**Вольхин, Игорь Владимирович Разработка технических решений по снижению вредных выбросов в окружающую среду : На примере предприятий железнодорожного транспорта : диссертация ... кандидата технических наук : 03.00.16 Хабаровск, 2006**

ИЗ ФОНДОВ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ

*Вольхин, Игорь Владимирович*

**Разработка технических решений по снижению вредных выбросов в окружающую среду**

*Москва*

***Российская государственная библиотека***

diss.rsl.ru

*2006*

*Вольхин, Игорь Владимирович*

*Разработка технических решений по снижению вредных выбросов в окружающую среду: [Электронный ресурс]: На примере предприятий железнодорожного транспорта : Дис. ... канд. техн. наук: 03.00.16. - Хабаровск: РГБ, 2006 (Из фондов Российской Государственной Библиотеки)*

*Экология*

Полный текст:

<http://diss.rsl.ru/diss/06/0286/060286007.pdf>

**Текст воспроизводится по экземпляру, находящемуся в**

**фонде РГБ:**

***Вольхин, Игорь Владимирович***

***Разработка технических решений по снижению вредных выбросов в окружающую среду***

***Хабаровск 2006***

Российская государственная библиотека, 2006 (электронный текст)

**61:06-5/1606**

Федеральное агентство железнодорожного транспорта Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Дальневосточный государственный университет путей сообщения

На правах рукописи



ВОЛЬХИН ИГОРЬ ВЛАДИМИРОВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ **( НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА )**

Специальность 03.00.16-« Экология»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор

В.Д. Катин

Хабаровск, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5

1. Состояние проблемы воздействия предприятий железнодорожного транспорта на окружающую среду 10
   1. Оценка воздействия выбросов предприятий железнодорожного транспорта на атмосферу 10

1.2. Характеристика Дальневосточной железной дороги как источника загрязнения окружающей природной среды 20

1. Анализ использования жидкого топлива на предприятиях железнодорожного транспорта с экологической точки зрения 24
2. Анализ методов сокращения вредных выбросов при использовании жидкого топлива на предприятиях железнодорожного транспорта 35
3. Разработка блок - схемы решения проблемы исследования 41

Выводы 44

1. Теоретическое обоснование разработки установок снижения вредных выбросов в окружающую среду 46
   1. Теоретические основы образования основных загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду при использовании жидкого топлива 46
      1. Анализ работ по исследованию влияния свойств жидкого топлива на образование вредных веществ при его горении 46
      2. Анализ механизмов образования оксидов азота 54
      3. Анализ механизмов образования продуктов неполного горения 57
      4. Анализ механизмов образования оксидов серы 60
   2. Обоснование разработки устройств для снижения выбросов

загрязняющих веществ в окружающую среду 61

* 1. Разработка экспериментальной установки для исследования влажности и дисперсности водомазутных эмульсий 64
  2. Разработка устройства для приготовления водомазутных эмульсий 71
  3. Разработка устройства для сжигания жидких топлив и отходов с малым выбросом загрязняющих веществ 76
  4. Разработка рациональной конструкции эмульгатора для повышения экологичности использования топлива 79

Выводы 89

1. Экспериментальные исследования и разработка математических зависимостей выбросов загрязняющих веществ при использовании устройств 91
   1. Приборы и методика определения выбросов загрязняющих веществ в продуктах сгорания 91
   2. Разработка математической модели выбросов загрязняющих веществ от режимных параметров 95
   3. Получение модели регрессионной зависимости. Анализ результатов влияния режимных факторов на выбросы загрязняющих веществ 109

Выводы 118

1. Эколого-экономическая оценка применения разработанных устройств, снижающих вредные выбросы в окружающую среду на предприятиях ДВЖД 120
   1. Краткая характеристика существующих методик оценки ущерба, наносимого природной среде предприятиями железнодорожного транспорта 120
   2. Оценка эколого-экономической эффективности уменьшения вредных выбросов в атмосферу 125

• 4.3. Расчет экономического эффекта от внедрения устройств,

снижающих вредные выбросы на линейных предприятиях

ДВЖД 129

Выводы 136

Заключение 137

Список использованных источников 139

Приложения 153

\*

**Актуальность проблемы**

Вопрос снижения негативного воздействия на экосистемы напрямую связан с устойчивым существованием живой природы, а, следовательно, и человека как её пользователя. Современный масштаб техногенного давления на окружающую среду принял катастрофические размеры, поэтому научно обоснованные предложения по снижению такого воздействия следует причислить к актуальнейшим задачам сегодняшнего дня.

Предприятия железнодорожного транспорта являются крупными источниками загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов. В результате хозяйственной деятельности в атмосферу поступают следующие загрязняющие вещества: канцерогенные углеводороды, токсичные оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, пятиоксид ванадия и твердые частицы и др. [70,82,88,133,100,136]. Вредное воздействие на окружающую среду усиливается тем, что эти источники загрязнений располагаются в жилых районах, в которых проживает население.

В Федеральном законе РФ «Об охране окружающей среды» особое внимание обращается на необходимость использования технологических процессов и схем на основе малоотходных и безотходных технологий, которые бы максимально снизили или полностью исключили загрязнение природной среды [61]. При этом главной задачей является снижение образования вредных веществ непосредственно в источнике их возникновения [135].

