**Таращан Николай Николаевич. Повышение эффективности комбинированной очистки моторного масла в судовых дизелях полно- и частичнопоточным фильтрованием: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.08.05 / Таращан Николай Николаевич;[Место защиты: Морской государственный университет им.адм.Г.И.Невельского ].- Владивосток, 2014**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**МОРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени адмирала Г.И. Невельского**

Чі 501 2050037 На правах рукописи

Таращан Николай Николаевич

УДК 621.431.74-729.3: :661/5.004.14

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ МОТОРНОГО МАСЛА В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ ПОЛНО- И ЧАСТИЧНОПОТОЧНЫМ ФИЛЬТРОВАНИЕМ**

Специальность 05.08.05 - Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор Кича Г. П.

Владивосток - 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ОБЗОР СХЕМ И АГРЕГАТОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ МОТОРНОГО МАСЛА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ (СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ 15

* 1. Полнопоточная тонкая очистки моторного масла в ДВС.

Предпосылки повышения ее эффективности комбинированным фильтрованием 15

* 1. Современные комбинированные системы тонкой очистки моторного масла судовых дизелей: обзор состава и схем

включения, эффективность 35

* 1. Анализ методов расчета эффективности маслоочистителей

в системах смазки двигателей внутреннего сгорания 48

* 1. Выводы по гл. 1 и постановка задач исследования 58

1. ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ КАПИЛЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

КОМБИНИРОВАННЫМ ФИЛЬТРОВАНИЕМ 62

* 1. Уточнение капиллярной модели фильтрования сложных дисперсных

систем материалами с нерегулярной поровой структурой 62

* 1. Идентификация координаты отсева при комбинированном фильтровании моторного масла в системах смазки судовых

дизелей 69

* 1. [Выводы по гл. 2 78](#bookmark7)

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ МОТОРНОГО МАСЛА

В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ ФИЛЬТРОВАНИЕМ 80

* 1. Разработка стохастической капиллярной модели очистки

моторного масла фильтрованием 80

* 1. Закономерности фильтрования моторного масла ДВС

с зарастанием и закупоркой пор ФМ отложениями 101

* 1. [Выводы по гл. 3 119](#bookmark30)

з

4 РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА МОТОРНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ СМАЗОЧНОГО МАСЛА В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ ФИЛЬТРОВАНИЕМ 123

1. Принципы и методы повышения эффективности комбинированного фильтрования при очистке моторного масла 123
2. Экспериментальное моделирование эффективности комбинированного маслоочистительного комплекса ДВС

и обоснование его параметров 140

1. Результаты эксплуатационных испытаний комбинированных

фильтров в системах смазки судовых форсированных дизелей 165

1. Выводы по гл. 4 183

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 188

[ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 194](#bookmark31)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 198

ПРИЛОЖЕНИЯ 210

**ВВЕДЕНИЕ**

***Актуальность исследований*** по повышению эффективности тонкой очистки моторного масла (ММ) в судовых дизельных энергетических установках (СДЭУ) обусловлена необходимостью обеспечения экономичности и ресурса судовых форсированных дизелей, в том числе средней и повышенной частоты вращения, при конвертировании их на низкосортные и альтернативные топлива. При исполь­зовании в тронковых двигателях внутреннего сгорания (ДВС) топлив глубокой переработки нефти - моторного, флотского и топочного мазутов — возрастают за­грязнение и абразивность нерастворимых продуктов (НРП), поступающих в мо­торное масло, что интенсифицирует его старение и изнашивание двигателя.

Ускорение этих процессов обусловлено форсировкой дизелей высоким надду­вом, повышением их механической и тепловой напряженности. Этому же способству­ет уменьшение маслообмена в тронковых ДВС последнего поколения, так как они производятся и эксплуатируются с низким угаром масла - менее 1,5 г/(кВт-ч).

Применение тонкостенных вкладышей, уменьшение рабочих зазоров в парах трения двигателей усиливает чувствительность их к качеству очистки ММ. Сни­жение угара масла за счет возрастающего от применения экспандеров удельного давления и «скребкового» действия маслосъемных колец в цилиндре двигателя увеличивает зависимость изнашивания деталей сопряжения «кольцо - втулка» от концентрации и размеров попадающих в них механических примесей. Особенно это касается нерастворимых продуктов неполного сгорания топлива, карбониза­ции масла и измельчения нагаров, а также срабатывания многофункциональных термостойких зольных присадок, которыми легируются ММ.

Рост цилиндровой и агрегатной мощности, полная автоматизация судовых ДВС, длительная безразборная эксплуатация их с диагностикой остаточного ре­сурса, применение долгоработающих ММ со сменой по браковочным показателям предопределили первостепенность создания комбинированной системы тонкой очистки масла (КСТОМ) с высокими функциональными свойствами. Широко распространенные полнопоточные фильтры тонкой очистки масла (ФТОМП) не удовлетворяют требованиям форсированных ДВС к качеству очистки ММ из-за характерных для них противоречий между тонкостью отсева и сроком службы фильтрующих элементов (ФЭ), полнотой (интенсивностью) очистки от НРП и на­дежностью защиты двигателя от крупных и, следовательно, наиболее опасных механических примесей.

Ослабление адгезионной, усиление каталитической и диспергирующей ак­тивности нерастворимых примесей при применении в масле зольных присадок с высокими эксплуатационными свойствами приводят к ухудшению разделяемости дисперсионных систем. Вследствие этого ФТОМП не обеспечивают требуемую глубину очистки масла от мелкодисперсных нерастворимых загрязнений. Это вы­зывает интенсификацию старения ММ, что сокращает срок его службы. Кроме того, из-за повышения скорости изнашивания поршневых колец и втулок цилинд­ров ДВС растет угар масла. Процесс ускоряется при сжигании низкосортных сер­нистых топлив, так как при этом возрастает срабатывание присадок и конгломе­рация продуктов неполного сгорания топлива. Диспергирование их при легирова­нии ММ современными присадками способствует плохому отфильтровыванию НРП, приводит к их накоплению в масле, что снижает надежность и экономич­ность работы дизеля из-за повышенного изнашивания, в первую очередь, деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ).

Необходимость повышения эффективности тонкой очистки ММ в судовых дизелях продиктована возрастанием химмотологической нагрузки на их смазоч­ные системы (СС), обусловленной качеством и спецификой применяемых горюче­смазочных материалов (ГСМ). Поэтому в условиях увеличивающейся скорости поступления в СС НРП, их дисперсности и абразивности широкое распростране­ние получают КСТОМ на основе полнопоточного фильтрования и частичнопо­точного центрифугирования с использованием центробежных очистителей (ЦО) с гидравлическим реактивным приводом [30, 41, 54, 59, 75].

