

**ХАРЬКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

На правах рукописи

АБДУЛГАЗИС Умер Абдуллаевич

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ КОНСТРУКТИВНОЙ АДАПТАЦИИ
АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ К ПРИРОДНО-АГРЕССИВНЫМ
УСЛОВИЯМ АРИДНОГО КЛИМАТА**

05.04.02 - Тепловые двигатели

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Харьков - 1994

621.4

ЛНБ ім. В. Стефаніка

Диссертация



00330579 (R)

Работа выполнена на кафедре
Харьковского политехнического университета

Научные консультанты - академик АН ВУ¹ Украины, доктор
технических наук Шеховцов А.Ф.,
доктор технических наук,
профессор Шокотов Н.К.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Рязанцев Н.К.,
доктор технических наук,
профессор Гутаревич Ю.Ф.,
доктор технических наук,
профессор Зайончковский В.Н.

Ведущая организация - Головное специализированное конструкторское бюро по двигателям средней мощности.
Г. Харьков.

Защита состоится "30" июня 1994 г. в 13 часов в ауд. 313
на заседании специализированного совета Д 114.04.01 по тепловым двигателям при Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта по адресу:
310050, г. Харьков - 50, площадь Фейербаха, 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта.

Автореферат разослан "27" мая 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Лялюк В.М.

ЛНБ ім. В. Стефаніка

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Для автотракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) характерно исключительное многообразие условий эксплуатации. В широком диапазоне изменяются факторы рабочей среды ДВС, особенно дорожные и природно-климатические, которые существенно влияют на наиболее важные показатели технического уровня двигателей - их ресурс и топливную экономичность.

Ухудшение этих показателей тем значительнее, чем сильнее отклонение дорожных и природно-климатических условий от принятых за стандартные и чем хуже адаптивность (приспособленность) к ним двигателей. Проблема особенно остра для экстремальных дорожных и природно-климатических условий. Если для северных широт - полярной зоны, теория и практика адаптации двигателей имеет существенный задел, то для южных, а в странах СНГ это преобладающая зона аридного (сухого жаркого) климата, адаптация двигателей ограничена в основном эксплуатационными мероприятиями на основе корректирования нормативов на техническое обслуживание. На обширных территориях аридность климата сочетается с высоким уровнем засоленности почвогрунтов. Такое сочетание, усугубленное еще и искусственными нарушениями экологии, создает для ДВС крупномасштабную, технически наиболее жесткую - природно-агрессивную рабочую среду.

Многолетние научные наблюдения, предварительные исследования показали, что в природно-агрессивных условиях аридного климата (ПАУАК) ресурсные показатели ДВС ниже, чем в других зонах аридного климата, на 15 ... 25 % и более.

Вышеизложенное позволяет утверждать, что установление научно обоснованных границ климатических районов с высокой природной химической агрессивностью, конкретизация критериев воздействия ПАУАК на ДВС и оценка защищенности существующих конструкций ДВС от ПАУАК, выявление механизмов воздействия ПАУАК на интенсификацию изнашивания деталей, определяющих ресурсы и топливную экономичность автотракторных дизелей, разработка методологии их конструктивной адаптации к ПАУАК является крупной научно-технической проблемой, от решения которой зависит эффективность использования автотракторных дизелей в обширной климатической зоне.

Цели исследования:

1. Научное обоснование применительно к аридной зоне границ почвенно-климатических районов с экстремальным воздействием на

ДВС фактора высокой природной агрессивности.

2. Обоснованный выбор критериев воздействия на ДВС природно-агрессивных условий аридного климата.

3. Оценка защищенности существующих конструкций автотракторных дизелей от ПАУАК.

4. Выявление механизмов воздействия ПАУАК на интенсификацию изнашивания деталей, определяющих ресурсы и топливную экономичность автотракторных дизелей.

5. Разработка методологии конструктивной адаптации перспективных автотракторных дизелей к ПАУАК.

Методы исследований и достоверность результатов. В работе использовались расчетно-аналитические, теоретические и экспериментальные методы, привлекались электронно-вычислительная техника, специальная измерительная и регистрирующая аппаратура. Достоверность результатов обеспечивалась современной измерительной аппаратурой и контролем погрешностей.

Научная новизна результатов исследования определяется теоретическими и оригинальными методическими разработками, обобщениями и рекомендациями.

К ним относятся:

- систематизация природно-агрессивных условий аридного климата как рабочей среды ДВС;
- методики и результаты оценки эффективности работы фильтров топливной и воздухоподводящей систем автотракторных дизелей в ПАУАК;
- выявление механизмов абразивно-химического воздействия природно-агрессивной пыли на изнашивание деталей, определяющих ресурсы и топливную экономичность автотракторных дизелей;
- формулировка принципиально новых требований к отдельным системам и механизмам перспективных дизелей при их конструктивной адаптации к ПАУАК;
- разработка методологии и конструктивных решений по использованию ионообменных процессов для очистки воздуха и очистки-протонирования топлива в перспективных дизелях, адаптируемых к ПАУАК;
- энергетическая, эксергетическая и термохимическая оценка предлагаемого совмещения очистки топлива с его протонированием, как способа снижения удельного эффективного расхода топлива на режимах эксплуатации автотракторных дизелей.

Практическая ценность работы. В результате проведенных ис-

следований выявлены причины низкой долговечности автотракторных двигателей, работающих на Туранской низменности, обусловленные высоким уровнем засоленности почвогрунтов, которые вместе с климатическими особенностями и недостаточной защищенностью существующих конструкций автотракторных дизелей создают для последних природно-агрессивные условия.

Установлены количественные и качественные характеристики загрязнителей рабочего тела и топлива, оказывающих абразивно-химическое воздействие на детали, использование которых позволяет осуществлять целенаправленную разработку перспективных дизелей, адаптированных к обширным территориям с ПАУАК.

Разработанные автором предложения по адаптации автотракторных дизелей к ПАУАК рекомендованы к внедрению в производство Инженерной Академией Республики Узбекистан (Бухарским филиалом).

Реализация предложенного комплекса конструкторско-технологических мероприятий в ЦО "Ремтрак", Управлении технологического транспорта и специальной техники ГА "Узбекнефтегаздобыча" и в сельском хозяйстве Бухарской области с использованием предложенной конструкции высокоэффективного предочистителя воздуха, применением усовершенствованных, на основе использования ионообменных процессов, топливной и воздухоподогревающей систем, позволяет существенно улучшить ресурсные показатели автотракторных дизелей при их эксплуатации в ПАУАК.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на ежегодных научно-технических конференциях БТИ (Бухара, 1977-1993); всесоюзных научно-технических конференциях "Повышение эффективности использования автомобильного транспорта и автомобильных дорог в условиях жаркого климата и высокогорных районов" (Ташкент, ТАДИ, 1982 и 1985 г.г.); Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов (Бухара, БТИ, 1982 г.); объединенном заседании кафедр "Сельхозмашины" и "Технология машиностроения" (БТИ 1984 г.); заседаниях кафедры "Детали внутреннего сгорания" ХПИ (1985, 1993, 1994 г.г.); заседании Всесоюзного научно-методологического семинара "Проблемы создания перспективных ДВС с высоким наддувом" при ХПИ и ХИИТ (Харьков, 1985 г.), заседаниях постоянно действующего научно-технического семинара при СНТ "Диагностика, повышение эффективности и долговечности двигателей" (Санкт-Петербург, 1992, 1993 г.г.), заседаниях секции "На-

дежность и эксплуатация машин" Бухарского отделения Инженерной академии Республики Узбекистан (1993 г.), в заседании секции "Транспортное машиностроение" Международной научно-технической конференции "Компьютер: наука, техника, технология, здоровье" (Харьков, 1994).

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликованы две монографии (в соавторстве) и одна включена в план издания 1994 г., 28 статей, получено два авторских свидетельства и одно положительное решение на получение патента.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, литературы и приложений. Она содержит 230 страниц машинописного текста, 54 рисунка, 30 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность решаемой проблемы, сформулированы цель исследования и задачи, которые необходимо решать для ее реализации, а также сформулированы положения, которые выносятся на защиту.

Первая глава посвящена анализу современного состояния теории и практик обеспечения адаптивности двигателей к специфике аридного климата.

Первое предложение об учете климатических условий при производстве автотракторной техники было сформулировано Великановым Д.П. (1954 г.), причем территория нынешнего СНГ разделялась по температурным условиям всего на три основные зоны: полярная, умеренная и жаркая. Следующим шагом на пути разработки требований для создания региональных машин явилось предложение НАМИ (1970 г.), в котором особо выделялась зона сухого жаркого (аридного) климата с учетом показателей влажности воздуха.

Кохом П.И. были предложены математические модели для балльной оценки технической жесткости климата, в частности, для аридного климата:

$$S_{к.сут} = (0,55 \cdot t_{в.макс.ср} + 0,2 \cdot t_{в.макс.абс}) \cdot (1 + 2,5 \cdot 10^{-7} Q_T) \times \\ \times (1 + 0,0075 \cdot A_{сут}) \cdot (1 - 0,03 \cdot v_T) \cdot (1 + 0,08 / \varphi_T) \cdot (1 + 0,09 \cdot n_T) \times \\ \times (1 + 0,012 \cdot \tau_{t_T}), \quad (1)$$

где, применительно к годовому периоду, $t_{в.макс.ср}$ - среднее значение максимумов температуры воздуха за три наиболее теплых месяца, °C; $t_{в.макс.абс}$ - среднее значение абсолютного максимума температуры воздуха за три наиболее теплых месяца; Q - суммарная

солнечная радиация за три наиболее теплых месяца, кДж/м^2 ; $A_{\text{сут}}$ - средняя непериодическая амплитуда суточных колебаний температуры воздуха за три наиболее теплых месяца, $^{\circ}\text{C}$; v_T - средняя скорость ветра за три наиболее теплых месяца, м/с ; ϕ_T - среднее значение относительной влажности воздуха за три наиболее теплых месяца, в долях единицы; n_T - среднее за месяц число дней с пыльной бурей и мглой за три наиболее теплых месяца; $\tau_{\text{гТ}}$ - продолжительность периода в месяцах, когда средняя температура воздуха выше 0°C .

