют большую стоимостную оценку, т.к. это потери готового продукта.

3. По результатам анализа способов улавливания паров было определено, что большинство методов основаны на рекуперации паров нефтепродуктов основанных на захолаживании смеси, адсорбции, абсорбции и разделении паровоздушной смеси на мембранах, обладающих определенной селективностью. Перспективным направлением исследований при разделении паровоздушной смеси на мембранах является обеспечение селективности, но при этом необходима приблизительно одинаковая эффективность в отношении различных групп углеводородов. В таком случае важное значение имеет правильный подбор мембран обладающих высокой эффективностью. Определено, что технологии разделения паровоздушной смеси на мембранах эффективнее известных на 7...12%.

4. Выявлено, что потери нефтепродуктов от испарения вытесняемые в окружающую среду при заправке автомобилей составляют 0,09...0,12% от количества заправляемого нефтепродукта. Проведенные исследования и полученные хроматограммы позволяют определить количество и состав паров нефтепродуктов, что дает возможность проектировать мембраны обладающие селективностью и наиболее эффективные в отношении

определенных углеводородов.

5. Получены математические зависимости потерь нефтепродуктов (достоверность аппроксимации – $R^2 = 0,99$), при заправке автомобилей на автозаправочных станциях в зависимости от температуры воздуха, позволяющие осуществлять прогнозирование и оценку воздействия автозаправочных станций на окружающую среду.

6. Разработана и запатентована (патенты №. 137512, № 147779) система улавливания паров нефтепродуктов позволяющая повысить экологическую безопасность автозаправочных станций, а также программы оценки вредного воздействия автозаправочных станций на окружающую среду (программы для ЭВМ № 2014661752, №2014661745).

7. Применение системы улавливания паров нефтепродуктов экономически целесообразно, а годовой экономический эффект при реализации нефтепродуктов на АЗС в количестве 32 м³/сутки составит 910 тыс. руб.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Варнакова, Е.А. Установка очистки сточных вод на автозаправочных станциях с дополнительной фильтрацией механических примесей и нефтепродуктов / Ю.А. Матвеев, В.А. Кузнецов, А.А. Бутузов, А.Ю. Мулгачев, Е.А. Варнакова // Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». Москва. - 2012.- № 2. - С. 32-35.
2. Варнакова, Е.А. Установка улавливания паров из железнодорожных цистерн с боковым устройством слива нефтепродуктов / Ю.А. Матвеев, А.Ю. Мулгачев, А.А. Бутузов, Е.А. Варнакова // Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». Москва. - 2012.- № 5. - С.54-58.
3. Варнакова, Е.А. Устройство для предотвращения переливов нефтепродуктов с отключением электронасосной установки при заполнении наземных горизонтальных стальных резервуаров / Ю.А. Матвеев, А.Ю. Мулгачев, А.А. Бутузов, Е.А. Варнакова // Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». Москва. - 2012.- № 6. - С.48-50.
4. Варнакова, Е.А. Установка улавливания паров нефтепродуктов из железнодорожных, автомобильных цистерн и резервуаров с автоматической системой охлаждения / Ю.А. Матвеев, В.А. Кузнецов, А.Ю. Мулгачев, А.А. Бутузов, Е.А. Варнакова // Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». Москва. - 2013.- № 2. - С.46-51.
5. Варнакова, Е.А. Перспективные способы снижения потерь нефтепродуктов на АЗС и оценка ущерба от выбросов паров нефтепродуктов в атмосферу / Е.А. Варнакова // Международный технико-экономический журнал. Москва. - 2013.- № 3/. - С. 99-103.

6. Варнакова, Е.А. Результаты исследований низкотемпературных свойств биодизельного топлива / В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, А.В. Платонов, Б.А. Соломин, А.М. Низаметдинов, Е.А. Варнакова // Международный научный журнал. – М.: ООО «Спектр», 2013. – №5. – С.104-109.
7. Варнакова, Е.А. Установка улавливания паров нефтепродуктов с дополнительным резервуаром сбора паров и системой охлаждения для наземных вертикальных стальных резервуаров / Ю.А Матвеев, В.А Кузнецов, А.А Бутузов, А.Ю Мулгачев, Е.А. Варнакова // Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса» Москва. - 2014. - № 1. - С. 42-47.
8. Варнакова, Е.А. Обеспечение надежности техники путем проведения комплексной оценки качества поставок запасных частей при организации технического сервиса / О.Н. Дидманидзе, Б.С. Дидманидзе, В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, Л.Л. Хабиева, Е.А. Варнакова // Международный технико-экономический журнал. – М.: ООО «Спектр», 2014. – №5. – С. 31-40.
9. Варнакова Е.А. Результаты исследований потерь нефтепродуктов от испарения из баков автомобилей при их заправке / О.Н. Дидманидзе, Б.С. Дидманидзе, В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, Е.А. Варнакова, Е.В. Лычагин // Международный технико-экономический журнал. – М.: ООО «Спектр», 2014. – №5. – С. 97-103.
10. Варнакова, Е.А. Результаты исследований низкотемпературных свойств и цетанового числа биодизельного топлива / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, Е.А. Варнакова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Ульяновск.: ФГБОУ ВО УГСХА имени П.А. Столыпина. - 2016. № 2 (34). С. 168-173.