Однако в СС с давлением масла ниже 0,5 МПа ЦО не развивают требуемых для его эффективной очистки частоты вращения и фактора разделения. Это явле­ние характерно для большинства судовых форсированных дизелей средней и по­

вышенной частоты вращения, особенно работающих по винтовой характеристике [29, 47]. Процесс усугубляется для дизелей, устанавливаемых на судах, эксплуа­тация которых сопровождена с частыми остановками, длительной продолжитель­ностью малого хода, большим числом пусков и реверсов двигателя. В условиях низкотемпературной эксплуатации СС при длительной работе ДВС на переход­ных неустановившихся режимах старение ММ сопровождается образованием большого количества смол и асфальтенов, которые плохо удаляются центрифуги­рованием [10, 40, 75, 80].

Для СС дизеля с увеличенным количеством низкотемпературных отложений характерно быстрое зашламление элементов ФТОМП, что приводит к сокраще­нию срока службы ФЭ - до 200 и менее часов [22, 59, 68, 84]. Поэтому для двига­телей с низкотемпературными режимами смазки и высокой долей переходных и неустановившихся режимов работы специфично старение масла в таких направ­лениях, которые можно активно тормозить только применением сукцинимидных присадок и дополнительной к ФТОМП очисткой масла частичнопоточным фильт­ром (ФЧП) [15, 40, 82, 98]. Специфика и режимы работы ФЧП способны обеспе­чить высокую грязеемкость его ФЭ и снижают грязевую нагрузку на полнопоточ­ные элементы, обеспечивая их эффективное функционирование.

***Объектом исследования*** являются системы очистки ММ судовых форсиро­ванных тронковых дизелей, функционирующих с использованием низкосортных топлив в составе комплекса «дизель - эксплуатация - топливо - масло - очистка» (ДЭТМО).

***Предмет исследования -*** процессы очистки ММ в ДВС фильтрованием в взаимодействии со звеньями комплекса ДЭТМО.

***Степень разработанности*** КСТОМ на основе фильтрования невелика. Рациональность и необходимость очистки ММ комбинированным фильтрованием в некоторых ДВС доказана в работах [29, 35, 85, 91, 106]. Однако это направление не получило развития из-за широкомасштабного внедрения ФТОМП с заменой в большинстве случаев морально устаревших щелевых частичнопоточных фильт­ров с элементами типа ДАСФО, ЭФКП центрифугами [9, 59, 62, 68].

Практика комбинированного фильтрования реализована в основном исполь­зованием в полнопоточных ФЭ крупно- и мелкопористых вставок [11, 36, 91]. В первом случае незначительно улучшается гидравлика ФТОМП, во втором — глу­бина очистки масла от мелкодисперсных загрязнений.

Подходы к комбинированному фильтрованию моторных масел в ДВС разрабо­таны в трудах М. А. Григорьева [9, 10], Г. П. Кичи [24, 30, 41, 58], Г. М. Липина [53], Б. Н. Перминова [75, 76], О. В. Осипова [70], Н. М. Свистунова [26, 34, 90]. Однако, несмотря на большую практическую значимость их разработок и изобретений, обос­нование конструктивных особенностей и параметров частичнопоточного фильтра и его элементов (ФЭЧП) выполнено в большинстве случаев лишь в рамках эмпириче­ского подхода. Взаимодействие его с полнопоточным фильтром не учитывается. Из- за большой грязевой нагрузки и особенностей гидравлики шламовый эффект при фильтровании через ФЭЧП имеет огромное значение. Поэтому зарастание и блоки­ровка пор этих элементов отложениями имеет огромное значение в формировании их фракционного коэффициента и полноты отсева.

Аналитические подходы к идентификации этих процессов отмечены в работах [28, 31, 40, 75]. Необходимо дальнейшее их развитие для оценки эффективности комбинированного фильтрования с установлением связи функционирования пол­нопоточных фильтрующих элементов (ФЭПП) с частичнопоточными ФЭ. Иденти­фикация эффективности комбинированного масляного фильтра (ФМК) с использо­ванием единого подхода необходима для учета взаимодействия ФЭ полного и час­тичного потоков при очистке ММ для полной реализации возможностей и пре­имуществ в функциональном действии элементов каждой группы.

Наибольший интерес в идентификации разделительных процессов в СС ди­зелей вследствие мелкодисперсности НРП загрязнений масла вызывают стохас­тические модели фильтрования [40, 42, 66, 75], так как они учитывают диффузи­онные явления, характерные для дизельных дисперсионных систем. Большинст­во их построено на принципе отсева при наружном обтекании коллектора в форме шара или цилиндра (ячеистая модель). Известные структурно­капиллярные модели фильтрования [41, 67] рассмотрены как совокупность от­дельных фильтровальных ячеек. Они не совсем соответствуют строению (гид­равлике) современных фильтровальных материалов (ФМ) капиллярной структу­ры. Поэтому подходы, связанные со стохастическим фильтрованием, используе­мые в ячеистых моделях, важно реализовать в капиллярной модели.

Известная стохастическая капиллярная модель (СКМ) фильтрования [41] реализует отсев, формируемый гидродинамикой потока дисперсионной среды (ДС) в капилляре и действием на частицы дисперсной фазы (ДФ) силы Сэффмана, что явно недостаточно для идентификации такой сложной дисперсионной систе­мы, как работающее ММ, где сильно развиты химмотологические явления. Необ­ходимы доработка и уточнение модели фильтрования, основанной на стохастиче­ском подходе, с учетом действия на отфильтровываемую частицу адгезионной, химмотологической и седиментационной групп отсева.

Важно процесс разделения сложных технических дисперсионных систем рассмотреть применительно к комбинированному фильтрованию ММ и учесть его специфику. Так как стохастические модели фильтрования сложны в реализа­ции, то для прикладных инженерных расчетов желательно иметь детерминиро­ванную капиллярную модель (ДКМ), аппроксимирующую результаты экспери­ментального моделирования процесса комбинированного фильтрования и дан­ных расчета его эффективности по СКМ при отсеве мелкодисперсной фазы за­грязнений.

***Целью диссертационной работы*** является повышение эффективности тон­кой очистки ММ в судовых дизелях комбинированным фильтрованием, увеличи­вающим срок службы масла и надежность защиты двигателя от изнашивания при применении низкосортных топлив.

Исходя из перспектив развития двигателестроения и необходимости повы­шения качества очистки моторного масла форсированных дизелей в исследовании ***поставлены следующие задачи:***

1 Осуществить мониторинг эффективности полнопоточной тонкой очистки масла в судовых дизелях и определить область рационального использования для этой цели комбинированного фильтрования.