На наш взгляд, отмеченная математическая модель справедлива для машин с идеально защищенными от попадания пыли механизмами. Как явствует из математической модели (1), повышение скорости ветра влечет за собой снижение температуры обдуваемой машины, тем самым снижая техническую жесткость. В действительности же повышение средней скорости ветра в условиях аридного климата неминуемо влечет за собой и рост запыленности, следовательно, дополнительно повышает техническую жесткость рабочей среды ДВС. Для автотракторных дизелей, потребляющих за смену работы в условиях аридного климата тысячи кубометров запыленного и засоленного воздуха, а также сотни литров загрязненного засоленной пылью и обводненного топлива, решающими оказываются степень подверженности почв ветровой эрозии, обусловленная скоростью ветра и степенью засоленности почвогрунтов.

Когда речь идет об уникальных почвенно-климатических зонах, целесообразна не балльная оценка технической жесткости рабочей среды ДВС, а необходимо научно обоснованное географическое очерчивание границ региона и разработка целевых технических требований к конструкции перспективных ДВС, предназначенных для использования в конкретном регионе.

Из-за отсутствия требований к основным системам и механизмам дизелей, предназначенным для эксплуатации в ПАУАК, целенаправленная их конструктивная адаптация (даже без разделения на зоны) не осуществляется. В результате, во всей зоне аридного климата стран СНГ автотракторные дизели эксплуатируются в основном при их стандартном исполнении - с недопустимо низкими показателями долговечности (ресурса).

До настоящего времени отсутствие конструктивной адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям автотракторных ДВС стремились в основном компенсировать эксплуатационными мероприятиями, однако без надлежащего учета почвенно-климати-

ческих особенностей различных регионов. Под определения "жаркий-сухой" и "пустыни и песчаные почвы", оговоренные в нормативных документах, географически подпадают, например, пустыни Средней, Центральной Азии и Северной Африки, имеющие сходные климатические, но резко отличающиеся почвенно-минералогические и гидрогеологические характеристики.

Таким образом, для обеспечения конструктивной адаптации ДЭС к ПАУАК целесообразно комплексное исследование системы: "Почвенно-климатические факторы - рабочая среда ДЭС - ДЭС", развернутая схема которого приведена на рис.1.

Вторая глава посвящена научной дифференциации территорий с аридным климатом с целью выделения районов, представляющих для автотракторных дизелей условия с высокой природной химической агрессивностью.

На примере обширной Туранской низменности показаны причины образования территорий с высокой засоленностью почвогрунтов в условиях аридного климата, обусловленных воздействием естественных факторов и экологических изменений в этих районах. Формирование природно-химически-агрессивной рабочей среды ДЭС обосновано наличием двух основных факторов - аридности климата и засоленности почвогрунтов.

Пыль, являющаяся загрязнителем рабочего тела и топлива, непосредственно оказывающую влияние на ресурсные показатели ДЭС, принято характеризовать ее концентрацией в воздухе (запыленностью воздуха), дисперсным и минералогическим составом. Если такой, на наш взгляд, упрощенный подход приемлем для районов эксплуатации ДЭС с умеренной технической жесткостью климата, то для ПАУАК требуется существенное уточнение первых двух из них (запыленности воздуха и дисперсности пыли) и введение новых важных характеристик, учитывающих гипсоносность и соледержание пыли.

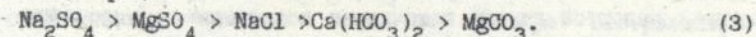
Использование для расчетов эффективности, пылеемкости и периодичности обслуживания воздухоочистителей автотракторных дизелей мгновенных значений запыленности воздуха приводит к недопустимому занижению результатов. На наш взгляд, для таких расчетов применительно к ПАУАК, целесообразно пользоваться средними, взвешиваемыми по времени, месячными или сезонными значениями запыленности воздуха.

$$P_n = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \varphi_i \cdot q^{n-1} \tau_n}{\sum_{i=1}^{i=n} \tau_n} \quad (2)$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ - центры интервалов изменения мгновенных значений запыленности воздуха, $г/м^3$, принятые по возрастающей геометрической прогрессии; в общем случае $\varphi_n = \varphi_1 \cdot q^{n-1}$ с первым членом $\varphi_1 = 0,000625 г/м^3$, представляющим собой центр принятого интервала запыленности $0,005 \dots 0,00075 г/м^3$ и $q = 1,5$;

$\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ - месячная (сезонная) продолжительность каждого принятого интервала запыленности, час.

Наиболее типичные водорастворимые соли, содержащиеся в почвогрунтах исследуемого региона, можно расположить в порядке убывания концентрации



Для оценки корродирующего потенциала этих солей определены уравнения связи между общим содержанием водорастворимых солей в пыли (X) и содержанием коррозионноактивных анионов ($Y_{SO_4^{2-}}$ и Y_{Cl^-}), в % от сухой массы пыли:

$$Y_{SO_4^{2-}} = 0,301 + 0,473 \cdot X; \quad (4)$$

$$Y_{Cl^-} = 0,192 \cdot X - 0,026. \quad (5)$$

Засоленность почвогрунтов, вследствие дробящей работы солей, является дополнительным пылесбразующим фактором, о существенности которого можно судить, сравнивая величины пылевых нагрузок на воздухоочиститель тракторного дизеля на сильно засоленных и незасоленных почвах в равных аридных климатических условиях. Так, в летне-осенние месяцы пылевые нагрузки на воздухоочистители на сильнозасоленных почвогрунтах до 1,4 ... 2,5 раз превышают этот показатель для зоны незасоленных почв, достигая $0,35 г/м^3$.

Результаты анализа солевого содержания большой выборки проб пыли с последующей статистической обработкой показали, что суммарное содержание водорастворимых солей в пыли на дорогах с твердым покрытием колеблется в пределах от 3,6...8,03 % по массе, на бездорожье - 6,1...22 %, достигая в отдельных случаях 36...40 % по массе.

Особенностью минералогического состава пыли исследуемого региона является его высокая гипсоносность.

В главе также показано, как ПАВАК способствует образованию

электролитов в дизельном топливе, обусловленных обводнением и загрязнением соледержащей пылью, резко повышающих корродирующий потенциал топлива. Основным источником обводнения является атмосферная влага, конденсирующаяся на стенках цистерн и баков, вследствие резких перепадов температур топлива, обусловленных высокими среднесуточными перепадами температур воздуха (в летний период до $19,8^{\circ}\text{C}$), высокой солнечной радиацией (до $9,1 \cdot 10^5$ кДж/(м²·мес)), и высокого альбедо, достигающего на солончаках, сароземах, песках до 50...60%. Максимальное значение температуры топлива в баке достигает $58...60^{\circ}\text{C}$, а ночью снижается на $26...34^{\circ}\text{C}$.

Обводнение и почти круглогодично положительные температуры топлива, ограниченный доступ к нему воздуха, создают условия для поражения его анаэробными микроорганизмами, продукты метаболизма которых являются другим источником повышения корродирующего потенциала дизельного топлива.

Завершается вторая глава теоретическим обоснованием критерия коррозионной активности соледержащей пыли как загрязнителя рабочего тела и топлива - на основе анализа реагирования солей на температурно-влажностные условия цилиндра дизеля в ходе его рабочего процесса (см. рис.2).

Целесообразным показателем коррозионной активности соледержащей пыли является концентрация хлорид- и сульфат-ионов при фиксированном их увлажнении. Оба эти иона являются известными активаторами коррозии.

Третья глава посвящена оценке защищенности автотракторных дизелей от ПАУАК. Эксплуатационная оценка надежности серийных воздухоочистителей трех широко используемых дизелей КамАЗ-740.1, А-01М и Д-160 в период высоких пылевых нагрузок показала, что их наработки до достижения предельного состояния имеют рассеивание, соответствующее закону нормального распределения, и составляют, соответственно, лишь 900 км, 11 и 12,5 мото-ч.

Стандовые испытания воздухоочистителей на солепроницаемость и стабильность очистки показали, что значения общего коэффициента пропуска пыли ϵ сухих комбинированных воздухоочистителей и коэффициент пропуска солевой компоненты ϵ_2 после четырех-пяти кратного обслуживания бумажных фильтрующих элементов (с периодичностью 12,5 мото-ч) ухудшаются, соответственно, до 0,04 и до 0,14, обуславливая резкое уменьшение ресурса фильтрующего эле-

мента до 50...62,5 мото-ч.

На работу топливных фильтров в ПАУАК отрицательное влияние оказывает высокая обводняемость топлива, обуславливая переход солей в ионное или растворенное состояние и резко снижая сольсодержащий эффект фильтров.

Следствием загрязнения рабочего тела и топлива соледержащей пылью является повышенная интенсивность коррозионной составляющей износа, находящаяся в тесной взаимосвязи с вероятностью локального увлажнения трущихся поверхностей.

Для выявления условий и закономерностей коррозионных процессов проведены сравнения температур тепловоспринимающей поверхности цилиндра по высоте его образующей на различных установившихся режимах работы дизеля с текущей температурой конденсации влаги из рабочего тела и продуктов сгорания топлива в функции угла поворота коленчатого вала на примере быстроходного тракторного дизеля СМД-18Н (4 ЧН12/14).