Анализ современных технологических методов снижения выбросов вредных веществ, влияющих на окружающую природную среду, показывает, что комплексным характером подавления вредных выбросов обладает метод использования жидкого топлива в виде водомазутных эмульсий (ВМЭ)

1. . Диссертационная работа выполнена в разрезе решения проблемы загрязнения окружающей среды, указанной в законе, и в соответствии с основными направлениями «Экологической программы железнодорожного транспорта на 2001—2005 гг.», согласно которой предусмотрено сокращение общего объема вредных выбросов в атмосферный воздух на 23,1% [142].

**Цель диссертационной работы**

Разработка технических решений по снижению вредных выбросов котельными предприятий железнодорожного транспорта на основе анализа их негативного воздействия на окружающую среду.

**Поставленная цель потребовала решения следующих задач:**

1. Проанализировать состояние проблемы загрязнения окружающей природной среды производственными предприятиями железнодорожного транспорта с выделением наиболее значимых источников выбросов вредных веществ.
2. Исследовать процессы образования вредных веществ при использовании мазута и научно обосновать устройства для их сокращения.
3. Разработать и исследовать устройство подготовки мазута к использованию в виде водомазутных эмульсий.
4. Разработать и исследовать устройство для сжигания жидких топлив с малым выбросом вредных веществ.
5. Разработать математическую модель выхода вредных веществ в зависимости от влажности ВМЭ и режима ее использования.
6. Определить эколого-экономическую эффективность разработанных устройств при внедрении на предприятиях железнодорожного транспорта.

Объектами исследования являлись локомотивные депо ст. Облучье и Хабаровск-2, котельная ст. Амур ДВЖД.

**Методы исследования :**

Для решения поставленных задач использовался комплексный подход, включающий в себя анализ и обобщение данных научно-технической литературы по проблеме исследования, экспериментальные исследования и обработка их результатов с применением методов математической статистики, математического моделирования с использованием пакета программ MatLab.

Необходимые данные для выполнения работы были предоставлены Государственными комитетами по охране природных ресурсов по Хабаровскому краю и Еврейской автономной области, а также отделом охраны природы ДВЖД.

**Научная новизна работы :**

1. Получены уравнения регрессии выхода основных вредных веществ при использовании ВМЭ в зависимости содержания в них воды и режима работы топливоиспользующих устройств.
2. Определены оптимальные значения содержания влаги в мазуте и ее дисперсности, обеспечивающие минимальные выбросы загрязняющих веществ.
3. Разработаны новое устройство для приготовления водомазутных эмульсий и установка для сжигания жидкого топлива, позволяющие снизить концентрацию загрязняющих веществ в выбросах.
4. Разработана новая конструкция эмульгатора для приготовления качественной ВМЭ с целью повышения экологичности ее использования.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты экспериментальных исследований влияния дисперсно­влажностных характеристик водомазутных эмульсий на выход вредных веществ, позволяющие установить оптимальные значения влажности

эмульсии, размеров капель воды, обеспечивающие снижение вредных выбросов в атмосферу.

1. Математические модели регрессионной зависимости выхода основных вредных веществ от влажности водомазутных эмульсий и режима их использования, позволяющие повысить экологичность работы котельной.
2. Устройства для приготовления водомазутных эмульсий и их использования в котельных предприятий железнодорожного транспорта, позволяющие сократить вредные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

Практическая значимость работы :

1. Разработаны и внедрены устройство для приготовления водомазутных эмульсий в котельной локомотивного депо ст. Облучье ДВЖД и устройство для использования жидкого топлива в котельной ст. Амур ДВЖД.
2. Разработаны и рекомендованы к внедрению режимные карты эксплуатации котлов ДЕ, позволяющие повысить их экологическую безопасность при использовании ВМЭ.
3. Разработана конструкция эмульгатора, внедренного в котельной ст. Амур ДВЖД.

Достоверность результатов подтверждается :

* использованием методов математической статистики и моделирования для обработки результатов исследования;
* удовлетворительной сходимостью результатов анализа математической модели с данными экспериментальных исследований;
* практикой опытной эксплуатации и работоспособностью предложенных автором конструктивных и технических решений на предприятиях ДВЖД.

**• Реализация и апробация работы**

Основные положения и результаты докладывались на конференциях :

Всероссийской научно-практической конференции «Повышение эффективности работы железнодорожного транспорта Сибири и Дальнего Востока» (ДВГУПС, 2001); 60-й Региональной научной конференции творческой молодежи (ДВГУПС, 2002); Всероссийском симпозиуме (ХИФПИ - 02) «Химия: фундаментальные и прикладные исследования, образование» (ДВГУПС, 2002); Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта»(УрГУПС,2003); 43-й Всероссийской научно-практической ^ конференции «Современные технологии - железнодорожному транспорту и

промышленности» (ДВГУПС, 2003); Ш Международной научной конференции творческой молодежи (ДВГУПС, 2003); Международных научных чтениях «Приморские зори -2005» (ДВГТУ, 2003); 62-й

Межвузовской научно-технической конференции творческой молодежи (ДВГУПС, 2004); Четвертой международной научной конференции творческой молодежи «Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР» (ДВГУПС, 2005); Международных научных чтениях «Приморские зори - 2005» (ДВГТУ, 2005); 4-й региональной научно- практической конференции в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна - 2005» (КнАГТУ,2005).

**Структура работы**

Диссертационная работа изложена на 138 страницах печатного текста, включает 20 таблиц, 38 рисунков и состоит из содержания, введения, четырех глав, заключения, 14 приложений, списка использованных источников из 162 наименований.