Патенты

11. Устройство для предотвращения переливов нефтепродуктов с отключением электронасосной установки при заполнении наземных горизонтальных стальных резервуаров : патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК G01F23/00 (2006.01) / Ю.А. Матвеев, Е.А. Варнакова; - №.118429, заявл. 13.03.2012; опубл. 20.07.2012. Бюл. № 36. – 5 с.
12. Установка улавливания паров нефтепродуктов из автомобильных цистерн и резервуаров с применением охлаждающей смеси : патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК B65D88/00 (2006.01) / Ю.А Матвеев, В.А Кузнецов, А.А Бутузов, А.Ю Мулгачев, Е.А. Варнакова; - №. 122994, заявл. 07.08.2012; опубл. 20.12.2012. Бюл. № 12. – 4 с.
13. Установка улавливания паров нефтепродуктов из железнодорожных, автомобильных цистерн и резервуаров с автоматической системой охлаждения : патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК B65D88/0 (2006.01) / Ю.А Матвеев, В.А Кузнецов, А.А Бутузов, А.Ю Мулгачев, Е.А. Варнакова; - №. 129089, заявл. 11.02.2013; опубл. 20.06.2013. Бюл. № 6. – 5 с.
14. Система улавливания паров и предотвращения переливов для вертикальных стальных резервуаров длительного хранения нефтепродуктов : патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК B65D90/30 (2006.01) /

Ю.А Матвеев, Е.А. Варнакова; - №. 135631, заявл. 19.03.2013; опубл. 20.12.2013. Бюл. № 4. – 6 с.

15. Устройство улавливания паров углеводородов на автозаправочных станциях : патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК В60К 15/35 (2006.01) № 137512/ В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, А.В. Платонов, Е.А. Варнакова; - №. 137512, заявл. 10.09.2013; опубл. 20.02.2014. Бюл. № 5. – 5 с.

16. Устройство улавливания паров нефтепродуктов на АЗС с разделением паровоздушной смеси на мембранах: патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК В60К 15/035 (2006.1) / В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, А.В. Платонов, Е.А. Варнакова; - № 157866, заявл. 27.03.2015; опубл. 20.12.2015. Бюл. № 35. – 5 с.

17. Модернизированный пистолет для системы улавливания паров нефтепродуктов из баков автотранспортных средств на АЗС : патент на полезную модель. Рос. Федерация: МПК В60S 5/02 (2006.01) / В.В. Варнаков, А.В. Платонов, Е.А. Варнакова; - № 151525, заявл. 16.07.2014; опубл. 10.04.2015. Бюл. № 10. – 4 с.

18. Сравнение способов и средств уменьшения потерь паров нефтепродуктов из резервуаров с применением экспертных оценок : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014661752 Рос. Федерация / В.В. Варнаков, М.Е Дежаткин, Д.В. Варнаков, А.В. Платонов, Е.А. Варнакова; - №2014661752, заявл. 15.09.2014; опубл. 12.11.2014.

19. Расчет зоны химического заражения : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014661745 Рос. Федерация / Д.В. Варнаков, М.В Юренкова., В.В. Варнаков, А.В. Платонов, Е.А. Варнакова; - №2014661745, заявл. 15.09.2014; опубл. 12.11.2014.

Учебно-методические издания

20. Варнакова, Е.А. Обеспечение надежности и экологичности автомобилей на основе оценки параметров их работы и качества запасных частей : моногр. / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, Е.А. Варнакова, М.Е. Дежаткин. – Ульяновск: УлГУ, 2015. – 143 с. – ISBN: 978-5-88866-594-7.

21. Варнакова Е.А. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий / В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, Е.А. Варнакова. – Ульяновск: УлГУ, 2014. – 148 с.

Публикации в других изданиях

22. Варнакова, Е.А. Обоснование способа рекуперации паров нефтепродуктов при их хранении в резервуарах / Е.А. Варнакова // Труды XIII Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы». Ульяновск. - 2011. - С.382-383.

23. Варнакова, Е.А. Теоретическое обоснование процесса рекуперации паров нефтепродуктов / Е.А. Варнакова. // Труды XIII Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы». Ульяновск, 2011. - С.384-385.

24. Варнакова, Е.А. Снижение потерь топлива от испарения при заправке на автозаправочной станции / Е.А. Варнакова // Труды 6-й Международной

конференции «Инновационные технологии в гуманитарных науках». Ульяновск, 2012. - С.75-76.

25. Варнакова, Е.А. Применение мембранных технологий как энергоэффективных способов улавливания паров нефтепродуктов на АЗС / Е.А. Варнакова // Труды XVI-той Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросхемы». Ульяновск: УлГУ, 2013. – С. 37-39.

26. Варнакова, Е.А. Разработка программы оперативного расчета глубины зон заражения АХОВ с непрерывной корректировкой по состоянию атмосферы / В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, М.В. Юренкова, Е.А. Варнакова // Труды XVII-той Международной конференции опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы. Ульяновск: УлГУ, 2014. - С.205-206.

27. Варнакова, Е.А. Перспективы применения мембран обладающих селективностью в системах улавливания паров нефтепродуктов на АЗС / Е.А. Варнакова // Труды XVII-той международной конференции опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы. Ульяновск: УлГУ, 2014. - С.207-208.

28. Варнакова, Е.А. Повышение экологической безопасности АЗС / В.В. Варнаков, Е.А. Варнакова // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием / МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 155-157.