Текущие температуры конденсации влаги T_{κ} определялись по текущим значениям парциального давления водяного пара, которые отсчитывались по параметрам рабочего тела в цилиндре дизеля. Наложение диаграмм изменения температур вдоль образующей зеркала цилиндра на установившихся режимах $N_{e_{x,x}}$, $0,5 \cdot N_{e_{ном}}$, $N_{e_{ном}}$ на диаграммы изменения температур фазового перехода (конденсации) влаги по ходу поршня на тех же режимах работы дизеля показало, что на малых нагрузках (от $N_{e_{x,x}}$ до $0,15 \cdot N_{e_{ном}}$) в верхнем поясе цилиндра возникают условия для электрохимической коррозии (см. рис.3). При дальнейшем повышении нагрузки на дизель от $0,15 \cdot N_{e_{ном}}$ до $N_{e_{ном}}$ температура зеркала цилиндра превышает температуру фазового перехода влаги, т.е. условия для электрохимической коррозии отсутствуют.

Во время переходных процессов изменение температуры зеркала цилиндра часто отстает во времени от режима работы. Наблюдается так называемая тепловая инерция, продлевающая вероятность локального увлажнения конденсатом зеркала цилиндра. Чем интенсивнее нагружается двигатель и чем больше степень неравномерности нагрузки, тем продолжительнее существование условий для электрохимической коррозии в каждом цикле нагружения. Наиболее влиятельной является частота изменения нагрузки от 0,07 до 0,2 Гц.

Кроме того в ПАУАК продолжительность электрохимической коррозии в каждом рабочем цикле дизеля продлевается обращением водного конденсата в электролит высокой концентрации, способствующий замедлению обратного фазового перехода - испарения.

В работе установлено, что последствия электрохимического воздействия среды на поверхности металла реализуются в основном в питтинговой форме. Так, изучение микрофотографии зеркал цилиндров тракторных дизелей, подвергнутых износным испытаниям с подачей солесодержащей пыли, и зеркал цилиндров таких дизелей, эксплуатируемых в ПАУАК, показало, что в верхнем поясе гильз, в зоне вероятного увлажнения, очевидны коррозионные питтинги достаточной большой плотности. Причем, самые крупные питтинги пересекаются наиболее глубокими рисками абразивного происхождения, направленными по образующей гильзы цилиндра.

Питтингообразующему характеру протекания коррозионного процесса на зеркалах цилиндров двигателей способствуют следующие обстоятельства:

1. Преобладающие капельная конденсация влаги на зеркале цилиндра.

2. Изготовление гильз, как правило, из легированных чугунов АЧС-2, АЧС-3, а вставок в верхнюю часть некоторых из них - из высоколегированного чугуна, т.е. хромоникелевых сплавов, как известно весьма податливых к питтингообразованию.

3. Высокая температура зеркала цилиндра, способствующая увеличению скорости питтинговой коррозии и возрастанию числа питтингов на единицу поверхности металла.

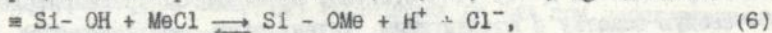
4. Наличие в составе загрязнителя рабочего тела солей-хлоридов, поскольку питтинговая коррозия проявляется прежде всего под воздействием электролитов, содержащих депассиваторы-галогены, особенно хлор-ионы.

5. Наличие в достаточном количестве, помимо ионов хлора, окислителя - кислорода.

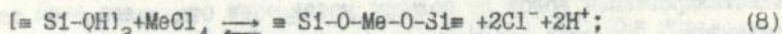
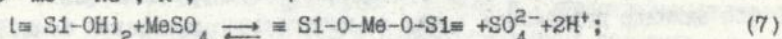
Места инициирования питтингов справедливо принято объяснять неоднородностью распределения легирующих элементов и примесей в кристалле основного металла и наличием локально незащищенных от коррозии точек. На зеркале цилиндра ДВС, эксплуатирующегося в ПАУАК, инициирующим фактором питтингообразования оказывается еще и повышение температуры конденсации влаги в шероховатостях, способствующих локальному опережению образования микро- и макро-

пель конденсата. Последние, вместе с неоднородностью и незащищенностью металла, очевидно, определяют места питтингообразования. Начавшие образовываться питтинги поддерживают повышенные температуры конденсации влаги в них и окончательно становятся центрами конденсации влаги, т.е. местами питтингообразования.

Минеральные частицы пыли, оказывая на зеркало цилиндра ас-разивное воздействие, одновременно способствуют активации электрохимической коррозии. Происходит это вследствие приобретения в воде частицами пыли отрицательного поверхностного заряда. Измеренный нами электролитический потенциал частиц натуральной пыли в воде достигает 40...50 мВ. Это обстоятельство в электролитах, образованных соледержащей пылью, способствует специфической адсорбции на минералах катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) солей:



где $\text{Me} - \text{Na}^+, \text{K}^+$;



где $\text{Me} - \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$.

Таким образом, обретенные минеральными частицами в водной среде отрицательного поверхностного заряда и специфическое адсорбирование на них катионов солей способствует освобождению анионов, тем самым катализируя депассивацию зеркала цилиндра и, в конечном счете, питтингообразование.

Механизм питтинговой электрохимической коррозии при каталитическом действии минеральных частиц пыли, можно объяснить следующим образом. Электрический ток в образовавшихся на зеркале цилиндра микрогальванических элементах, вовлекает освобожденные в результате специфической адсорбции анионы солей (хлор-ионы, сульфат-ионы) внутрь зоны питтинга и образует там концентрированный раствор солей железа. Увеличение в зоне питтинга концентрации ионов-депассиваторов (Cl^- , SO_4^{2-}) приводит к повышению скорости растворения металла, что в свою очередь вызывает автокатализ - рост силы тока и дальнейшее концентрирование анионов в полости питтинга. Зеркало цилиндра, то есть его верхний смачиваемый конденсатом пояс, является одним катодом для всех развивающихся питтинговых зон. Описанный процесс схематически пояснен на рис. 4.

В каждом цикле рабочего процесса дизеля катодная поверх-

ность частично обновляется, в основном за счет абразивного изнашивания, что может способствовать обнажению новых очагов иницирования зон питтингов.

Питтинги с точки зрения разгерметизации камеры сгорания дизеля не представляют серьезной опасности, если бы не форсирующее их действие на абразивное изнашивание, особенно поршневых колец, ведущее к ускоренной разгерметизации цилиндров, так как в зонах питтинговых каверн упрощается внедрение более крупных абразивных частиц в материал гильзы.

Оценка влияния соледержащей пыли на ресурс автотракторных двигателей осуществлялась путем стендовых ускоренных износных испытаний, с раздельной подачей пыли в цилиндр нового, заводской сборки дизеля Д-144 (4 Ч10,5/12), прошедшего предварительно 60-часовую обкатку с последующим техническим обслуживанием. В первый цилиндр подавалась натуральная соледержащая пыль, во второй цилиндр подавалась такая же натуральная пыль, но отмытая бидистиллированной водой до полного избавления от солей, в чем убеждались, получив последние водные вытяжки с электропроводностью $8,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/(Ом} \cdot \text{см)}$, с последующей их сушкой.

Эксперимент проводился по программе 100-часовых ускоренных износных испытаний на постоянных нагрузочных, скоростных и температурных режимах. За основные изнашивающиеся детали были приняты цилиндры и компрессионные кольца.

Результаты износных испытаний показали, что более ускоренным (на 15 %) оказался износ в первом цилиндре, куда подавалась натуральная соледержащая пыль.

Для уточнения полученных результатов стендовых испытаний, с учетом неустановившихся нагрузочных и тепловых режимов при рядовой эксплуатации, проведены сравнительные эксплуатационные испытания качественно однородных групп дизелей.

В качестве представителей двигателей автомобилей-самосвалов были исследованы дизели КамАЗ-740.1 (8 Ч12/12), а строительно-дорожных машин - дизели Д-160 (4 ЧН14,5/20,5).

В первую статистическую выборку (А) относили двигатели автомобилей, поступавших из предприятий, расположенных и работающих на территориях, имеющих засоленные и сильнозасоленные почвогрунты. Во вторую статистическую выборку (В) относили двигатели, поступавшие из предприятий, расположенных и обслуживающих территории с незасоленными почвогрунтами.

Аналогично осуществлялся сбор и разбивка на выборки А и В статистического материала и по тракторным дизелям.

Установлено, что распределение ресурсов дизелей близко к закону нормального распределения (рис.5). Оценку исследованиям давали, руководствуясь общим принципом применения статистических критериев согласия χ^2 .

Результаты эксплуатационных сравнительных исследований в условиях аридного климата показали, что на сильно засоленных территориях ресурсы автомобильных дизелей на 31% ($\Delta L_c^- = 38809$ км), а тракторных дизелей на 24% ($\Delta L_c^- = 621$ мото-ч) ниже, чем на территориях с незасоленными почвогрунтами.

Возрастание интенсификации изнашивания за счет солевого фактора с 15% при стендовых испытаниях до 24% при эксплуатационных испытаниях объясняется переходом на реальные нагрузочные и тепловые режимы работы тракторного дизеля и возрастанием пылевой нагрузки на воздухоочиститель в эксплуатационных условиях.

Выше показано, что из известных форм изнашивания определяющих деталей автотракторных дизелей подавляющее значение исследователями придается абразивной. Поэтому оценка ресурса таких дизелей ограничена расчетом абразивного износа зеркала цилиндра и уплотнительного кольца поршня безупречно отрегулированного, работающего на номинальном теплом режиме дизеля.