1. Впервые для ДВЖД выполнен комплексный анализ влияния выбросов линейных предприятий дороги на окружающую среду и предложен алгоритм решения проблемы снижения их негативного воздействия.
2. При оценке воздействия отдельных предприятий ДВЖД на окружающую среду показано, что основной вюіад в загрязнение атмосферного воздуха наряду с дистанциями гражданских сооружений вносят локомотивные депо, на которых эксплуатируются котельные, работающие на жидком топливе. Проведен анализ количественного и качественного образования вредных выбросов при сжигании жидкого топлива на ДВЖД.
3. Традиционные методы сжигания мазута при эксплуатации котельных на предприятиях ДВЖД приводят к высоким уровням вредных выбросов в атмосферу. Установлено, что перспективным методом сжигания жидкого топлива в котельных предприятий железнодорожного транспорта является его использование в виде водомазутных эмульсий, который характеризуется высокой экологичностью, наряду с другими методами снижения вредных выбросов в окружающую среду. Способ сжигания мазута в виде водомазутных эмульсий характеризуется относительно низкими капитальными затратами и совместим с технологическим оборудованием котельных.
4. Анализ механизмов образования токсичных компонентов в дымовых газах позволяет выделить характерные группы вредных веществ и дает возможность целенаправленного поиска и разработки устройств для их снижения.
5. Разработано новое устройство для приготовления эмульсии, защищенное патентом № 2241529, позволяющее регулировать влажностно-дисперсные характеристики водомазутных эмульсий с целью их эффективного сжигания по сравнению с известными устройствами и

сократить выбросы сажи, оксидов азота, диоксида серы и оксида углерода соответственно на 51 %, 62%, 15% и 83%.

1. Разработана новая установка для сжигания жидких топлив, защищенная патентом № 31990, позволяющая сократить выбросы сажи, оксидов азота, оксида серы и оксида углерода соответственно на 49%, 21%, 16% и 53%.
2. Разработана математическая модель в виде полиномиальных уравнений, позволяющая варьировать параметрами процесса сжигания водомазутной эмульсии для получения минимальной концентрации оксидов азота, оксида углерода, диоксида серы и сажистых частиц.
3. Исследования, проведенные на котлах ДЕ в котельных локомотивного депо ст. Облучье и на ст. Амур показали, что использование водомазутной эмульсии с содержанием воды 10-14 % обеспечивает снижение вредных выбросов в окружающую среду и позволяет получить экономический эффект от внедрения устройства для приготовления эмульсий составил 410,93 тыс. рублей в год, устройства для сжигания жидких топлив - 140,52 тыс. рублей в год.

**Список литературы к диссертации**

1. Абрамов А.К. Повышение эффективности стальных отопительных котлов малой мощности при сжигании газообразного и жидкого топлива.// Автореф. дис. канд. техн. наук. C-Пб: СПбГАСУ, 1992. - 25с.
2. Авдуевский B.C., Пирумов У.Г., Папуша А.И. Снижение выбросов окислов азота от энергетических установок путем ввода воды в зону горения факела // Науч. труды Моск. энерг. ин-та. - 1994. - Бюл.50: Охрана окружающей среды от выбросов энергетических установок. - С. 3-19.
3. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений.- М.: Статистика, 1974.- 186с.
4. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. - М.: Финансы и статистика.-1983.-155с.
5. Акатов В.Ф., Федоров В,А. Эксплуатация резервуара мазута ем­костью 20000 м3 в приемно-расходном режиме // Энергетик. - 2002. № 1.-С. 6-7.
6. Ахмедов Д.Б., Калинин Д,С., Ветрова Н.Е. Выявление и предот­вращение причин аварий на котлах ДКВР-20, работающих на мазуте // Промышленная энергетика. - 1994. - № 5. - С. 20-21.
7. Ахмедов Р.Б., Цирульников JI.M. Технология сжигания горючих га­зов и жидких топлив. - JL: Недра, 1984. - 238с.
8. Ахназарова C.JL, Кефаров В.Б. Методы оптимизации эксперимента в химической технологий: 3-є изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1999. - 327с.
9. Балабудкин М.А. К расчету затрат мощности в роторно- пульсационных аппаратах // Химико-фармацевтический журнал. - 1997. - №3.-С. 124-128.
10. Батуев С.П. Совершенствование технологии подготовки и сжигания топочных мазутов в производственных и отопительных котельных //

Рациональное использование тепловой энергии и топлива промышленными и коммунальными потребителями. - Пенза: ПДНТП, 1987. - С.27-28.

