

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

*В.А. Лашко, д.т.н., проф., зав. каф. «ДВС»;  
Тихоокеанский Государственный Университет*

Международная научно-техническая конференция «Двигатели 2005» прошла в Тихоокеанском государственном университете в Хабаровске с 19 по 23.09.2005 г. при активном участии китайских специалистов из Цзилинского университета и университета Синьхуа. Были рассмотрены актуальные проблемы конструирования и эксплуатации ДВС:

- повышение технического уровня комбинированных двигателей;
- специальные вопросы совершенствования систем газотурбинного наддува;
- адаптивные и «интеллектуальные» двигатели;
- диагностика поршневых двигателей;
- вопросы теплообмена в камере сгорания;
- альтернативные топлива и экологические показатели;
- эксплуатационная экономичность по топливу и маслу СЭУ.

В сентябре 2005 года на базе кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ) (г. Хабаровск) прошла международная научно-техническая конференция «Двигатели 2005».

Участниками конференции были специалисты в области ДВС из Москвы, Мурманска, Новочеркасска, Красноярска, Новосибирска, Барнаула. Особую заинтересованность проявили делегации из республики Саха (Якутия): Министерство транспорта, связи и информации, Ленского объединенного речного пароходства; Российского речного регистра. Наиболее значительным было представительство специалистов дальневосточного региона. Организаторы конференции почувствовали поддержку и активное участие со стороны администраций, предприятий и организаций Хабаровского края, таких как Министерство транспорта и промышленности Правительства Хабаровского края; ОАО «Амурское пароходство»; ОАО «Дальдизель ДВ»; Хабаровская инспекция Российского морского регистра судоходства; Амурская инс-

пекция Российского речного регистра; Дальневосточный государственный университет путей сообщения (кафедра «Тепловозы и тепловые двигатели») и др.

Большую заинтересованность в тесном сотрудничестве с российскими коллегами продемонстрировали китайские ученые Цзилинского университета (г. Чаньчунь), университета Синьхуа (г. Ченьду).

На пленарном заседании были заслушаны доклады, определяющие проблемы повышения технического уровня двигателей, улучшения ресурсных показателей в условиях рядовой эксплуатации, диагностики и надежности ДВС.

Министр транспорта и промышленности Правительства Хабаровского края С.А. Зражевский уделил пристальное внимание вопросам экономичности судовых дизельных агрегатов по топливу и маслу. Болезненными проблемами остаются недостаточный срок службы ДВС, низкое качество отечественных дизельных агрегатов. В большей степени это относится к автомобильным двигателям

В докладе «Современное поршневое двигателестроение: взгляд в будущее» профессор Лашко В.А. (ТОГУ) изложил тенденции развития ДВС и агрегатов на их базе самого различного назначения. Было подчеркнуто, что в настоящее время в России ощущается дефицит в двигателях практически всех типов и назначений. Обилие импортной техники с ДВС на российском рынке является красноречивым подтверждением этому. Интегрирование России в мировое экономическое сообщество приведет к обострению ситуации с обеспечением современными российскими двигателями, обладающими высокими технико-экономическими показателями, для многих важнейших отраслей народного хозяйства и обороны.

В докладе министра транспорта, связи и информатизации Республики Саха (Якутия) Членова В.М. было отмечено, что транспорт — ключевая отрасль экономики республики. Парк ДВС на транспорте составляет около 200 тысяч единиц. Наиболее крупные из них установлены на речных и морских судах, землечерпальном флоте и

тепловозах. На речном и морском флоте начато применение фрикционно-регенерирующих составов (ФРС), что дало уже хороший эффект в виде экономии топлива, смазочного масла и снижение трудоемкости ремонта по традиционной технологии. Кажется разумным создание мобильных технологических комплексов по ремонту ДВС с использованием комплексного инструментария и новейших ремонтных материалов. В заключении министр обратился к участникам конференции с пожеланием установить более тесные связи с учеными, для научной поддержки решения проблем транспорта.