Идя по пути корректирования применительно к ПАУАК известных уравнений определения ресурса дизелей в работе за основу принята математическая модель А.К. Костина, полученная по результатам эксплуатационных испытаний и корреляционного анализа влияния на ресурс дизелей: особенностей конструкции двигателя (К); диаметра цилиндра (D); теплонапряженности деталей (q_n); максимального давления сгорания (P_z); частоты вращения вала (n); частоты изменения режимов (Z); запыленности воздуха (φ); числа дней с дождями осадками и снежным покровом в год (D_c).

Заменяя показатель мгновенного значения запыленности воздуха φ (mg/m^3) на предложенное во второй главе его среднее значение по времени значение, т.е. усредненную пылевую нагрузку на воздухоочиститель Π_n (g/m^3), математическую модель ресурса дизелей в ПАУАК представим в следующем виде:

$$T = K \cdot \frac{D \cdot (1 - E_c \cdot \Pi_n \cdot 10^{-5})^{0,83}}{q_n^{0,7} \cdot D_c^{0,13}} \quad (5)$$

Множитель E_c введен с целью учета солевого фактора, полученного при описанном выше сравнительном эксплуатационном ресурсном испытании, причем

$$E_c = (2 \cdot \bar{L}_{св} - \bar{L}_{сд}) / \bar{L}_{св}. \quad (10)$$

В четвертой главе осуществлен выбор способа химической защиты дизелей и приведены конструкторско-технологические мероприятия по адаптации автотракторных дизелей к ПАУАК. Доступным, достаточно эффективным, по нашей оценке, является путь повышения эффективности фильтрующих устройств воздухоподводящей и топливной систем до ионного уровня, сочетаемый с оптимизацией профиля температур рабочих поверхностей цилиндров и увеличением химической стойкости применяемых конструктивных материалов.

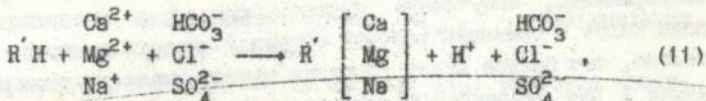
Распространенные среди традиционных способов химической газоочистки сорбционно-десорбционные методы технически реализуются при использовании твердых и жидких поглотителей. На наш взгляд, химический этап очистки воздуха и топлива на дизеле целесообразно осуществлять на основе нетрадиционного для этих сред способа - применения ионообменных процессов с использованием в качестве поглотителя ионно-обменных смол КУ-2-8ч (катионит) и АН-31 (анионит), которые широко освоены промышленностью Узбекистана.

Иониты, как сорбенты ионов и аэрозолей, выгодно сочетают свойства жидких и твердых сорбентов, обладают высокой удельной обменной емкостью, химической стойкостью, механической прочностью, простотой регенерации и разнообразием их физических форм.

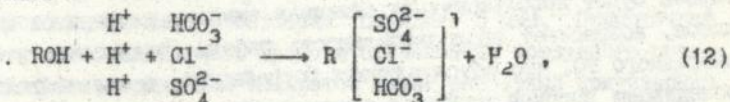
Известно, что без диссоциации солей в воде на катионы и анионы ионообмен невозможен, поэтому ионообменный процесс требует перевода химического этапа очистки воздуха и топлива на мокрый способ.

Для обессоливания воды, предназначенной для промывки в ней воздуха и топлива, приняли катионы в Н-форме и анионы в ОН-форме. В принятом варианте вторичным продуктом ионообмена является вода. Уравнения протекающих при этом реакций без стехиометрических коэффициентов, с учетом состава солей, содержащихся в атмосферной пыли, выглядят следующим образом:

на катионите



на анионите



где R' и R - неделимые агрегаты (матрицы) катионита и анионита.

В нашем случае возможны двухступенчатый и смешанный ионообменные процессы.

Смешанный, бесступенчатый ионообменный процесс более прост в исполнении. Равномерное чередование зерен катионитов и анионитов способствует тому, что значение рН в зоне обмена близко к нейтральному.

Типы и конструкции мокрых пылеулавливающих аппаратов, позволяющих, на наш взгляд, использовать ионообменные процессы, весьма многообразны. Если их рассматривать с энергетической точки зрения, в выигрышном положении оказываются газоочистные аппараты ударно-инерционного действия. Наиболее компактными и эффективными из них считают ротоклоны.

Для более полного удовлетворения требованиям, предъявляемым к воздухоочистителям ДВС, реконструкция ротоклона осуществлялась по двум направлениям:

- 1) обеспечение компактности и работоспособности на мобильных машинах;
- 2) обеспечение возможности использования ионообменных процессов для постоянной деионизации воды в ротоклоне и придания последней, при необходимости, антифризных качеств.

Повышение компактности ротоклона путем придания импеллору кольцевой формы, без снижения эффективности очистки, практически исключает и возможность его выглубления из воды при наклонах и качках, что и позволяет использовать полученную конструкцию в качестве воздухоочистителей тракторных дизелей, работающих в неблагоприятных на относительно стабильных и постоянных режимах (рис.6).

Необходимо омывание зернистых ионитов водой в ротоклоне предусмотрено за счет ее самооборота. Для придания воде в зимнее время антифризных свойств выбрана инертная к ионитам добавка пропантриол $C_3H_5(OH)_3$.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Как показали теоретические исследования и предварительные эксперименты, помутнение деминерализуемой в воздухоочистителе воды ведет к снижению рабочей обменной емкости ионитов. Следовательно, чем полнее будет защищена ионообменная ступень от попадания в нее механических минеральных загрязнителей, тем эффективней будет использоваться обменная емкость катионитов и анионитов, возрастает продолжительность работы воздухоочистителя до очередного ТО, что обуславливает потребность в предочистителе, обладающем высокой степенью очистки (90...98%), при минимально возможном аэродинамическом сопротивлении (не выше 0,9...1,0 кПа).

Как показал анализ конструкций инерционных очистителей, наиболее эффективным, имеющим наименьшее аэродинамическое сопротивление, пригодным для модернизации является прамочный моноциклон с тангенциальным входным инерционным аппаратом. Для улучшения организации воздушного потока за входным инерционным аппаратом в конструкции моноциклона в настоящей работе введен направляющий стакан.

Для того, чтобы усилить центробежное поле, затухающее по мере удаления воздуха от инерционного аппарата, за направляющим стаканом на центральной трубе установлен дополнительный инерционный аппарат (рис.7).

Применение средств организации воздушного потока за входным инерционным аппаратом позволяет без ощутимого повышения аэродинамического сопротивления моноциклона, выделить из воздуха более мелкие фракции пыли, которые в обычных конструкциях не сепарируются. Такая активация сепарации весьма важна вследствие обнаруженной в настоящей работе повышенной химической активности мелких фракций пыли.

Разработана методика расчета модернизированного моноциклона. Критический (минимальный) размер частиц, поддающихся сепарации, после представления их массы через геометрические размеры (r) и плотность (ρ) определяется зависимостью

$$\Gamma_{кр} = \sqrt{\frac{4,5 \cdot \eta \cdot \vartheta_{Pmax}}{\rho \cdot \left(\frac{\vartheta_{\tau 1}^2}{R_1} + \frac{\vartheta_{\tau 3}^2}{R_3} \right)}} \quad (13)$$

где η - коэффициент динамической вязкости воздуха; R_1 - больший радиус направляющего стакана; R_3 - радиус отводной трубы; $\vartheta_{\tau 1}$ - и $\vartheta_{\tau 3}$ - тангенциальные составляющие скорости потока воздуха у

стенки корпуса и центральной трубы; v_{max} - максимальная радиальная скорость такого потока.

Полученные расчетным путем по формуле (13) значения критического размера частиц, при оптимальном соотношении размеров прямооточного моноциклона составили порядка 3 мкм. Прямоточный моноциклон без предлагаемых средств организации воздушного потока за входным инерционным аппаратом имеет расчетный критический размер сепарируемых частиц более чем в два раза больший - 6,8 мкм.

Расчетный коэффициент пропускания для экспериментального предочистителя составляет 2 %. Коэффициент пропускания пыли, определенный экспериментально, равен 3 %, что свидетельствует об удовлетворительной точности выполненного расчета предочистителя. Заметим, что серийный моноциклон при сепарации натуральной пыли региона имеет коэффициент пропускания до 35 %, что доказывает преимущества модернизированного моноциклона.

Воздухоочиститель, составленный из предочистителя (модernизированного прямооточного моноциклона) и ударно-инерционного ионообменного воздухоочистителя, оснащенного циклонным каплеуловителем, был испытан на полноразмерном дизеле 8Ч13/14. Результаты экспериментов показали, что общий коэффициент пропускания составил 0,0002...0,0006 при коэффициенте пропускания солевой компоненты пыли 0,0001...0,0002. Отмечена стабильность гидродинамического сопротивления воздухоочистителя на уровне $\approx 2,8$ кПа в период между ТО.

Для решения проблемы нейтрализации коррозионноактивных микро- и макрокапель электролитов в дизельном топливе предложен способ, основанный на дополнительном снижении скорости протекания топлива через фильтр, с одновременным обеспечением последовательного протекания ионного обмена между маловязким отстоявшимся водным электролитом и катионитом с функциональной обменной группой в виде ионов водорода (протонов - H^+) на первой ступени и OH^- - анионитом на второй ступени, согласно уравнениям (11) и (12). При этом должны применяться: иониты, достаточно стойкие и инертные к топливной среде, например катионит КУ-2-8ч и анионит АВ -17-8.

На рис.8. приведена схема ионообменного фильтра. Внутрь корпуса (1) вкладывается катализирующая эмиттерная кассета (2), частично заполненная ионитом. Под кассету подведена розетка (7) входного топливопровода (4). На несущей крышке (5) расположен

из топлива.