1. Батуев С.П., Корягин В.А. Особенности хранения и подготовки к сжиганию обводненного жидкого топлива в мазутном хозяйстве котельной. // Промышленная энергетика. - 1997. - № 5. - С.35-37.
2. Белосельский Б.С. Топочные мазуты. - М.: Энергия, 1978. - 256с.
3. Беспамятнов Г.П. и др. Термические методы обезвреживания отходов. М.: Химия, 1989. - С. 120-130.
4. Бирман Ю.А., Вурдова Н.Г. Инженерная защита окружающей среды. М.: АСВ, 2002.-296 с.
5. Блох А.Г. Теплообмен в топках паровых котлов. JL: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1984. - 240с.
6. Большаков В.Ф., Волосатов О.С. Исследование процессов гомоге­низации топлив.// Труды ЦНИИМФ - JL, 1988.- С. 82-92.
7. Большев JI.H., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики.- М.: Наука, 1983.- С. 27-36.
8. Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф. Производственные и отопительные котельные, М.: Энергия, 1994. - 232с.
9. Бутовский М.Э. Водотопливные эмульсии из нефтесодержащих отходов. // Железнодорожный транспорт.-1998.- № 1.- С.22-25.
10. Васильев В.П., Цирульников Л.М., Абдуллаев Ш.А. Сокращение выброса окислов азота путем зонального впрыска влаги в топки котлов // Электрические станции. - 1996. - № 2. - С.38-40.
11. Васильев Б.П., Цирульников Л.М., Кадыров Р.А. О некоторых особенностях образования токсичных и агрессивных продуктов горения мазута // Теплоэнергетика.-1993.-№3.- С.60-61.
12. Ведрученко В.Р. О динамике преобразования капель в факеле водомазутной эмульсии как топливе для котельных установок. // Теплоэнергетика. - 2000. № 2. - С.57-60.
13. Ведрученко В.Р., Крайнов В.В., Кокшаров М.В. О системном подходе в исследовании проблемы загрязнения окружающей среды вредными выбросами энергетических установок железнодорожного транспорта. // Промышленная энергетика.-2001.-№ 5.- С.55-60.
14. Вентцель Е.М., Овчаров JI.A. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: Учеб. пособие для втузов. - М.: Высш. шк., 2000. - 480 с.
15. Верховский Н.И., Красноселов Г.К., Мангалов Е.В., Цирульников JI.M. Сжигание высокосернистого мазута на электростанциях. -М.: Энергия, 1999.-445с.
16. Внуков А.К. Экспериментальные работы на парогенераторах. -М.: Энергоиздат, 1991. - 320с.
17. Воликов А.Н. Сжигание газового и жидкого топлива в котлах малой мощности. JL: Недра ,1989. - 160с.
18. Воликов А.Н. Уничтожение замазученных вод отопительных котельных путем сжигания в виде водомазутных эмульсий. // Промышленная энергетика. 1999.-№ 10.-С. 48-50.
19. Воликов А.Н., Гуров В.В., Николаевский Н.Н., Борщов Д.Я.. Защита атмосферы при эксплуатации котлов.// Водоснабжение и санитарная техника. -1994. №11.- С. 13-16.
20. Волков Э.П. Контроль загазованности атмосфера выбросами ТЭС. - М.: Энергоатомиздат, 2003. - 256с.
21. Вольхин И.В. Уменьшение токсичности дымовых газов с целью охраны атмосферного воздуха. // Международные научные чтения «Приморские зори - 2005», посвященные 10-летию со дня основания ТАНЭБ. «Экология, безопасность жизнедеятельности, защита в чрезвычайных ситуациях, охрана, безопасность, медицина и гигиена труда, устойчивое развитие Дальневосточных территорий».- Владивосток: ДВГТУ, 2005.- С. 133­

134.

1. Вольхин И.В., Катин В.Д. Защита воздушного бассейна от загрязнения при сжигании водомазутных эмульсий. Материалы 4-й региональной научно- практической конференции в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна-2005».- Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2005.- С. 50-51
2. Вольхин И.В., Катин В.Д. Анализ физических явлений при горении капли водомазутной эмульсии. // Труды 60-й Региональной научной конференции творческой молодежи.- Хабаровск: ДВГУПС, 2002. - С.171-172.
3. Вольхин И.В., Катин В.Д. Водомазутные эмульсии, их физико­химические свойства и особенности горения. // Сб. научных трудов Всероссийского симпозиума (ХИФПИ - 02) «Химия: фундаментальные и прикладные исследования, образование» том 2. - Хабаровск\*. Дальнаука, 2002. - С. 27-28.
4. Вольхин И.В., Катин В.Д. Повышение экологической эффективности сжигания мазута в котельных установках. // Труды 43-й Всероссийской научно-практическойконференции «Современные технологии - железнодорожному транспорту и промышленности». - Хабаровск: ДВГУПС,
5. -С. 256-258.
6. Вольхин И.В., Катин В.Д. Анализ эффективных способов приготовления водомазутных эмульсий для сжигания в котельных. // Труды Ш Международной научной конференции творческой молодежи. - Хабаровск: ДВГУПС, 2003.- С. 139-142.
7. Вольхин И.В., Катин В.Д. Повышение эколого-энергетической эффективности работы котельных установок при сжигании водомазутных эмульсий. Хабаровск. // Труды ДВГТУ, выпуск 134.- Владивосток, 2003. - С. 61-62.
8. Вольхин И.В., Катин В.Д. Экономия топлива как метод повышения экологической эффективности работы котлов. // Труды 62-й Межвузовской научно-технической конференции творческой молодежи.- Хабаровск: ДВГУПС,
9. -С. 105-108.
10. Вольхин И.В., Катин В.Д. Пути решения проблемы охраны атмосферного воздуха от вредных выбросов котельных на железнодорожном транспорте // Труды четвертой международной научной конференции творческой молодежи «Научно-техническое и экономическое сотрудничество

стран АТР», Хабаровск: ДВГУПС, 2005.- С.93-95.