1. Уточнить теорию очистки ММ комбинированным фильтрованием, раскрыв в условиях работающего двигателя сложное,стохастическое взаимодействие не­растворимых примесей в масле с отсеивающими их полипоровыми структурами различных ФМ полно- и частичнопоточных ФЭ, загрязняемых отложениями.
2. Осуществить экспериментальное моделирование эффективности функцио­нирования комбинированного фильтра в системе смазки ДВС и разработать реко­мендации по выбору его параметров с учетом форсировки дизеля и качества при­меняемых ГСМ.
3. Разработать научно-технические решения, направленные на повышение эффективности тонкой очистки ММ в судовых дизелях комбинированием полно- и частичнопоточного фильтрования с полным использованием достоинств каждо­го из них.
4. Оценить эффективность фильтрования ММ в судовых дизелях комбиниро­ванными системами тонкой очистки и дать рекомендации по их выбору и исполь­зованию.
5. Обосновать критерии для сравнения эффективности очистки ММ в ДВС комбинированным фильтрованием с системой, сочетающей достоинства очистки фильтрованием и центрифугированием.

***Научная новизна*** выполненных исследований состоит в следующем:

* сформулированы принципы комбинированного фильтрования, реализацией которых достигнута одновременно надежная защита двигателя от изнашивания и нагаро- и лакообразования, а также глубокая очистка ММ от продуктов, интенси­фицирующих его окисление, что тормозит старение и способствует увеличению срока службы масла;
* разработаны новые научно-технические решения по повышению эффек­тивности комбинированной очистки ММ в судовых дизелях за счет использова­ния полно- и частичнопоточной схем включения маслоочистителей в систему смазки, совершенствования конструкций комбинированных фильтров и ФЭ;
* по результатам экспериментального моделирования оптимизированы но­минальная тонкость отсева и интенсивность очистки комбинированного фильтра в зависимости от форсировки дизеля и качества применяемых топлив и масел, минимизирующие изнашивание двигателя, расход ММ и ФЭ;
* на детерминированном и стохастическом подходах создана капиллярная кинетическая модель фильтрования, позволяющая не только рассчитывать пере­менную эффективность комбинированного фильтра при очистке ММ с учетом накопления отложений и блокировки пор ФМ, но и определять их капиллярную структуру, параметры функционирования ФЭ, при которых достоинства и пре­имущества очистки по полно- и частичнопоточной схемам реализуются наиболее полно;
* обоснованы критерий и показатели определения области рационального использования комбинированного фильтрования при очистке ММ в судовых ди­зелях, функционирующих в комплексах «дизель - эксплуатация - топливо - мас­ло - очистка» (ДЭТМО) разных составов.

***Теоретическая значимость*** работы обусловлена использованием аналити­ческого подхода для идентификации эффективности комбинированного фильтро­вания. Это значительно расширяет возможности разработанных капиллярных мо­делей в условиях очистки масел фильтровальными материалами с нерегулярной поровой структурой (ФМНПС), используемыми в ФЭ как полно-, так и частично­поточного назначения.

Особенность полученного аналитического решения задачи фильтрования со­стоит в математическом описании детерминированного действия различных сил на частицы движущейся в капиллярах суспензии, дополненном с помощью урав­нения Колмогорова - Фоккера - Планка стохастической составляющей, учиты­вающей флуктуацию скорости осаждения ДФ вследствие влияния пристенных эффектов и диффузии (броуновского движения).

***Новизна теоретических исследований*** процесса фильтрования состоит в:

* разработке детерминированной и стохастической капиллярных моделей фильтрования, в которых применительно к комбинированной очистке ММ учтена специфика отсева ДФ, вызываемая действием в условиях накопления в капилля­рах отложений адгезионной, химмотологической и седиментацонной групп;
* создании для инженерных расчетов детерминированной модели фильтро­вания, в которой через безразмерную координату отсева корректируется траекто­рия движения частиц ДФ в капиллярах и отклонение частиц от линии тока ДС под действием различных сил;
* уточнении расчетов фракционного коэффициента и полноты отсева при очистке ММ с учетом старения масла, зарастания и блокировки капилляров ФМ отложениями, их распределения по зонам осаждения, в том числе и на поверхно­сти ФМ, в зависимости от строения поровых структур, гидродинамики полно- и частичнопоточного фильтрования.

***Теоретическая ценность*** выполненных разработок по комбинированному фильтрованию состоит в том, что полученные модели СКМ и ДКМ позволяют оценить эффективность ФМК при любом сочетании звеньев комплекса ДЭТМО. Кроме того, их можно использовать для расчета конструктивных и эксплуатаци­онных параметров комбинированных фильтров и их ФЭ на стадии проектирова­ния дизеля, его системы смазки и подбора ММ. Главным достоинством разрабо­танных моделей очистки ММ является их нацеленность на идентификацию эф­фективности комбинированного фильтрования с возможностью определения ус­ловий функционирования, состава и параметров ФМК, при реализации которых достигается наибольший технико-экономический эффект.

***Практическая значимость*** разработок высокоэффективного комбиниро­ванного маслоочистительного комплекса состоит в обеспечении надежной эконо­мичной работы судовых тронковых форсированных дизелей средней и повышен­ной частоты вращения с сохранением моторесурса при использовании низкосорт­ных топлив и соответствующих им масел с высокими эксплуатационными свой­ствами.

Уточнены и расширены типоразмерные ряды комбинированных фильтров, полно- и частичнопоточных ФЭ с параметрами, обеспечивающими высокую на­дежность защиты трибосопряжений двигателей от попадания абразивных приме­сей с размерами частиц более 25 мкм и глубокую, с удельной интенсивностью 30- 150 г/(м2-ч), очистку ММ от мелкодисперсных нерастворимых продуктов износа двигателя и срабатывания присадок, катализирующих его старение. Срок службы ФЭ при этом составляет не менее 500 ч.

Практическое приложение результатов теоретических исследований состоит в обосновании для ФЭ полного и частичного потоков характеристик ФМ, способных к полному взаимодействию при комбинированном фильтровании масла в СС дизелей.

Использование основных результатов работы позволило достичь такого ком­плектования КСТОМ, при котором возможности полно- и частичнопоточного фильтрования в повышении эффективности очистки ММ в форсированных судо­вых дизелях реализуются полностью.