Температура воздуха в подкапном пространстве автомобильного дизеля, при температуре окружающего воздуха 42...43°С, составляет 79...89°С. Поэтому, одновременно с принципиальным изменением конструкции воздухоочистителя, для всех ДВС, эксплуатируемых в ПАУАК, предложено воздухозабор обязательно выносить из подкапотного пространства на уровень крыши кабины, что значительно снижает пылевую нагрузку и температуру воздуха, поступающего в цилиндры.

Оценка эффекта снижения температуры потребляемого воздуха на показатели дизеля была выполнена путем проведения теплосбалансных испытаний двигателя типа ЯМЗ-238 (8Ч13/14), воздухообеспечение которого на стенде осуществлялось с исходной и модернизированной системами.

При реконструированном варианте воздухообеспечения наблюдалось улучшение топливной экономичности по всей нагрузочной характеристике, поскольку повышаются заряд цилиндра и коэффициент избытка воздуха α . Последнему способствует и снижение цикловой подачи топлива при данной нагрузке. Результатом роста α при данной нагрузке является существенное понижение температуры выпускных газов t_t .

На рис.9 показаны относительные величины теплового баланса

$$\eta_o = 1 - q_2, \quad (15)$$

где q_2 - отвод теплоты от дизеля в рабочую среду. Для дизеля без наддува

$$q_2 = q_{yx} + q_{\Sigma}, \quad (16)$$

где q_{yx} - относительные потери теплоты топлива с отработавшими (уходящими) газами; q_{Σ} - суммарный теплоотвод от двигателя, складывающийся из потерь: в охлаждающую воду q_w , в масло q_m и от стенок двигателя в окружающую среду q_{oot} , т.е.

$$q_{\Sigma} = q_w + q_m + q_{oot} \quad (17)$$

Общей причиной повышения η_o дизеля, кроме увеличения α , является еще и уменьшение отвода теплоты от дизеля в окружающую среду q_2 , за счет уменьшения потерь теплоты с отработавшими газами q_{yx} , при неизменной для данных нагрузок и температур потребляемого воздуха величине q_{Σ} .

Практическим результатом рассмотренного является улучшение топливной экономичности по всей нагрузочной характеристике при

уменьшении температуры поступающего воздуха.

Эксплуатационные испытания тракторных дизелей Д-160 и А - 01М в ПАУАК показали, что реконструкция фильтров воздухоподогревающей и топливной систем способствовала повышению ресурса со среднестатистических 1950 мото-ч до 5260 мото-ч.

Далее в четвертой главе рассматривается эффект совмещения очистки топлива с его протонированием как дополнительный резерв повышения топливной экономичности дизелей, работающих в ПАУАК. В главе приведены для сравнения данные о параметрах рабочего процесса дизеля 4ЧН12/14, работающего на стандартном и протонированном топливах на режимах нагрузочной характеристики. При этом обнаружено уменьшение удельного эффективного расхода топлива при работе на протонированном топливе на 3...4 г/(кВт·ч) по всей нагрузочной характеристике (рис.10) при одновременном снижении температуры выхлопных газов на 7...14°С.

При анализе полученных результатов экспериментов были использованы возможности как первого, так и второго принципов термодинамики (тепловые и эксергетические балансы).

Использовались балансы потоков эксергии в абсолютных и относительных величинах, которые имеют вид:

$$E_{\text{топ}} = N_e + E_{\text{ух}} + \sum D_1 + \sum Q_1, \quad (18)$$

и

$$e_{\text{топ}} = \eta_e + \phi_{\text{ух}} + \sum \phi_1 + \sum q_1, \quad (19)$$

где $E_{\text{топ}}$, N_e , $E_{\text{ух}}$, $\sum D_1$ и $\sum Q_1$ - соответственно, эксергия топлива, эффективная мощность дизеля, внешние потери эксергии, сумма внутренних потерь эксергии и эксергия и энергия (суммарно) потоков теплоты в воду, масло и излучением.

По оценкам различных авторов эксергия топлива несколько отличается от химической теплоты топлива (в большую или меньшую сторону); в работе принято их равенство.

В работе показано, что увеличением только нижней теплоты сгорания при наводороживании топлива за счет протонирования нельзя полностью объяснить указанное выше уменьшение удельного эффективного расхода топлива. Применение эксергетического метода при анализе позволило сделать вывод о том, что кроме процесса окисления ионов водорода на свободные, неиспользованные связи не-предельных фракций углеводородов, входящих в состав дизельного топлива, должны быть и другие причины, вызывающие интенсификацию

процесса горения.

Этот вывод подтверждается как проведенным нами расчетно-экспериментальным исследованием, так и специальными исследованиями по влиянию присадок газообразного водорода к топливу Харьковских ученых Кудряшва А.П. и Мараховского В.П., а также ученых АлтПИ Матиевского Д.Д. и Вагнера В.А.

По мнению проф. Разлейцева Н.Ф. на начальных стадиях предпламенных реакций ощущается дефицит свободного водорода. Поэтому добавка к топливу несвязанного водорода (при протонировании, например) играет роль затравки для инициирования цепных реакций глубокого крекинга и дегидрогенизации углеводородов. Этим можно объяснить значительное снижение дымности отработавших газов, рост скорости тепловыделения и снижение токсичности, что и подтверждается нашими исследованиями и исследованиями других авторов.

Подчеркнем, что, в отличие от дорогостоящего присаживания газообразного водорода указанный выше эффект достигается относительно дешевым и доступным протонированием топлива с использованием ионно-обменных смол.

В работе на основании модели эксплуатации дизеля СМД-17КН определен оценочный расход топлива на рабочих режимах его эксплуатации по формуле:

$$g_{e \text{ оцен}} = \frac{\sum g_{e1} \cdot P_1}{\sum P_1}, \quad (20)$$

где i - номер полигона рабочих режимов эксплуатации; g_{e1} - удельный расход топлива в i -том полигоне; P_1 - вероятность i -того режима работы дизеля. Получено, что при работе дизеля на топливе без протонирования $g_{e \text{ оцен}} = 248,6$ г/(кВт·ч), а с протонированием - $g_{e \text{ оцен}} = 245,4$ г/(кВт·ч).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Итогом диссертационной работы является решение крупной научно-технической проблемы, имеющей важное народно-хозяйственное значение - разработка и совершенствование методов и средств анализа и прогнозирования влияния природно-агрессивных условий арктического климата на процессы в автотракторных дизелях, что позволяет наметить пути повышения их ресурса, топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов за счет адаптации систем воздухообеспечения и топливоподачи.

Научную новизну и ценность для практики двигателестроения составляют следующие результаты:

1. В работе впервые выполнена зонная систематизация территорий аридного климата с выделением районов, отличающихся природно-агрессивными условиями рабочей среды автотракторных ДВС, с учетом особых тектонических и искусственных факторов. Предложено характеризовать отмеченные условия экстремальными пылевыми нагрузками на воздухоочистители, высокими содержанием и гипсоносностью всасываемой пыли; значительными пылезагрязнениями топлива, его обводняемостью и др. Это ставит на научную основу разработку мероприятий по адаптации автотракторных дизелей к южным широтам, прежде всего к жестким климатическим условиям обширных аридных территорий в странах СНГ.

2. Показана ограниченность адаптации автотракторных дизелей к природно-агрессивным условиям аридного климата (ПАУАК) только на основе эксплуатационных мероприятий, поскольку при этом не предотвращается электрохимическая коррозия трущихся пар ЦП и топливной аппаратуры, не обеспечивается стабильность работы, качество работы воздушных и топливных фильтров. Для существенного повышения уровня такой адаптации по результатам анализа системы "Почвенно-климатические факторы - рабочая среда ДВС - ДВС" предложены комплекс мероприятий конструкторско-технологической защиты дизелей, основанный на изучении механизма влияния содержания пыли на износ отмеченных деталей при нестационарности температурно-влажных условий на стенках цилиндра и обводненности топлива.

3. Для целей анализа характеристик ПАУАК предложены методики определения:

- электрокинетического потенциала и содержания пыли;
- содержания коррозионно-активных ионов в топливе;
- солепроницаемости воздушных и топливных фильтров;
- вероятностных значений пылевой нагрузки на воздухоочиститель;
- коррозионной активности солейсодержащей пыли в рабочих ср. дах дизелей (воздух, топливо).

4. Для целей прогнозирования влияния характеристик ПАУАК на ресурсные показатели дизелей предложены математические модели:

- определения ресурса автотракторных дизелей с учетом

ПАУАК;

- увязки пылевой нагрузки на воздухоочиститель со временем года;

- соотношения между общим содержанием водорастворимых солей и содержанием коррозионно-активных ионов SO_4^{2-} и Cl^- в увлажненной пыли;

- соотношения между соле содержанием и дисперсностью частиц пыли.

5. На основании микрорелектрофоретических исследований, износных стендовых и сравнительных ресурсных эксплуатационных испытаний автотракторных дизелей в условиях ПАУАК, фотоанализа изношенных деталей ЦПГ и прецизионных пар топливной аппаратуры установлен питтингобразующий механизм электрохимической коррозии зеркал цилиндров, плунжеров и втулок плунжеров топливных насосов, обуславливающий интенсификацию внедрения абразивных частиц в поверхности трущихся пар. Обнаружено, что в ПАУАК по сравнению с остальными зонами аридного климата, износ отмеченных деталей возрастает на 24% (тракторные дизели) и на 31% (автомобильные дизели).