1. Воржеев Ю.И., Дурягина А.М. Гомогенизация мазутов в клапанных гомогенизаторах // Химия и технология топлив и масел, 1998. - С.42-46.
2. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. М.: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 1999.- 60с.
3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды. - М.: Экономика, 1986. - 91с.
4. Гаврилов А.Ф., Федечкина Е.Д. О расчете экономической эффективности мероприятий по защите воздушного бассейна от вредных выбросов электростанций//Теплоэнергетика. - 1986. № 1-С.41-44.
5. Гаврилов А.Ф., Горбаненко А.Д., Туркестанова E.JI. Влияние влаги, вводимой в горячий воздух, на содержание окислов азота в продуктах сгорания мазута//Теплоэнергетика.-1993.-№ 9. - С.13-15.
6. Геллер З.И. Мазут как топливо. - М.: Недра, 1965. - 495с.
7. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии: Учебник. - С.-Пб.: «Специальная Литература», 1997. - 304 с.
8. Горбаненко А.Д., Титов С.П., Лукашявичюс В.П. Влияние ввода влаги в топку котла БКЭ-320-140ГМ на выбросы окислов азота //Электрические станции. - 1994. -№ 5. - С.22-23.
9. Гохберг Ж.Л., Захаров К.С. Методы и приборы автоматического контроля выбросов ТЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1996. - 144с.
10. Грабовский А.М., Иванов В.М., Иванов К.Ф., Нужин Е.В. Классификация диспергаторов // Химическое к нефтяное машиностроение. - 1997. - №6. - С.41-50.
11. Градус Л.Я. Руководство по дисперсионному анализу методом микроскопии. - М.: Химия, 1999. - 232с.
12. Грига А.Д., Староверов В.В. Математическая модель топочных процессов // Системные проблемы надежности, математического моделирования и информационных технологий. Материалы Международной науч. -техн. конф. Ч. 4, Москва-Сочи, 1998.-С. 31-35.
13. Гришкова А.В. Уменьшение выбросов оксидов азота от водогрейных котлов.//Промышленная теплоэнергетика. 2004. -№5 -С. 32-33.

53 ГОСТ 17.2.3.02-78 "Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями".

1. Дикаревский B.C. Караваев И.И. Водоохранные сооружения на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1986. - 211 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ.- М.: Статистика, том 2,1987.- С. 118-173.
3. Дубнов П.Ю. Обработка статистической информации с помощью SPSS. -М.: ООО «Издательство АСТ», 2004. -221с.
4. Егорова Л.Е. Разработка метода расчета образования оксидов азота и серы в паровых и водогрейных котлах. Дис. канд. техн. наук М:.МЭИ, 1995.­210с.
5. Егорова Л.Е., Росляков П.В., Буркова А.В. Математическое моделирование и расчет эмиссии токсичных продуктов сгорания органических топлив. // Теплоэнергетика.- 1993.-№ 7.- С. 63-68.
6. Еременко Л.Я. Эффективность очистки сточных вод на ТЭС от мазута. // Энергетик. - 2000. - № 6. - С.31-33.
7. Еремин Л.М. О защите атмосферы от вредных выбросов ТЭС. // Энергетик.-2001.-№ 3.-С. 12-14.
8. Закон Российской федерации « Об охране окружающей среды».- М.: ПРИОР, 2002.-48с.
9. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. - М.: Изд-во АН СССР, 1946. - 145с.
10. Иванов В.М. Топливные эмульсии. - М.: Изд-во АН СССР 1962. -
11. Иванов В.М. Парогазовые процессы и их применение в народном хозяйстве. - М.: Наука, 1970. - 320с.
12. Иванов В.М., Канторович Б.Б. Топливные эмульсии и суспензии. - М.: Металлургиздат, 1963. - 183с.
13. Иванов В.М., Сметанников Б.Н., Кулаков Ю.И. Использование дис­персных топливных систем для утилизации горючих отходов и экономии топлива. //Химия и технология топлив и масел. 1980.-№ 11.- С.59-61.
14. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды. - М.: ВНИИЖТ, 1998. - 43 с.
15. Калицун В.И., Кедров B.C., Ласков Ю.М. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 2001. - 397 с.
16. Катин В.Д. Экологические проблемы сжигания топлива в котельных установках предприятий железнодорожного транспорта и пути их решения, Екатеринбург, УрГУПС, 2003 С. 188-190.
17. Катин В.Д. Нормирование и сокращение вредных выбросов на предприятиях железнодорожного транспорта Сб. науч. тр. Охрана атмосферного воздуха от промышленных выбросов ». - Хабаровск: ХабИИЖТ, 1992-С. 11-18.
18. Катин В.Д. Защита окружающей среды при эксплуатации печных и котельных установок. - Хабаровск: ДВГУПС, 2004. -174 с.
19. Катин В.Д. Экологические проблемы сжигания топлива в котельных установках предприятий железнодорожного транспорта и перспективы их решения.// Наука и техника транспорта. 2004.-№ 2.-С. 6-11.
20. Катин В.Д., Вольхин И.В. Устройство для сжигания жидкого топлива. Патент RU 31990 U1 7 В 01 F 3/06, опубл. 10.09.2003 Бюл. № 25.
21. Катин В.Д., Вольхин И.В. Устройство для приготовления эмульсий. Патент RU 2241529 С1 7 В 01 F 3/08, опубл. 10.12.2004 Бюл. № 34.
22. Катин В.Д., Вольхин И.В. Повышение экологичности сжигания мазута и жидких отходов. Сборник научных трудов ДВГТУ, Владивосток,

ТАНЭБ, 2003.- С. 72-74 .