Достоинством выполненных разработок следует считать возможность и простоту конвертирования серийно выпускаемых полнопоточных ФТОМП на комбинированное фильтрование путем модернизации штатных систем тонкой очистки масла (СТОМ) на­ходящихся в эксплуатации дизелей. Для этой цели приспособлены элементы ФЭПП-6,4 и ФЭЧП-6,4 типоразмера 145/55.363, выпуск которых по разработкам диссертанта ос­воило ООО «Клоска Фильтр» (г. Находка, Приморский край). Документация на модер­низацию СТОМ дизелей разработана ЭКБ МГУ им. адм. Г. И. Невельского и передана для внедрения в судоходные компании Дальневосточного бассейна. В первую очередь переоборудованию подлежат СС судовых дизелей с низким, менее 1,5 г/(кВт-ч), угаром масла, использующие ММ групп Г2, Да, а также системы смазки, скорость загрязнения которых НРП выше 0,05 г/(кВт-ч).

***Методы исследования*** предусматривали использование корреляционного и регрессионного анализа. Обработку экспериментальных данных вели методами математической статистики. Процесс старения ММ в судовых экспериментах при работе дизеля контролировали такими методами, как анализ, хроматография, фо­тометрия, инфракрасная и эмиссионная спектроскопия. Щелочность и кислот­ность масла оценивали по его кислотно-основным свойствам (ГОСТ 11362-76).

Качественно-количественный состав НРП, эффективность маслоочистителей (МО) определяли центрифугированием (ГОСТ 20684-75), оптической и электрон­ной микроскопией, в том числе с автоматизированным счетом частиц, лазерной нефелометрией.

Моторные испытания ФМК и других МО в дизелях выполняли по ОСТ 24.060.09- 89. Износ деталей ДВС определяли с помощью метода искусственных баз (приборы УПОИ-6 и УПОИВ-2), взвешивания на аналитических весах BJIA-200, микрометража, снятия профилограмм и спектрального анализа (установка МФС-7). Нагаро- и лакообра- зование в дизелях оценивали по модифицированному методу 344Т ЦНИДИ.

***Положения, выносимые на защиту:***

1. Результаты обобщения опыта использования в судовых тронковых дизелях ФТОМП с определением области функционирования комплексов ДЭТМО, в ко­торой применение комбинированного фильтрования является рациональным.
2. Уточнены детерминированная и стохастическая капиллярные модели фильтрования, позволяющие оценивать эффективность и подбирать параметры комбинированной полно- и частичнопоточной очистки ММ с учетом зарастания и блокировки пор ФМ отложениями.
3. Результаты экспериментального моделирования эффективности ФМК с оп­тимизацией номинальной тонкости отсева и интенсивности очистки по экономи­ческому критерию с возможностью подбора параметров в зависимости от форси­ровки дизеля, качества применяемых топлив и масел.
4. Научно-технические решения по комплексному повышению эффективно­сти комбинированного фильтрования масел в судовых тронковых форсированных дизелях при конвертировании их на низкосортные топлива.
5. Результаты сравнительных эксплуатационных испытаний на судах комби­нированных фильтров тонкой очистки ММ и рекомендации по комплектации ими дизелей с высоким надувом.
6. Критерий и показатели выбора условий работы КМОК, при которых пред­почтение отдается комбинированному фильтрованию.

***Высокая степень достоверности*** результатов исследований достигнута:

* использованием фундаментальных законов, апробированных классических методов гидродинамики и механики сплошных сред и дисперсионных систем;
* широкой апробацией расчетных зависимостей и хорошей сходимостью их с экспериментальными данными;
* адекватностью моделей и регрессионных зависимостей, доказанных по раз­личным критериям;
* соблюдением принципов комплексного подхода, постулатов и основных положений теории планирования экспериментов при их корректном проведении;
* использованием в экспериментах современной поверенной на эталонах и прошедшей метрологическую аттестацию измерительной аппаратуры;

***Апробация результатов работы*** осуществлялась ежегодно на научно- технических конференциях профессорско-преподавательского состава МГУ им. адм. Г. И. Невельского (2007-2014 гг.). Основные положения работы докладывались на региональных, российских и международных конференциях и семинарах:

«Двигатель 2007», посвященной 100-летию школы двигателестроения МГТУ им. Н. Э.Баумана (М.: МГТУ, 2007); «Исследование, проектирование и эксплуата­ция судовых ДВС» (СПб.: СПбГУВК, 2007); «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве» (Одесса: ОНМУ, 2007); Fibrat 7, 9, 11 и 13 «Проблемы транспорта Дальнего Востока» (Владивосток: ДВО РАТ, 2007, 2009, 2011 и 2013); «Актуальные проблемы развития поршневых ***ДВС»*** (СПб.: СПбГМУ, 2008); Двигатель 2008 и 2011 «Актуальные проблемы развития и экс­плуатации поршневых двигателей в транспортном комплексе Азиатско- Тихоокеанского региона» (Хабаровск: ТОГУ, 2008 и 2011); 51-я и 52-я Всеросс. науч. конф. «Военно-специальные вопросы» (Владивосток: ТОВМИ, 2008 и 2009); «Водные пути России: строительство, эксплуатация, управление» (СПб.: СПбГУВК, 2009); «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов ми­рового океана» (Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010); Двигатель 2013 «Актуальные проблемы создания и эксплуатации тепловых двигателей в условиях Дальнево­сточного региона России» (Хабаровск: ТОГУ, 2013).

В заключение выражаю искреннюю признательность заслуженному деятелю науки и техники РФ, доктору технических наук, профессору Киче Геннадию Пет­ровичу за научное руководство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных усло­вий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. - М.: Наука, 1976. - 280 с.
2. Белянин, П. Н. Центробежная очистка рабочих жидкостей авиационных гидросистем / П. Н. Белянин. - М.: Машиностроение, 1976. - 328 с.
3. Большаков, В. Ф. Применение топлив и масел в судовых дизелях /

В. Ф Большаков, JI. Г. Гинзбург. — М.: Транспорт, 1976. — 216 с.

1. Венцель, С. В. Применение смазочных материалов в двигателях внутрен­него сгорания / С. В. Венцель. - М.: Химия, 1979. — 240 с.
2. Виппер, А. Б.. Некоторые проблемы химмотологии топлив и масел для су­довых дизелей / А. Б Виппер, С.А. Абрамов, В. И. Балакин. - Двигателестроение, 1982. -№ 1.-С. 51-53.
3. Воинов, О. В. О силе, действующей на сферу в неоднородном потоке иде­альной несжимаемой жидкости: журн. прикл. мат. и теоретич. физ. / О. В. Вои­нов. - 1973. - № 4. - С. 162-184.
4. Гидродинамика и сепарация в гидроциклонах / А. А. Кузнецов, А.М. Ку- тепов, Е. А. Непомнящий, Н. Г. Терновский // Изв. вузов. Химия и химическая технология. - 1983. - Т. 26, вып. 3. - С. 373-377.
5. Горелик, Г. Б. Перспективы развития газодизельныз двигателей /

Г. Б. Горелик // Вестник Тихоокеан. Гос. ун-та. Хабаровск: изд-во ТОГУ, 2009, №2(13).-С. 121-133.