6. По результатам комплексных расчетно-экспериментальных исследований рабочего процесса, процессов в агрегатах и узлах и эксплуатационных испытаний автотракторных дизелей, выбраны пути и предложены конкретные конструкторско-технологические мероприятия по созданию систем воздухообеспечения и топливopодачи региональных модификаций дизелей, предназначенных для работы в ПАУАК, в том числе:

6.1. Показано, что серийный воздухоочиститель необходимо дополнить предочистителем для снятия пылевой перегрузки основной ступени воздухофильтра с целью создания условий стабильной и длительной работы последующих ступеней очистки.

6.2. Разработана оригинальная конструкция и методика расчета прямоточного моноциклона, снабженного средствами организации воздушного потока за входным инерционным аппаратом и тройной раскрутки воздуха, обеспечивающая 90...97% - ную очистку на образцах пыли исследуемого региона.

6.3. В качестве основной ступени очистки, совмещенной со ступенью солеочистки, для тракторных дизелей разработан ударно-инерционный ионообменный воздухоочиститель, который

в агрегате с предочистителем стабильно удерживает коэффициент пропуска пыли 0,0002...0,0006 при коэффициенте пропуска солевой компоненты 0,0001...0,0002 во всем диапазоне изменения экстремальных пылевых нагрузок в ПАУАК.

6.4. Для исключения перегрева воздуха, потребляемого дизелем, показана необходимость обязательного выноса воздуха забор и воздухоочистителя из моторного отсека.

6.5. Для повышения антикоррозийных качеств гильз цилиндров, износостойкость которых предопределяет ресурс автотракторных дизелей в ПАУАК доказана целесообразность:

- оптимизации профиля температур рабочих поверхностей цилиндров с тем, чтобы устранить условия их конденсатного увлажнения на любых эксплуатационных режимах;
- дополнительного легирования молибденом чугуна, из которого изготавливают гильзы цилиндров, что препятствует, как известно, питтингообразованию на рабочих поверхностях этих деталей.

6.6. Показана необходимость дополнить традиционные топливные фильтры ионообменными фильтрами, что обеспечивает качественную очистку топлива от ионов солей до $\epsilon_{\text{и}} = 0,0002$ и практически исключает проявление их коррозионной активности.

6.7. Разработаны технология, конструкция и методика расчета оригинального ионообменного фильтра, позволяющего, одновременно с удалением коррозионноактивных ионов, осуществлять весьма ценный и малозатратный эффект протонирования (наводороживания) дизельного топлива. Эффект протонирования состоит в снижении на 3,3 г/(кВт·ч) оценочного эксплуатационного расхода топлива и уменьшении токсичности выхлопных газов, что обусловлено активацией процесса сгорания в дизелях и связанными с этим падением внешних потерь эксергии с отработавшими газами, а также внутренних потерь эксергии в системе газотурбинного наддува.

7. Эксплуатационные испытания тракторных дизелей А-01М и Д - 160 при выполнении сельскохозяйственных и мелиоративных работ подтвердили, что их конструктивная адаптация к ПАУАК за счет предложенных в работе мероприятий позволила повысить их ресурс до 4080...5260 мото-ч, т.е. существенно приблизится к паспортным нормам до капитального ремонта, выполняемым заводами изготовителями.

Основные материалы диссертации опубликованы в работах:

1. Эфендиев А.М., Абдулгасис У.А. О работе дизеля с турбо-наддувом ЯМЗ-238Е в пустынях. - В кн.: Двигатели внутреннего сгорания, вып.28, Респ. межвед. научно-техн. сб., Харьков, Вища школа, 1978, - С. 59...63.

2. Эфендиев А.М., Абдулгасис У.А. Исследование условий работы смазочных масел двигателей в пустынях. - В кн.: Двигатели внутреннего сгорания, вып. 34, Респ. межвед. научно-техн. сб., Харьков, Вища школа, 1981, - С. 113...119.

3. Абдулгасис У.А., Вапаев С.Ф. Влияние атмосферной пыли на коррозию деталей машин. Тез. докл. Респ. научно-техн. конференции молодых ученых и специалистов. Бухара, 1982, - С. 39.

4. Абдулгасис У.А., Ганиев Ш.А. О возможности улучшения работоспособности воздухоочистки автотракторных двигателей, работающих в пустынной зоне. Тез. докл. Респ. научно-техн. конференции молодых ученых и специалистов. Бухара, 1982, - С. 142.

5. Абдулгасис У.А. Исследование механизма влияния минералогического состава атмосферной пыли пустынь на износ двигателя. Тез. докл. Всес. научно-техн. конференции: Повышение эффективности использования автомобильного транспорта и автомобильных дорог в условиях жаркого климата и высокогорных районов. Ташкент, 1982, - С. 29.

6. Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М. Предочиститель воздуха для трактора "Кировец". Информац. листок о передовом производ. опыте. Науч.-исслед. институт научно-техн. информации и технико-эконом. исследований Госплана УзССР, 1983, N 645/83. - 3 с.

7. Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М., Вапаев С.Ф. Влияние содержащей атмосферной пыли на износ деталей двигателя. - В кн.: Двигатели внутреннего сгорания, вып.39. Респ. межвед. научно-техн. сб., Харьков, Вища школа, 1984, - С. 93...98.

8. Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М., Ганиев Ш.А. Предварительная ступень для воздухоочистителей автомобилей КраЗ. Информац. листок о научно-техн. достижениях. Научно-исслед. институт научно-техн. информации и технико-эконом. исследований Госплана УзССР, 1984, N 506/84. - 3 с.

9. Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М., Вапаев С.Ф. Износ цилиндров двигателей под действием пыли. - В кн.: Проблемы трения и износа, вып.26, Респ. межвед. научно-техн. сб., Киев, Техника, 1984, - С. 39...41.

10. Эфендиев А.М., Абдулгасис У.А., Негматов В.А. О надежности автотракторных двигателей в пустынно-песчаных районах Средней Азии. В кн.: Повышение эффективности использования автомобильного транспорта и автомобильных дорог в условиях жаркого климата и высокогорных районов. - Тез. докл. Всес. научно-техн. конф., Ташкент, 1985, - С. 121.

11. Абдулгасис У.А., Негматов В.А., Эфендиев А.М., Дьяченко В.Г. Прямоточный моноциклон. - А.С. N 1265387 (СССР). Оpubл. в В.И. 1986, N 39.

12. Эфендиев А.М., Абдулгасис У.А., Негматов В.А. Пути повышения эффективности работы систем воздухо- и маслоочистки автотракторных двигателей в пустынно-песчаных районах Средней Азии. Ташкент, УзНИИТИ, 1988. - 54 с.

13. Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М. Влияние экологических проблем пустынной зоны на изнашиваемость автотракторных двигателей в Бухарской области. В кн.: Проблемы охраны окружающей среды Бухарской области. Материалы научно-практ. конф., Бухара, 1990, - С. 44...45.

14. Эфендиев А.М., Авлиякулов Н.Х., Абдулгасис У.А. Промежуточное техобслуживание тракторов в условиях сухого жаркого климата с засоленными почвами. // Механизация хлопководства, 1990, N 7, - С. 19...20.

15. Абдулгасис У.А., Ганиев Ш.А. Специфика загрязнения топлива автотракторных дизелей в условиях аридного климата, засоленности почв и возможность его очистки. - В кн.: Актуальные вопросы в области механики, совершенствование и развитие технологических систем. - Труды ТашПИ, Ташкент, 1991, - С. 27-31.

16. Абдулгасис У.А., Ганиев Ш.А. Поражение микроорганизмами дизельного топлива в условиях аридного климата. - В кн.: Актуальные вопросы в области механики, совершенствование и развитие технологических систем. - Труды ТашПИ. - Ташкент, 1991, - С.38...40.

17. Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М., Ситдиқов Л.У. Особенности конструкции и методика расчета прямоточного моноциклонного предочистителя, снабженного средствами организации воздушного потока с входным инерционным аппаратом. В кн.: Актуальные вопросы в области механики, совершенствование и развитие технологических систем. - Труды ТашПИ. - Ташкент, 1991, - С. 130...142.

18. Авлиякулов Н.Х., Абдулгасис У.А. Коррозионные разрушения в двигателях и эффективность эксплуатации автотракторной

техники в зоне хлопководства с высоким содержанием воды и почвогрунтов. - Ташкент: УзНИНТИ, 1991, 7 с.

19. Абдулгасис У.А., Ганиев Ш.А., Шокотов Н.К. Топливный фильтр для двигателя внутреннего сгорания. - А.С. N 1762969 (СССР). Опубл. в Б.И. 1992, N 35.

20. Абдулгасис У.А., Авлиякулов Н.Х., Эфендиев А.М. О необходимости химической защиты автотракторных двигателей в природно-агрессивных условиях аридного климата. - В кн.: Диагностика, повышение эффективности, экономичности и долговечности двигателей. - Тез. докл. на постоянно действующем научно-техн. семинаре стран СНГ, Санкт-Петербург, 1992, с. 25.

21. Абдулгасис У.А. Влияние природно-химически-агрессивных условий аридного климата на корродирующие свойства рабочего тела автотракторного дизеля. В кн.: Диагностика, повышение эффективности, экономичности и долговечности двигателей. - Тез. докл. на постоянно действующем научно-техн. семинаре стран СНГ, Санкт-Петербург, 1992, с. 14.

22. Авлиякулов Н.Х., Абдулгасис У.А., Эфендиев А.М. Совершенствование районирования территории сухого жаркого климата Средней Азии для улучшения нормирования технического обслуживания и ремонта автотракторной техники. Ташкент: УзНИНТИ, 1992, 42 с.

23. Абдулгасис У.А., Ганиев Ш.А. О коррозионных свойствах дизельного топлива, вызываемых поражением его микроорганизмами. // Механизация хлопководства, 1992, N 1, - С. 17...19.