1. Катин В.Д., Вольхин И.В. Высокоэффективная установка для сжигания жидкого топлива. Труды 43-й Всероссийской научно-практической конференции, Хабаровск, 2003.- С. 246-247.
2. Катин В.Д., Вольхин И.В. Водомазутные эмульсии и эколого­экономическая целесообразность их сжигания в котлах. - Тезисы докладов Всероссийской науч.-практ. конференции ДВГУПС, том 2. Хабаровск: изд-во ДВГУПС, 2001.-С. 21-22.
3. Катин В.Д., Вольхин И.В., Кожемяко А.В. Уменьшение образования оксидов азота путем интенсификации теплообмена в топке. Материалы межд. научн.-техн. конф. « Двигатели 2002», Хабаровск, ДВГУПС, 2002. С. 81-85
4. Катин В.Д., Вольхин И.В., Пойманов Е.А. Разработка малотоксичных комбинированных горелок для котельных установок железнодорожного транспорта. Тезисы докладов Региональной науч. -практич. конф. « ВУЗы Сибири и Дальнего Востока Транссибу». Новосибирск, СГУПС, 2002. - С. 82-84.
5. Катин В.Д., Вольхин И.В., Губернаторов А.В. Разработка способа снижения вредных выбросов при двухступенчатом сжигании газомазутного топлива в котлах для предприятий железнодорожного транспорта. Новосибирск, СГУПС, 2002. -С. 308-309.
6. Катин В.Д., Вольхин И.В. Анализ эколого-технического уровня эксплуатации котельного парка на предприятиях Сахалинской железной дороги. Сб. научных трудов «Вестник института тяги и подвижного состава». Хабаровск, ДВГУПС,2002. - С. 46-50.
7. Катин В.Д., Киселев И.Г. Экологические проблемы сжигания топлива. Сб. науч. тр. ПГУПС Перспективы развития тепловозной тяги», — СП6.Д999.-С. 21-24.
8. Киселев И.Г., Катин В.Д. Повышение эффективности работы отопительно-производственных котельных предприятий железнодорожного транспорта. Тез. докл. Межвузовской с международным участием науч.-техн. конф, - Самара, 1993. - С. 118-119.
9. Колемаев В.А., Калинина В.Н. и др. Математическая статистика в экономике.- М.: ГАУ, 1993- С.76-84.
10. Коломийцева С.В., Чашкин Ю.Р. Статистическая обработка данных на ЭВМ. Учебное пособие. -Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005. -74с.
11. Комиссаров JI.A., Иванов В.М., Леваневский B.C. К вопросу о термической переработке сточных вод тепловых электростанций путем превращения их в водомазутные эмульсии // Очистка сточных вод на электростанциях. - М.: Энергия, 1992. - С.28-35.
12. Кормилицын В.И., Лысков М.Г., Румынский А.А. Комплексная экосовместимая технология сжигания водомазутной эмульсии и природного газа с добавками сбросных вод. // Теплоэнергетика. 1996. -№9.- С.11-16.
13. Коробов Ю. И. Природоохранная работа на железнодорожном транспорте // Железнодорожный транспорт «Экология и железнодорожный транспорт», М.: ЭИ ЦНИИТЭИ МПС,1994.С.1-6.
14. Корягин В.А. Повышение эффективности сжигания газа и мазута в водотрубных котлах: Автореф. дис. канд. техн. наук. Ленингр. инж.-строит. ин-т.-Л., 1983. - 33с.: ил.
15. Корягин В.А., Батуев С.П. Система подготовки обводненных жидких топлив к сжиганию: Информ. листок № 232-86. - Л.: ЛенЦНТИ,1986. - 4с.
16. Корягин В.А., Батуев С.П., Шевелев К.Б. Образование оксида и диоксида азота в факеле водотопливной эмульсии // Охрана воздушного бассейна при эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции. - Пенза: ПДНТЛ, 1995. - С. 52-53.
17. Корягин В. А. Сжигание водотопливных эмульсий и снижение вредных выбросов.- Л.: Недра, Ленингр. отделение, 1995.- 374с.
18. Котлер В.Р., Енякин Ю.П. Реализация и эффективность технологических методов подавления оксидов азота на ТЭС. //

Теплоэнергетика. 1994.-№ 6.- С. 2-9.

1. Крылов В.К. Основы экологии и охраны окружающей среды: Учебное пособие. - М.: Изд-во ВЗИИТа, 1995. - 66 с.
2. Лавров Н,В, Розенфельд Э.И., Хаустович Г.П. Процессы горения топлива и защита окружающей среды. - М.: Металлургия, 1981.-240 с.
3. Лазарев Ю.Ф. MatLab 5.x. -К.: Издательская группа BHV, 2000. -384с.
4. Лукошявичюс В.П., Цирульников Л.М., Швенчянас П.П. О факторах, влияющее на эффективность подавления образования окислов азота вводом влаги в зону горения // Тепливоэнергетика. - 1986. - № 7.- С. 9-12.
5. Ляховецкий М.С. Некоторые резервы экономии жидкого топлива в мазутном хозяйстве ТЭС. // Электрические станции. - 1995. -№ *1,-* С.13-16.
6. Ляховецкий М.С., Павлова И.А., Кренев А,Я. Уменьшение обводненности мазута, подаваемого в котлы // Энергетик. - 1993. -№ 7. - С. 4.
7. Маслов Н.Н., Коробов Ю.Н. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1996. - 238 с.
8. Методика расчета природоохранных затрат предприятий железнодорожного транспорта. - М.: ВНИИЖТ, 1995. - 25 с.
9. Мешков А.В. Автоматическая установка для слива мазута из железнодорожных цистерн. // Энергетик. -2004,- № 7.- С. 13-15.
10. Минаков В.В. Новые технологии очистки от нефтяных

загрязнений. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. -2004.-№ 1.- С.