1. Григорьев, М. А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания / М. А. Григорьев. - М.: Машиностроение, 1983. - 147 с.
2. Григорьев, М. А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях / М. А. Григорьев. - М.: Машиностроение, 1970. - 269 с.
3. Григорьев, М. А. Тенденции развития систем смазки автомобильных дви­гателей: обзорная информация / М. А. Григорьев, Г. А. Бабкин, Ю. М. Рогозин. - М.: НИИИНАВТОПРОМ, 1979. - 87 с.
4. Гродзиевский, В. И. Реактивные центрифуги для очистки масла в двигателях внутреннего сгорания / В. И. Гродзиевский. - М. - Киев: Машгиз, 1963. - 88 с.
5. Гулин, Е. И. Справочник по горюче-смазочным материалам в судовой технике / Е. И. Гулин, В. А. Сомов, Н. М. Чечот. - JL: Судостроение, 1981. - 320 с.
6. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинирован­ных двигателей / С. С. Ефимов, Н. А. Иващенко, С. Г. Роганов и др.; под общ. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1985. — 456 с.
7. Дерябин, А. А. Смазка и износ дизелей / А. А. Дерябин. - JL: Машино­строение, 1974. - 184 с.
8. Драйнер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Драйнер, Г. Смит. - М.: Статистика, 1973. - 392 с.
9. Дынкин, Е. Б. Марковские процессы / Е. Б. Дынкин. - М.: Физматгиз, 1963.-859 с.
10. Евдокимов, Ю. А. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа / Ю. А. Евдокимов, В. И. Колесников, А. Н. Тетерин. - М.: Наука, 1980. - 228 с.
11. Жужиков, В. А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий / В. А. Жужиков. - М.: Химия, 1980. - 400 с.
12. Исследование и разработка, отечественного самоочищающегося фильтра для комбинированных систем очистки масла судовых дизелей: Отчет о НИР / Дальневост. высш. инж. мор. уч-ще; Руководитель Г. П. Кича. - ХДТ-2/82; № ГР 01821063294; Инв. № 02840063549. - Владивосток, 1984. - 96 с.
13. Исследование эффективности полнопоточной тонкой очистки масла в судовых быстроходных и среднеоборотных дизелях: Отчет о НИР / Дальневост. высш. инж. мор. уч-ще; Руководитель Г. П. Кича. - ХДТ-1/77; № ГР 77062858; Инв. № Б827603. - Владивосток, 1979. - 193 с.
14. Исследование и повышение эффективности комбинированной системы тонкой очистки масла в судовых дизелях типа ЧН18/22: Отчет о НИР / Дальне­вост. высш. инж. мор. уч-ще; Руководитель Г. П. Кича. - ХДТ-5/79; № ГР 79001540; Инв. № 02824053462. - Владивосток, 1981. - 170 с.
15. Итинская, Н. И. Справочник по топливу, маслам и техническим жидко­стям / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. - М.: Колос, 1982. - 208 с.
16. Кича, Г. П. Агрегаты систем маслоочистки судовых среднеоборотных ДВС: анализ конструкций, результаты испытаний и перспективы развития / Г. П. Кича // Современное состояние и перспективы развития СЭУ. — М.: ВО «Мортехинформреклама», 1983. - С. 3-12.
17. Кича, Г. П. Анализ и уточнение теоретических методов расчета процесса загрязнения масла в двигателях внутреннего сгорания / Г. П. Кича, В. А. Сомов, Д. Ф. Солодов // Тр. ЦНИДИ, 1970. - Вып. 60. - С. 123-146.
18. Кича, Г. П. Исследование влияния некоторых факторов на срок службы и эффективность полнопоточной тонкой очистки масла в судовых дизелях / Г. П. Кича, Н. М. Свистунов // Судовые энергетические установки - М.: ЦРИА "Морфлот", 1979. - Вып. 19. - С. 26-37.
19. Кича, Г. П. Исследование и оптимизация полнопоточного масляного фильтра ДВС / Г. П. Кича, С. П. Полоротов // Двигателестроение. - 1982. - № 6. - С. 19-23.
20. Кича, Г. П. Капиллярная модель очистки технических жидкостей с учетом зарастания пор фильтровального материала отложениями / Г. П. Кича, Н. Н. Та- ращан, А. В. Голенищев // Проблемы и методы вооружения и военной техники ВМФ: сб. науч. тр. - Владивосток: ТОВМИ, 2008. - Вып. 65. - С. 160-166.
21. Кича, Г. П. Комбинированная очистка моторного масла в судовых трон- ковых дизелях: новые принципы и схемы очистки, результаты испытаний / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан, А. В. Голенищев // Исследования по вопросам повы­шения эффективности судостроения и судоремонта: сб. науч. тр. - Владивосток: ДВГТУ, 2009. - Вып. 47.- С. 148-159.
22. Кича, Г. П. Комбинированный маслоочистительный комплекс для судовых форсированных дизелей / Г. П. Кича // Судостроение. - 1985. - № 4. - С. 25-28.
23. Кича, Г. П. Моделирование эффективности очистки моторного масла судовых дизелей с учетом зарастания пор фильтровального материала отложениями / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан, А. В. Надежкин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2014. - № 2. - С. 235-242.
24. Кича, Г. П. Новые стохастические модели процесса очистки горюче­смазочных материалов в ДВС / Г. П. Кича // Двигателестроение. - 1989. — № 11. -С. 18-23.
25. Кича, Г. П. Повышение ресурсных показателей судовых дизелей совер­шенствованием системы очистки моторного масла / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан,

А. В. Голенищев // Вестник морского государственного университета. - Влади­восток: МГУ, 2008. - Вып. 25. - С. 127-137.