Выступление главного инженера ОАО «Амурское пароходство» Еремеева В.Н. было посвящено старению флота. Главное внимание уделено проблеме моторесурса двигателей. Замена старых судовых ДВС новыми невозможна по финансовым причинам. Также нет никаких сдвигов с внедрением современных средств диагностики. Остро стоит проблема снижения расходов на ГСМ, поскольку сегодня затраты на топливо и масло в бюджете компании составляют примерно 30 % от всех эксплуатационных расходов.

Начальник Хабаровской инспекции Российского морского регистра судоходства Сычев А.И. остановился на необходимости выполнения требований Приложения VI к МАРПОЛ 73/78, вводящего ограничения по выбросам окислов азота, серы, летучих органических соединений, озононарушающих веществ от двигателей судов, сжиганию мусора в судовых инсинераторах.

На секции **«Повышение технического уровня комбинированных ДВС и двигателей специальных конструкций»** было заслушано 8 докладов.

Особый интерес вызвал доклад Gao Ying, Li Jun, Yuan ZhaoCheng, Sun ZeQiang из Цзилинского университета по численному моделированию трехмерного турбулентного потока на участке впускной канал–цилиндр двигателя с открытой камерой сгорания в процессе впуска. Были получены результаты по моделированию структуры потока, изменению степени турбулентности в процессе движения поршня, вихревому отношению по углу поворота коленчатого вала. Даны рекомендации по проектированию как геометрии впускного канала, так и камеры сгорания.

В докладе Yuan ZhaoCheng, Ding Wanlong, Fang Hua (Цзилинский университет) был предложен метод проектирования глушителя в впускной системе двигателя на основе метода конечных элементов. Причины затухания звука проанализированы с помощью метода импеданса. Во главу угла поставлено усовершенствование глушителя с помощью контрольных замеров длины постоянной волны.

Специалисты из того же университета (кафедра «Двигатели внутреннего сгорания») Fang Huag, Li Shengcheng, Yuan Zhaocheng исследовали стальной коленчатый вал в процессе среднечастотного индукционного закалывания с использованием программного обеспечения ANSYS и метода конечных элементов. Была предсказана глубина закалки и проведен усталостный анализ закаленного и незакаленного коленчатых валов.

Скоморовский С.А. (Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет), Гаврилов В.В. и Семидетнов Н.В. (Санкт-Петербургский государственный морской технический университет) представили на обсуждение современные теоретические и экспериментальные предпосылки создания физически обоснованной модели первичного распада струи в сопловом канале дизельной форсунки.

Основные конструктивные элементы универсального кольцевого уплотнения цилиндропоршневой группы и оптимальные условия соединения поршня с шатуном КШМ, обеспечивающие повышение качества уплотнения рабочей полости двигателя, снижения потерь на трение и повышения моторесурса двигателя в целом были представлены в докладе Передерий В.Г., Зулунов Р.Х.; Передерий М.В., Кравченко В.И. (г. Новочеркасск, ЗАО «Донавтотранс», Южно-Российский государственный технический университет).

Были также заслушаны доклады по работе ДВС с золотниковым механизмом газораспределения (Лашко В.А., ТОГУ; Харченко В.С., Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск); по кинематике шарнирно-рычажного механизма роторно-поршневого ДВС, предложенного А.Ф. Дементьевым (доклад Водопьянова А.Ф., ТОГУ); по эффективности и нагруженности ТНВД при форсировании процесса топливоподачи по давлению впрыскивания (доклад Таусенева Е.И., г. Барнаул, Алтайский государственный технический университет).

На секции **«Специальные вопросы повышения эффективности систем газотурбинного наддува дизелей»** было заслушано 8 докладов.

В докладе Чехранова С.В., Симашова Р.Р., Куликова Ю.Х., Ханьковича И.Н. (Дальневосточный государственный рыбохозяйственный университет, г. Владивосток) предложена методика расчета потерь кинетической энергии в сопловом аппарате до- и трансзвуковых центробежных малорасходных турбин в широком диапазоне изменения геометрических и режимных параметров. Методика предназначена для определения потерь при моделировании рабочих процессов в проточной части малорасходной турбины и в задачах многорежимной оптимизации.