24. Абдулгасис У.А., Авлиякулов Н.Х., Эфендиев А.М. Выделение климатических районов Республики Узбекистан с природно-агрессивными условиями для эффективного нормирования технического обслуживания и ремонта автотракторной техники. Узбекистон Республикаси халк хужалиги ва энергияни тежаш муаммолари буйича илмий-амалий конференциясининг илмий маколалар туплами. ГКНТ РУз, Бухара, 1993, - С. 346...354.

25. Абдулгасис У.А. Влияние тепловой инерции цилиндров дизелей на интенсификацию их коррозионного изнашивания. Узбекистон Республикаси халк хужалиги ва энергияни тежаш муаммолари буйича илмий-амалий конференциясининг илмий маколалар туплами. ГКНТ РУз, Бухара, 1993, - С. 359...366.

26. Абдулгасис У.А., Ситдилов Л.У., Бекмуратова Н.А. Влияние засоленности почвогрунтов в зоне аридного климата на характеристики загрязнителей рабочего тела и горючесмазочных материа-

лов автотракторных дизелей. (ГКНТ РУз), Бухара, 1993, - С.367...373.

27. Абдулгасис У.А. Влияние степени неравномерности нагрузки на интенсификацию коррозионной составляющей изнашивания дизелей в природно-агрессивных условиях аридного климата. - В кн.: Диагностика, повышение эффективности, экономичности и долговечности двигателей. - Тез. докл. на постоянно действующем научно-техн. семинаре стран СНГ, Санкт-Петербург, 1993, - С. 40.

28. Авлиякулов Н.Х., Абдулгасис У.А. Конструктивные особенности автотракторных двигателей для природно-агрессивных условий аридного климата. В кн.: Диагностика, повышение эффективности, экономичности и долговечности двигателей. - Тез. докл. на постоянно действующем научно-техн. семинаре стран СНГ, Санкт-Петербург, 1993, - С. 39.

29. Абдулгасис У.А., Авлиякулов Н.Х., Эфендиев А.М. Проблемы оптимизации нормирования технического обслуживания и ремонта автотракторных двигателей в природно-агрессивных условиях аридного климата. В кн.: Диагностика, повышение эффективности, экономичности и долговечности двигателей. Тез. докл. на постоянно действующем научно-техн. семинаре стран СНГ, Санкт-Петербург, 1993, - С. 10.

30. Абдулгасис У.А. Теоретические основы использования ионо-обменных процессов в автотракторных дизелях для обессоливания рабочего тела и топлива в природно-химически-агрессивных районах аридного климата. Деп. в УзНИИНТИ, N 1/72 Уз93, 15 с.

31. Шокотов Н.К., Абдулгасис У.А., Ганиев Ш.А. Протонирование топлива как дополнительный резерв повышения топливной экономичности транспортных дизелей. Деп. в ГСНТИ ГКНТ Респ. Узбекистан. N 1915 - Уз.93. 48 с.

32. Эфендиев А.М., Абдулгасис У.А., Авлиякулов Н.Х. В условиях сухого жаркого климата. // Автомобильная промышленность, 1993. - N 4. - С. 21...23.

33. Шеховцов А.Ф., Шокотов Н.К., Абдулгасис У.А. Математическое моделирование и выбор путей конструктивной адаптации автотракторных дизелей к природно-агрессивным условиям аридного климата. В кн.: Компьютер: наука, техника, технология, здоровье. Тез. докл. международной научно-технической конференции. Секция "Транспортное машиностроение", Харьков - Мишколец, 1994, - С. 106.

Исследуемые параметры в системе

"Почвенно-климатические факторы - рабочая среда ДВС - ДВС"

Почвенно климатические факторы-зона засоленных почвогрунтов аридного климата

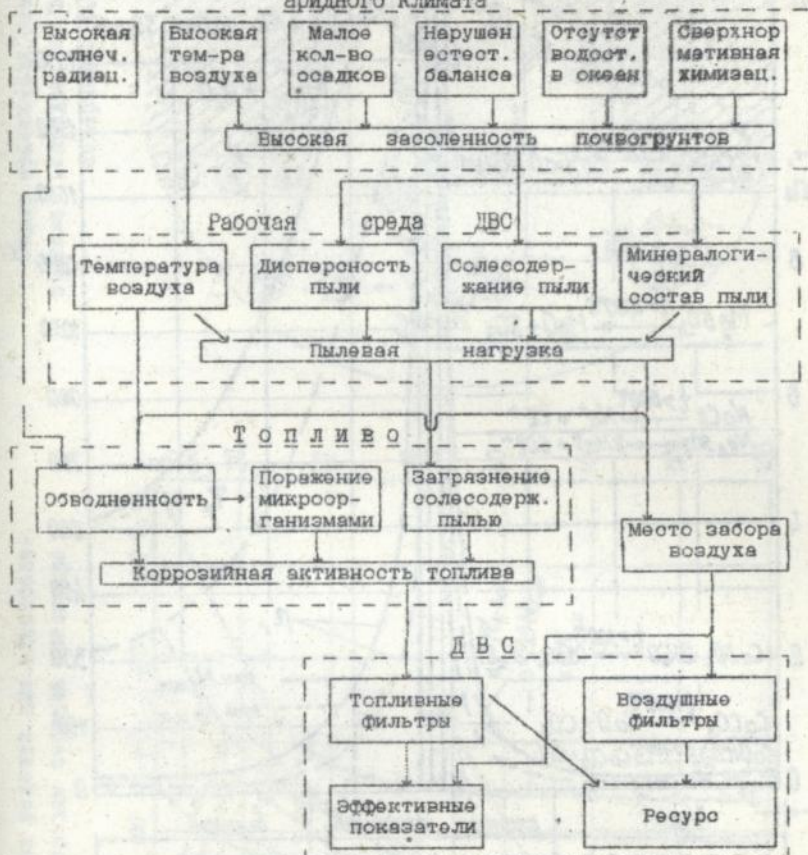


Рис. 1

Влияние условий в цилиндре на образование коррозионно-активных ионов из соледержащей пыли

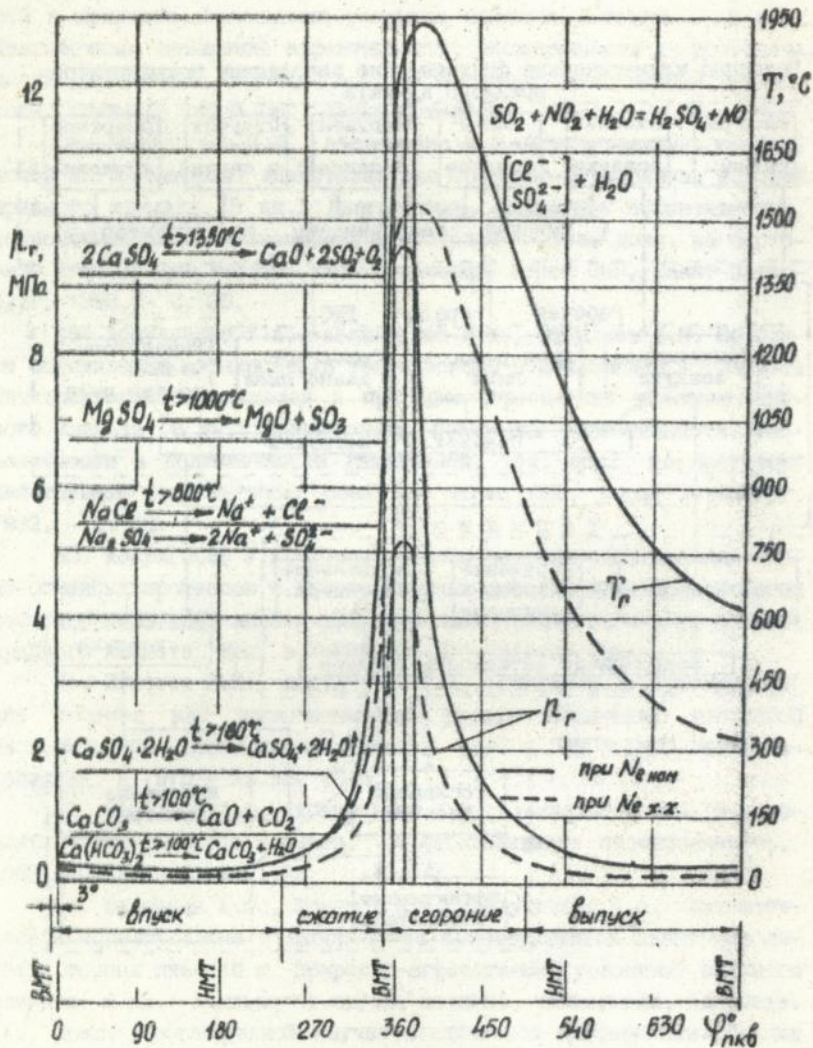
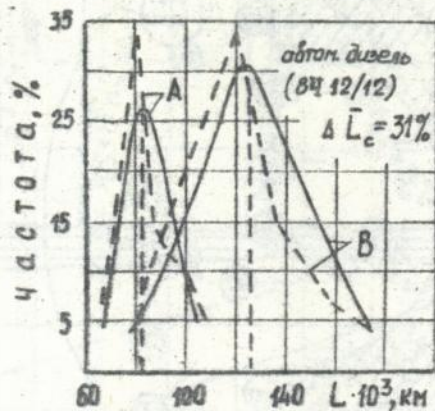
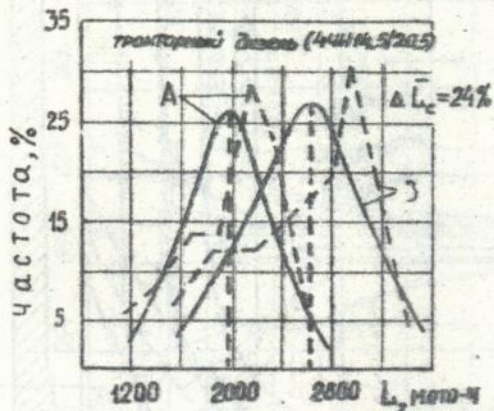