1. Кича, Г. П. Повышение эффективности полнопоточной тонкой очистки масла в судовых дизелях комбинированным фильтрованием / Г. П. Кича, Н М. Свистунов, К. Г. Свиридкин // Рыб. хоз-во. - 1981. - № 2. - С. 37—41.
2. Кича, Г. П. Повышение эффективности тонкой очистки моторного масла в судовых дизелях комбинированным фильтрованием / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан, Ю. М. Коломеец // Тр. междунар. науч.-техн. семинара «Исследование, проектиро­вание и эксплуатация судовых ДВС». - СПб.: СПбГУВК, 2007. - С. 82-87.
3. Кича, Г. П. Повышение эффективность полнопоточной тонкой очистки масла в судовых дизелях типа ЧН18/22 комбинированным фильтрованием / Г. П. Кича, Н. М. Свистунов // В кн. «Двигатели внутреннего сгорания». - М.: ЦНИИТЭИТяжмаш, 1980. - № 4 - 80-16. - С. 8-11.
4. Кича, Г. П. Полнопоточная тонкая очистка масла в судовых дизелях / Г. П. Кича. - М.: ЦБНТИ ММФ, 1978. - № 4 (440). - 38 с.
5. Кича, Г. П. Принципы и эффективность комбинированной очистки моторного масла в ДВС фильтрованием / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан, А. В. Голенищев // Сб. науч. тр. по матер, науч.-пракг. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве». - Одесса: Транспорт, 2007. - Т. 1. - С. 31-^42.
6. Кича, Г. П. Результаты испытаний полнопоточных фильтров тонкой очи­стки масла в судовых вспомогательных дизелях / Г. П. Кича // Двигателестрое­ние. - 1980. - № 9. - С. 47-50.
7. Кича, Г. П. Ресурсосберегающее маслоиспользование в судовых дизелях / Г. П. Кича, Б. Н. Перминов, А.В. Надежкин. - Владивосток: Изд-во мор. гос. ун­та, 2011.-372 с.
8. Кича, Г. П. Решение проблемы высокоэффективной очистки моторного масла в судовых дизелях: дис. ... докт. техн. наук : 05.08.05 / Кича Геннадий Петрович. - Владивосток, 1992. - Т. 1, 512 с. - Т. 2, 358 с.
9. Кича, Г. П. Стохастическая ячеистая модель очистки горюче-смазочных материалов ДВС фильтрованием / Г. П. Кича, Б. Н. Перминов, А. В. Голенищев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2009. - № 1. -

С. 246-251.

1. Кича, Г. П. Стохастическое моделирование фильтрования горюче­смазочных материалов в корабельных системах топливо- и маслоочистки / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан, А. В. Голенищев // Проблемы и методы вооружения и военной техники ВМФ. - Владивосток: ТОВМИ, 2008. - Вып. 65. - С. 152-159.
2. Кича, Г. П. Теоретические основы расчета и интенсификации очистки топлив и масел в ДВС фильтрованием / Г. П. Кича // Двигателестроение, 1986. - № 5. - С. 25-29.
3. Кича, Г. П. Теоретическое исследование процесса загрязнения масла в ДВС с комбинированными системами очистки / Г. П. Кича, П. П. Кича // Двига­телестроение. - 1980. - № 12. - С. 23-27.
4. Кича, Г. П. Тонкая очистка моторного масла в судовых дизелях комбини­рованным фильтрованием: результаты исследований и моторная эффективность / Г. П. Кича, Н. Н. Таращан, А. В. Голенищев // Актуальные проблемы развития и эксплуатации поршневых двигателей в транспортном комплексе Азиатско- Тихоокеанского региона: докл. междунар. науч.-техн. конф. «Двигатель 2008» 15-19 сентября 2008 г. - Хабаровск: ТОГУ, 2008. - С. 297-303.
5. Кича, Г. П. Эксплуатационная эффективность новых маслоочисти­тельных комплексов в форсированных дизелях / Г. П. Кича // Двигателестроение, 1987.-№6. -С. 25-29.
6. Кича, Г. П. Эффективная очистка моторного масла - основа экономичной ресурсосохраняющей эксплуатации судовых ДВС / Г. П. Кича // Двигателе­строение, 1985. — № 7. - С. 6-10.
7. Кича, П. П. Химмотологические методы рационального использования и экономии топливно-энергетических ресурсов на морском транспорте / П. П. Ки­ча, Н. Н. Таращан // Сб. науч. тр. Дальрыбвтуза. - 2011. - Т. 23. - С. 90-97.
8. Коваленко, В. П. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений / В. П. Коваленко, А. А. Ильинский. - М.: Химия, 1982. - 271 с.
9. Козырева, JI. М. Лабораторный метод оценки моюще-диспергируїощих и моюще-стабилизирующих свойств моторных масел / JI. М. Козырева // Тр. ЦНИ- ДИ. - 1977. - Вып. 72. - С. 33-39.
10. Комбинированная система тонкой очистки масла в двигателе внутренне­го сгорания: А.с. 948179 СССР, МКИ3 FOIMI/IO / Г. П.Кича, Е. И. Поляков, Г. М. Липин и др. (СССР). - 5 с.
11. Комплекс методов исследования процесса старения масла в дизелях / Е. В. Данилова, О. А. Никифоров, А. Н. Турбина, В. А. Сомов // Химия и техно­логия топлив и масел. - 1976. - № 5. - С. 45-48.
12. Комплексное повышение эффективности смазочных систем судовых ди­зелей с высоким наддувом: Отчет о НИР / Дальневост. высш. инж. мор. уч-ще; Руководитель Г. П. Кича - ГБТ-9/84; № ГР 01840067333; Инв. № 02850064137. - Владивосток, 1985. - 136 с.
13. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инжене­ров / Г. Корн, Т. Корн. - М.: Транспорт, 1970. - 136 с.
14. Кутепов, А. М. Теория и практика гидроциклонирования / А. М. Кутепов, Н. Г. Терновский // Химическая промышленность. - 1984. - № 8. - С. 56-63.
15. Лебедев, Б. О. Определение изменения давления в масляной системе су­дового дизеля / Б. О. Лебедев, С. С. Глубков, В. В. Коновалов. - Научные про­блемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2014. - № 1, 2. - С. 242-246.
16. Леви, П. Стохастические процессы и броуновское движение: Пер. с франц. / П. Леви. - М.: Наука, 1972. - 375 с.
17. Липин, Г. М. Комбинированная очистка моторного масла фильтрованием и центрифугированием в судовых многотопливных дизелях: дис. ... канд. техн. наук : 05.08.05 / Липин Геннадий Максимович. - Владивосток, 1986. - 235 с.
18. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газов / Л. Г. Лойцянский. - М.: Высш. школа, 1982. - 685 с.
19. Лукьяненко, В. М. Промышленные центрифуги / В. М. Лукьяненко,
20. В. Таранец. - М.: Химия, 1974. - 376 с.
21. Микутенок, Ю. А. Смазочные системы дизелей / 10. А. Микутенок,
22. А. Шкаренко, В. Д. Резников. — Л.: Машиностроение, 1986. - 125 с.
23. Морозов, Г. А., Очистка масел в дизелях / Г. А. Морозов, О. М. Арцио- мов. - Л.: Машиностроение, 1971. - 192 с.
24. Мохнаткин, Э. М. Теоретическое и экспериментальное исследование тем­пературных условий окисления масла в цилиндре дизеля / Э. М. Мохнаткин // Тр. ЦНИДИ. - 1970. - Вып. 60. - С. 155-159.
25. На, Ц. Вычислительные методы решения прикладных граничных задач / Ц. На. - М.: Мир, 1982. - 296 с.
26. Надежкин, А. В. Мониторинг работающего моторного масла в системе обеспечения безопасной ресурсосберегающей эксплуатации судовых дизелей: дис. ... докт. техн. наук : 05.08.05 / Надежкин Андрей Вениаминович. - Владиво­сток, 2011. - 387 с.
27. Надежкин, А. В. Системное решение проблемы ресурсосберегающего мас- лоиспользования в судовых тронковых дизелях / А. В. Надежкин, Б. Н. Перминов,

А. А. Калиберда // Транспортное дело России. - 2004. — СП № 2. - С. 40^-5.