40-42.

1. Наджаров М.А., Мотин Г.И. Определение механического

недожога в высокотемпературной зоне мазутного факела //Теплоэнергетика. - 1994.-№ 9.-С. 36-40.

1. Никитин С.П. Определение вредных воздействий на водные ресурсы объектов железнодорожного транспорта: Методические указания по курсу "Экология и охрана окружающей среды" - Иркутск, ИрИИТ, 1995. - 32 с.
2. Никитин С.П. Эколого-экономические основы экспертизы объектов: Методическое пособие - Иркутск, ИрИИТ, 1994. - 57 с.
3. Отчет о природоохранной деятельности в ОАО « РЖД» в 2004 году: Отчет Департамента безопасности движения и экологии ОАО «РЖД» - М.: 2005.- 67 с.
4. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: Учебное пособие. - М.: УМК МПС РФ, 1999. - 592 с.
5. Павлов Б.П., Батуев С.П., Шевелев К.Б. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах. Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах, - C-Пб.: СПбГАСУ, 1994. - С. 22-25.
6. Плис А.И., Сливина Н.А. Практикум по прикладной статистике в среде SPSS: Учебное пособие. В 2-х ч. 4.1. Классические процедуры статистики. -М.: Финансы и статистика, 2004. -288с.
7. Покровский В.Н., Аракчеев Е.П. Очистка сточных вод тепловых электростанций. - М.: Энергия, 2000. -256с.
8. Поршнев С.В. Вычислительная математика. Курс лекций. -С-Пб. БХВ-Петербург, 2004. -320с.
9. Радаев В.В. Опыт сжигания водомазутных эмульсий в топках котлов. // Теплоэнергетика.- 2004. № 10.- С. 53-60.
10. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. — М.: Энергоатомиздат, 1989. - 488 с.
11. Росляков П.В. Разработка теоретических основ образования оксидов азота при сжигании органических топлив и путей снижения их выхода в котлах и энергетических установках. Дис. докт. техн. наук М., 1993.- 315с.
12. Росляков П.В., Егорова Л.Е. Влияние основных характеристик зоны активного горения на выход оксидов азота. // Теплоэнергетика.- 1996.-№
13. - С. 22-26.
14. Росляков П.В., Егорова JI.E. Методика расчета выбросов оксидов азота паровыми и водогрейными газомазутными котлами. // Теплоэнергетика.-
15. Рудник М.И., Кичигин О.В. Новые оборудование и технологии для очистки сточных вод, утилизации нефтесодержащих отходов и санации нефтезагрязненных почв. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. -
16. -№ 2. -С. 36-38.
17. Санайский Н.А., Гошей Т.А. Использование метода тяжелой кавитации для сжигания мазута и орэмульсий. // Теплоэнергетика.- 2003.-№ 5.- С. 76-80.
18. Северинец Г.Н., Павлов Б.П., Батуев С.П. Приготовление водомазутных эмульсий в условиях промышленно-отопительных котельных,- С-Пб.:СПбГАСУ, 1997.- 78с.
19. Сигал И.Я. Образование окислов азота при сжигании топлива. Окислы азота в продуктах сгорания топлива. - Киев: Наукова думка, 1981. - С.3-16.
20. Сигал И.Я. Развитие и задачи исследований по изучению условий образования окислов азота в топочных процессах. // Теплоэнергетика. - 1983. - С.5-10.
21. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. - C-Пб.: Недра, 1997. - 294с.
22. Сплылицкий А.К. Работа котельных установок на мазуте, - С-Пб.: Недра, 1995. - 212с.
23. Спейшер В.А., Горбаненко А.Д. Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках. - М.: Энергоиздат,
24. -240с.
25. Термоокислительное обезвреживание и дезодорация парогазовых выбросов и повышение эффективности использования топлива. - JL: ЛИСИ, 1985.-С.9-13.
26. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Экология: Практикум - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1998. ч. 2. - 130 с.
27. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Экология: Учебное пособие. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2001. - 172 с.
28. Тув И.А. Сжигание обводненного мазута в судовых котлах. - JL: Судостроение, 1968. - 189с.
29. Тумаковский А.Г., Тульский B.C. Влияние впрыска воды на образование окислов азота за камерой сгорания с последовательным вводом воздуха в зону горения // Теплоэнергетика. - 1992. -№ 6, - С.34-36.
30. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере / Под ред. В.Э. Фигурнова. -М.: ИНФРА-М,2003. -544с.129.
31. Угрюмова С.Д. Рациональное водо- и теплоиспользование и экологическая защита в транспортно-технологических системах нефтебаз Дальневосточного региона: Автореф. дис. доктора техн. наук. ДГАЭУ.- Владивосток, 1998.-43 с.
32. Харитонов А.К., Голубь Н.В. Уменьшение вредных выбросов при сжигании водомазутной эмульсий // Энергетик. -1993. - №2. - С. 11.
33. Шинкарев Ф.С., Коробов Ю.И. Воздействие работы железнодорожного транспорта на климат.// Железнодорожный транспорт. Вып. 3. - (Сер. «Экология и железнодорожный транспорт»), — М.: ЭИ ЦНИИ- ТЭИМПС, 1992.-С. 27-32.
34. Цирульников Л.М., Нурмухамедов М.Н., Васильев В.П. Перспек­тивные пути подавления вредных выбросов газомазутных котлов большой мощности. Энерготехнологические установки и защита окружающей среды. - М. 1985. - С.18-24.
35. Цирульников Л.М., Горбунова Л.А., Левин М.М. Оценка методов подавления токсичных продуктов горения при сжигании мазута // Электрические станции. - 1995. - № 7. - С.43-48.
36. Цховребов Э.С. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте: М.: Космосинформ, 1996. - 527 с.
37. Шефе Г. Дисперсионный анализ.- М.: Госстатиздат, 1963.-С.19-22.
38. Шуркин Е.Н., Ридер К.Ф. Термическое обезвреживание сточных вод в топках промышленных котлов // Промышленная энергетика. - 1997. - №