Рис. 2

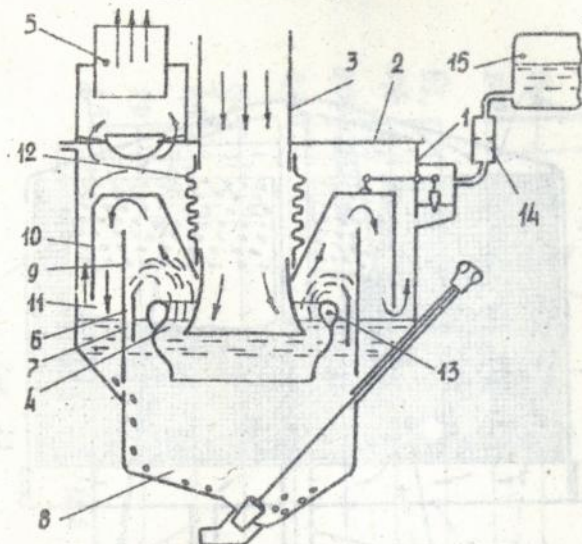
Распределение ресурса автотракторных дизелей в ПАУАК



A — на засоленных почвогрунтах; B — на незасоленных и слабозасоленных почвогрунтах; - - - полигон; ——— теоретическая кривая

Рис. 5

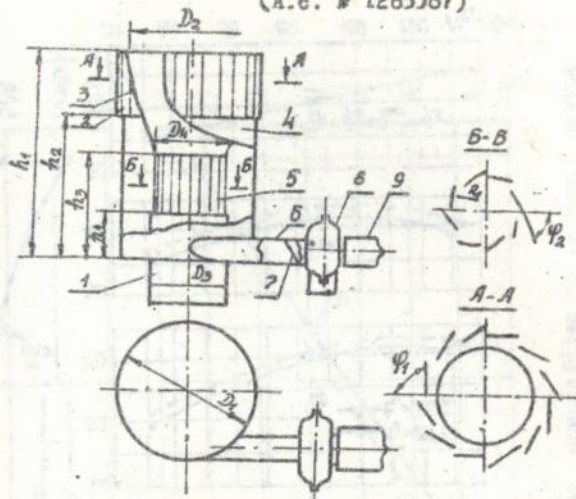
Схема ионообменного воздухоочистителя
(Патент № 5063646)



1-корпус; 2-крышка; 3-входной воздуховод; 4-щелевой канал; 5-выходной воздуховод; 6-сетчатая кассета; 7-ионообменная смола; 8-донная часть; 9 и 10 цилиндрические перегородки; 11-дополнительный щелевой канал; 12-гибкий элемент; 13-полый тороид; 14-ионообменный фильтр питающей воды; 15-емкость с питающей водой.

Рис. 6

Схема экспериментального предочистителя
(А.с. № 1265387)



1-центральная труба; 2-инерционный аппарат; 3-направляющий стакан; 4-корпус; 5-дополнительный инерционный аппарат; 6-патрубок отсоса; 7-кран; 8-вентилятор отсоса; 9-электродвигатель.

Рис. 7

Схема теплообменного топливного фильтра

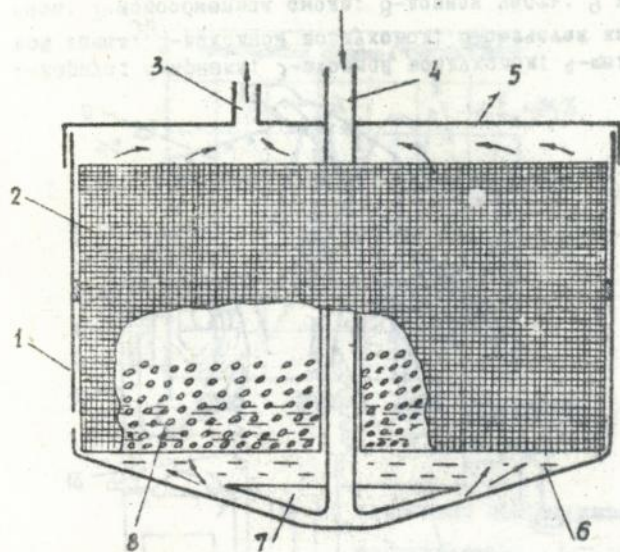


Рис. 8

Тепловой баланс дизеля 8413/14 при его работе по нагрузочной характеристике ($n_{дг}=2000 \text{ мин}^{-1}$) в различной температуре воздуха

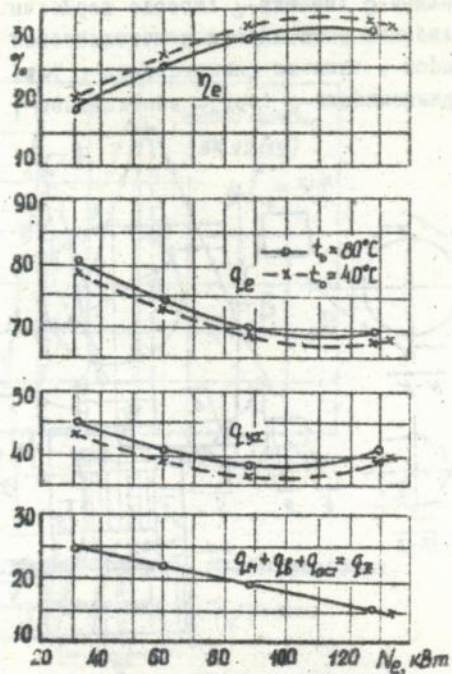


Рис. 9

Влияние протонирования топлива на основные показатели
двигателя 4ЧНГ2/14 по нагрузочной характеристике

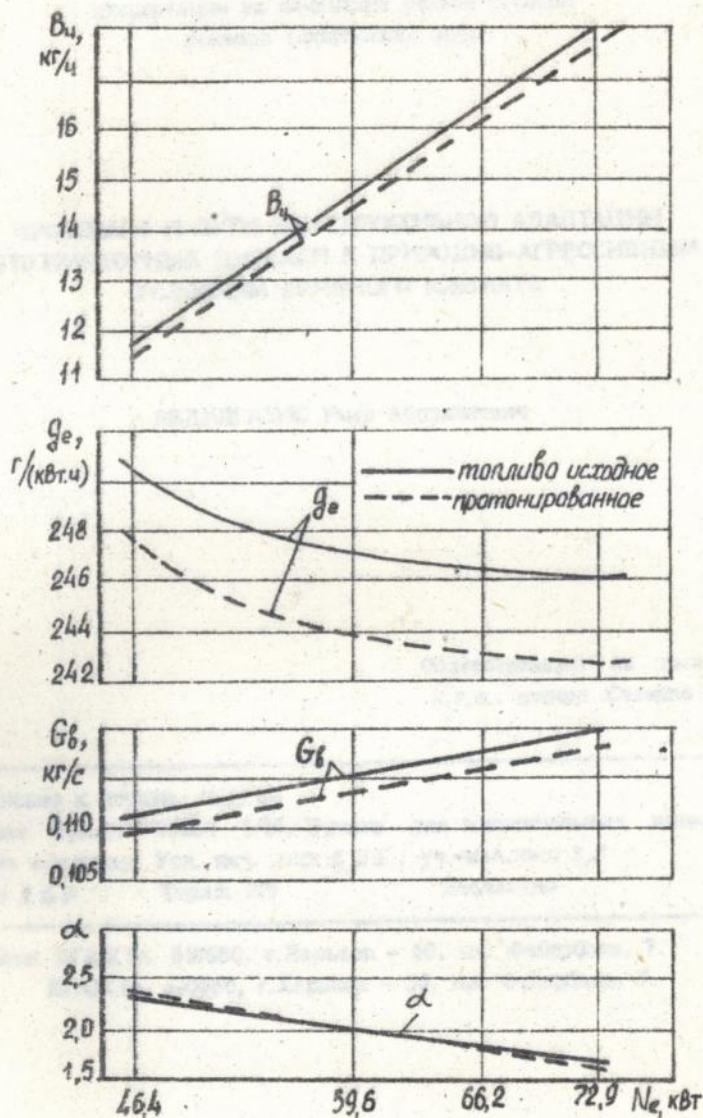


Рис. 10.

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ КОНСТРУКТИВНОЙ АДАПТАЦИИ
АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ К ПРИРОДНО-АГРЕССИВНЫМ
УСЛОВИЯМ АРИДНОГО КЛИМАТА**

АБДУЛГАЗИС Умер Абдуллаевич

Ответственный за выпуск
к.т.н., доцент Савенко В.В.

Подписано к печати 16.05.94

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.

Печать офсетная. Усл. печ. лист 2,25, уч.-изд. лист 2,5

Заказ 227

Тираж 100

Бесплатно

Издания ХГАЖТа, 310050, г. Харьков - 50, пл. Фейербаха, 7.

Тип. ХГАЖТа, 310050, г. Харьков - 50, пл. Фейербаха, 7.

AB 30.368

AB 30.368

REPUBLICAN PARTY OF CALIFORNIA
STATE OFFICE
1000 CALIFORNIA STREET, SUITE 1000
SAN FRANCISCO, CALIFORNIA 94109

STATE OF CALIFORNIA

STATE OF CALIFORNIA
COUNTY OF ...

...
...
...

...
...