1. Никифиров, О. А. Повышение эффективности масляных систем быстро­ходных судовых дизелей / О. А. Никифоров. - Л.: Судостроение, 1970. - 224 с.
2. Никифоров, О. А. Рациональное использование моторных масел в судо­вых дизелях / О. А. Никифоров, Е. В. Данилова. - Л.: Судостроение, 1986. - 96 с.
3. Осипов, О. В. Повышение эффективности очистки моторного масла в су­довых тронковых дизелях при конвертировании их на низкосортные топлива: дис. ... канд. техн. наук: 05.-8.05 /Осипов Олег Владимирович. - Владивосток, 2001.-276 с.
4. ОСТ 24.060.09-89. Методика сценки моторных и физико-химических свойств масел при их стендовых испытаниях. М.: ЦНИИТЭИтяжмаш. - 1990. - 56 с.
5. Отраслевая инструкция по определению экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационали­заторских предложений дизелестроения. — Л.: ЦНИДИ, 1982. — 75 с.
6. Певзнер, Л. А. Современные масла для судовых дизелей: Обзор / Л. А. Певзнер, В. Д. Резников. — М: ЦНИИТЭнефтехим, 1976. — 63 с.
7. Перминов, Б. Н. Двухконтурная система комбинированной очистки мо­торного масла в судовых тронковых дизелях / Б. Н. Перминов // Двигателестрое- ние. - 2004. - № 4. - С. 43-45.
8. Перминов, Б. Н. Научно-технические основы эффективного маслоис- пользования в судовых тронковых дизелях / Б. Н. Перминов. - Владивосток: Изд-во мор. гос. ун-та, 2005. - 378 с.
9. Перминов, Б. Н. Новые стохастические модели очистки топлив и мотор­ных масел в судовых тронковых дизелях / Б. Н. Перминов // Транспортное дело России. - 2004. - Вып. 157. - СП № 2. - С. 45-51.
10. Перминов, Б. Н. Повышение эффективности тонкой очистки масла в су­довых дизелях полнопоточным фильтрованием / Б. Н. Перминов, Г. П. Кича // Сибирский научный вестник. — 2002. - Вып. 5. - С. 14—22.
11. Перминов, Б. Н. Пути повышения эффективности топливо- и маслоис- пользования в судовых энергетических установках / Б. Н. Перминов // Исследо­вания по вопросам повышения эффективности судостроения и судоремонта. — Владивосток: ДВГТУ, 2001. - Вып. 42. — С. 190-195.
12. Перминов Б.Н. Стохастическая модель очистки фильтрованием исполь­зуемых в ДВС горюче-смазочных материалов // Двигателестроение. — 2004. — №4.-С. 38-42.
13. Повышение долговечности судовых дизелей / В. А. Сомов, Б. С. Агеев,

В. В. Чурсин, Ю. М. Шепельский. - М.: Транспорт, 1983. - 167 с.

1. Полоротов, С. П. Исследование и оптимизация полнопоточного фильтро­вания масла в судовых дизелях: дис. ... канд. техн. наук : 05.08.05 / Полоротов Сергей Павлович. - Владивосток, 1982. — 218 с.
2. Разработка мероприятий по совершенствованию топливо- и маслоис- пользования в судовых дизелях: Отчет о НИР / Дальневост. высш. инж. мор. уч- ще; Руководитель Г. П. Кича. - ХДТ-2/3/87; № ГР 01870024113;

Инв. № 02880063244. - Владивосток, 1988. - 187 с.

1. Разработка новых научно-технических решений по совершенствованию технической эксплуатации дизелей и экономии топливно-энергетических ресур­сов на судах: Отчет о НИР (промеж.) / Дальневост. высш. инж, мор. уч-ще; Руко­водитель Г. П. Кича. - ГБТ-^/89; № ГР 01890069761; Инв. № 02910002590. - Владивосток, 1990. - 97 с.
2. Разработка новых научно-технических решений по ресурсосберегающе­му маслоиспользованию в судовых тронковых дизелях: Отчет о НИР (заключит.) / Мор. гос. ун-т; Руководитель Г. П. Кича. — ГБТ-8/1/2009. - Владивосток, 2014. -276 с.
3. Разработка мероприятий по совершенствованию топливо- и маслоис- пользования в судовых дизелях: Отчет о НИР / Дальневост. высш. инж. мор. уч- ще; Руководитель Г. П. Кича. - ХДТ-2/3/87; № ГР 01870024113;

Инв. № 02880063244. - Владивосток, 1988. — 187 с.

1. Романков, П. Г. Жидкостные сепараторы / П. Г. Романков,

С. А. Плюшкин. - Д.: Машиностроение, 1976. — 256 с.

1. Рыбаков, К.В. Фильтрация авиационных масел и специальных жидкостей / К. В. Рыбаков, В. П. Коваленко. - М.: Транспорт, 1977. — 192 с. 121.
2. Самарский, А. А. Методы решения сеточных уравнений / А. А. Самар­ский, Е. С. Николаев. - М.: Наука, 1978. - 592 с.
3. Самарский, А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский. - М.: Нау­ка, 1977. - 656 с.
4. Свистунов, Н. М. Повышение эффективности тонкой очистки масла в су­довых дизелях комбинированным фильтрованием: дис. ... канд. техн. наук : 05.08.05 / Свистунов Николай Михайлович. - Владивосток, 1983. - 276 с.
5. Свистунов, Н. М. Разработка и оценка эффективности перспективных комбинированных систем тонкой очистки масла в форсированных дизелях /

Н. М. Свистунов, Г. П. Кича // В кн. «Двигатели внутреннего сгорания». - М.: ЦНИИТЭИТяжмаш, 1981. - № 4 - 81-19. - С. 7-11.

1. Седов, JI. И. Механика сплошной среды / JI. И. Седов. - М.: Наука, 1970.

* 492 с.