1 - С.32-34.

1. Чашкин Ю.Р. Математическая статистика. - Хабаровск, ДВГУПС,
2. - С. 15-23.
3. Щелоков Я.М., Винтовкин А.А. Подготовка мазута к сжиганию на металлургическом предприятии // Промышленная энергетика - 1995. - № 10. - С.23-25.
4. Экологическая программа железнодорожного транспорта на 2001 - 2005 годы.- М.: МПС РФ, 2000.
5. Экономика природопользования: Обзорная информация. - М. ВИНИТИ, 2004. - № 5. - С. 57-66.

**144.3fleKTPQHHaflccbmKa:**[**http://matlab.exponenta.ru/statist/book2/index.php**](http://matlab.exponenta.ru/statist/book2/index.php)

145.Электронная ссылка: http//[www.statsoft.m/home/textbook/default.htm](http://www.statsoft.m/home/textbook/default.htm)

1. Эстеркин Р.И. Иссерлин А.С., Певзнер М,И. Теплотехнические измерения при сжигании жидкого топлива: Справочное руководство: 3-є изд., перераб. и доп. - C-Пб.: Недра, 2001. -424с.
2. Юсуфова В.Д., Гарзанов A.JL, Каспаров С.Г. Уменьшение вредных выбросов в атмосферу при сжигании водомазутной эмульсии в паровом котле // Промышленная энергетика. - 1994. - № 7. -С. 34-35.
3. Bennet Н. S., Kayser Jr. Transient Heat Flow to a Liquid Fuel Droplet in Combustion Gases. — Indastri Engineur Chemistry Fundament, 1998, v.17,№ l,p. 8-10.
4. Birchley J. S., Riley N. Transient Evaporation and Combustion of a Composite Water-in-Oil Droplet. — Combustion and Flame, 1997, v. 29, № 2, p. 145-165.
5. Cassidy P. New European laws target Power plant pollutione // Modem Power System. March 2002 P. 18-21.
6. Cereska Jonas. Water-oil hemogenisation reduces participate emission. — Power Engineering (USA), 1999, v. S3, № 9, p. 66-67.
7. Cunningham A. T. S., Gliddon B. J., Souibes R. T. Water-in-oil

combustion as a technique for burning extra heavy fuel, oils in large power

О **.**

station boilers. — Combustion in Engineering, 1993, v. 2, p. 147-154.

1. Dooher J., Genberg R., Lippman R. et al. Emulsions as fuels. — Mechanical Engineering, 1996, November, p. 36-41.
2. Dryer F. L. Water addition to practical combustion systems- concepts and applications. — 16-th Symposium (International) on Combustion, Cambridge, Massachusetts, 1996, Pittsburgh, Pa, 1996, p. 279-295.
3. Fenimore C. Formation of nitric oxide in premixed hydrocarbon flames.// 13-th Int/ Symposium on Combustion.- Pittsburg, 1981.- P. 374-384.
4. Katin V.D., Gubernatorov A.V. The elaboration of low-wasted *щ* technology popping of gaseous masout fuel for boiler and kilm on Khabarovsk

refinery.// Fifth International young scholars Forum of the Asia- Pacific Region Countries.- Vladivostok, 2003.- P. 384-385.

1. Maloney K. L. Sulfut capture in coal flamens. -AIChE Symp. Str., 1990, vol. 76, №201.- p.71-75.
2. Marryman E., Levy A. Nitrogen oxide formation in combustion animalonscarly N02 formatione. // Proc. 3-rd Int. Clean Air Congr. Dusseldorf,
3. - P.54-56.
4. Orimulsion: A natural bitumen-in-water emulsion. Design and operations manual, BITOR Europe Limited. June 1994.- p. 105-108.
5. Sporenberg Friedhelm. Entschwefeln und Entsticken. Rauchgasreinigungsverfahren fur kleine und mitteere Kesselanlangen mil Leistungen bis zu 50 MW. Maschinenmarkt, 1988, Bd. 94, № 17.- p. 13-18.
6. Young T.R/ Cavitation, McGrow Hill, U.K. ISBN- 0-07-707094-1,

1989.

Water oil mix cuts fuel use. - National Engineer, 1991, v.48, № 2, p.