1. Слезкин, Н. А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости / Н. А. Слезкин.

* М.: Гостехиздат, 1955. - 519 с.

1. Смирнов, Г. А. Зарубежные центрифуги для очистки смазочного масла в двигателях внутреннего сгорания: обзор / Г. А. Смирнов. — М.:

ЦНИИТЭИтракторсельхозмаш, 1972. - 67 с.

1. Создание и оптимизация полнопоточных унифицированных масляных фильтрующих элементов для судовых дизелей с повышенным наддувом: Отчет о НИР /Дальневост. высш. инж. мор. уч-ще; Руководитель Г. П. Кича. — ХДТ- 15/82/85; ГР 01827063297; Инв. № 02870045599. - Владивосток, 1987.-319 с.
2. Соколов, В. И. Применение уравнения Колмогорова — Фоккера — Планка к расчету уноса твердой фазы суспензии из роторов сепараторов / В. И. Соколов,

А. М. Кутепов, А. А. Борисенко // Теоретические основы химической техноло­гии - 1979. - Т. 13, № 4. - С. 617-620.

1. Соколов, В. И. Центрифугирование / В. М. Соколов. - М.: Химия, 1978. - 408 с.
2. Сомов, В. А. Эффективное использование моторных масел на ручном флоте / В. А. Сомов, Г. Ф. Бенуа, Ю. JI. Шепельский. — М.: Транспорт, 1985. - 231 с.
3. Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании техно­логических процессов / А. А. Спиридонов. — М.: Машиностроение, 1981. — 184 с.
4. Справочник по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовича, И. Стиган. - М.: Наука, 1979. - 832 с.
5. Судовые энергетические установки / Г. А. Артемьев, В. П. Волошин, Ю. В. Захаров, А. Я. Шквар. - JI.: Судостроение, 1987. - 480 с.
6. Таращан, Н. Н. Идентификация области рационального использования комбинированной тонкой очистки моторного масла в судовых дизелях /

Н. Н. Таращан, Г. П. Кича // Вестник морского государственного университета. - Владивосток: МГУ, 2012. - Вып. 52. - С. 46-54.

1. Таращан, Н. Н. Моделирование в дизеле эффективности очистки мотор­ного масла комбинированным фильтрованием / Н. Н. Таращан // Научные про­блемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2011. - № 1. - С. 191-196.
2. Таращан, Н. Н. Оптимизация очистки моторного масла в судовых дизе­лях комбинированным фильтрованием / Н. Н. Таращан // Мат. девятой между- нар. науч.- практ. конф. «Проблемы транспорта Дальнего Востока» 5-7 октября 2011 г.-Владивосток: МГУ, 2011.-С. 159-161.
3. Таращан, Н. Н. Разработка конструкции саморегенерирующегося фильтра и оценка его эффективности в смазочной системе судового дизеля / Н. Н. Таращан, Г. Г. Галстян // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальне­го Востока. - 2009. - № 1. - С. 236-239.
4. Таращан, Н. Н. Тонкая очистка моторного масла в судовых дизелях ком­бинированным фильтрованием / Н. Н. Таращан, А. В. Голенищев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2008. - № 1. — С. 218—223.
5. Увеличение периодичности замены масла // Автомобильная промыш­ленность США. - 1977. - № 2. - С. 14-15.
6. Урьев, Н. Б. Малоконцентрированные дисперсные системы /

Н. Б. Урьев. - М.: Химия, 1982. — 320 с.

1. Хаппель, Дж. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / Дж. Хап- пель, Г. Бреннер. - М.: Мир, 1976. — 630 с.
2. Шабанов, А. Ю. Очерк современной автохимии. Мифы или реальность? / А. Ю. Шабанов. - СПб.: Иван Федоров, 2004. - 216 с.
3. Шапиро, Е. Г. Движение сферической частицы в стоксовом поле тече­ния вязкой жидкости с учетом действия сил Стокса и Сэффмана, а также при­соединенной массы / Е. Г. Шапиро // Аэродинамика входа тел в атмосферу пла­нет.-М.: 1983.-С. 90-101.
4. Школьников, В. М. Актуальные вопросы применения моторных масел /

В. М. Школьникв, В. Д. Резников//Двигателестроение. - 1981. — № 11. -С. 59-62.

1. Щагин, В. В. Старение и очистка дизельных масел / В. В. Шагин, JI. И. Двойрис. - Калининград: Калинингр. кн. изд-во, 1971. — 200 с.
2. Buchman, К. F The evolution of automotive oil filtration. Leamington Spa, Filtration Society’s Symposium, May 8, 1973 / K. F. Buchman // Filtration and Sepa­ration. - 1973. - Vol. 10, N 6. - P. 707-714.
3. Butler, J. L. Lube oil filtration effect on diesel engine wear / J. L. Butler, J. F. Stewart, R. E. Teasley // SAE Prepronts. -1971.-N710813.-10 p.
4. Collins, R. E. Flow of fluids through porous materials / R. E. Collins. - New York: Reinhold publ. corp., 1961. - 263 p.
5. Cox, R. G. The lateral migration of solid particles in Poiseuille flow. Theory

/ R. G. Cox, H. Brenner // Chem. Eng. Sci. - 1968. - Vol. 23. - P. 147-173.

1. Dunn, A. R. Selection of wire cloth for filtration and separation / A. R. Dunn

// Filtration and Separation. - 1980. - Vol. 17, N 10. - P. 437-451.

1. Kuhnen, N. Olfilterkombination lOOFORl-1 und 250FOR1-2 / N. Kuhnen // KFT. - 1975. - N 9. - S. 266-268.
2. New diesel oil gives extended intervals // Diesel and Gas Turbine Progress. - 1975. - Vol. 41, N 10. - P. 26-30.
3. Sakamoto, K. Trends in Japanese diesel engines and their lubrication / K. Sa­kamoto // SAE Preprints. - 1976. - N 760720. - P. 17-26.
4. Smith, J. B. Lubricating oil contramination in indirect injection diesel en­gines / J. B. Smith, A. R. Chowings // SAE Preprints. - 1976. -N 760723. - P. 18-32.
5. Snyder, D. D. Factors governing practical electrophoretic removal of charged droplets from emulsions // J. El. - Chem. Soc. - 1977. - Vol. 124, N 8. - P. 319-320.
6. Spielman, L. A. Theory for particle collection under London and gravity forces / L. A. Spielman, J. A Fitzpatrick // J. Col. Sci. - 1973. - Vol. 42, N 3. — P. 607-623.

Tichy, J. A. A model of lubrication filtration / J. A. Tichy // Trans. ASME, J. Lubric. Technol. - 1981. - Vol. 103, N 1. - P. 81-89