Оценка эффективности двухступенчатого наддува с газовой связью в зависимости от среднего эффективного давления была представлена Бердник А.Н. (ТОГУ).

Предложена математическая модель и метод решения задачи многорежимной оптимизации осевой до- и трансзвуковой малорасходной турбины в составе ГТУ простой схемы в детерминированной постановке. Авторы — Чехранов С.В., Симашов Р.Р., Куликов Ю.Х. (Дальневосточный государственный рыбохозяйственный университет).

Вопросам улучшения качества переходных режимов дизелей с газотурбинным наддувом посвящен доклад Тимошенко Д.В. (ТОГУ). Основное внимание было уделено геометрии проточной части турбины и компрессора.

Рассмотрены особенности универсального экспериментального стенда с турбиной приводом-тормозом в докладе Шекун Г.Д. (Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет). Стенд позволяет на одной базе проводить испытания лопаточных машин как в режиме потребления, так и в режиме отвода энергии.

Грибиниченко М.В., Самсонов А.И. (г. Владивосток, Дальневосточный государственный технический университет) представили результаты исследования подшипников на газовой смазке для турбокомпрессора поршневого ДВС. Предложена математическая модель предлагаемого типа подшипника и приведены результаты численных экспериментов. На экспериментальной установке была подтверждена адекватность полученных результатов.

Влияние гироскопического эффекта на динамику неуравновешенной роторной системы ТНА при использовании самосбалансирующего устройства пассивного типа рассмотрено в докладе Шекун Г.Д. (Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет).

На секции «**Основные направления развития интеллектуальных систем ДВС и адаптивных двигателей**» было заслушано 4 доклада.

Конкс Г.А., Лашко В.А. (ТОГУ) представили достаточно информативный доклад по интеллектуальным системам ДВС и интеллектуальным двигателям.

Коллеги из Цилинского университета Yang Shichun, Hu Changjian, Dong Wei, Zhong Xianglin, Liang Jingjing, Liu Le разработали для газового двигателя нечеткий логически объединенный PID регулятор. Алгоритм управления реализован в электронном блоке. Результаты эксперимента показывают, что этот регулятор имеет относительно малые статические ошибки при работе двигателя на холостом ходу. Изодромное регу-

лирование может улучшить реакцию при увеличении или уменьшении частоты вращения.

В докладе Yu Xiu-min, Li Xue-min, Zhang Jion-rui, Gao Yue, Yang Shi-chun, Chen Zhe, Huang Fu shi-hui (Цилинский университет) предлагается особый метод управления дизельных двигателей. Поставлены различные цели управления в соответствии с различными условиями: плавный запуск с низким уровнем выбросов вредных веществ с отработавшими газами; стабильная работа на холостом ходу; строгое ограничение выбросов с отработавшими газами при тестировании выпуска; экономичная работа в других условиях. Испытания проводились на дизельном двигателе, оснащенный электронно-распределительным насосом VP37. Выявлено, как внутренние параметры управления влияют на работу двигателя и составлена MAP схема контрольных параметров в соответствии с различными целями оптимизации. После оптимизации работа двигателя значительно улучшилась и пройден Европейский тест на выбросы с отработавшими газом ESC и ELR.

На секции «**Частичные режимы, диагностика поршневых двигателей и экономия энергоресурсов при эксплуатации дизельных локомотивов**» заслушано 10 докладов.

Горелик Г.Б., Чистяков А.Ю. (ТОГУ) представили результаты работы, посвященные исследованию дополнительного усиления амплитуды колебаний рабочих процессов топливной аппаратуры за счет вторичного эффекта на рейке ТНВД. Рассмотрен ряд особенностей вторичного эффекта, связанных с запаздыванием САРЧ и двигателя и неоднозначным влиянием на различные цилиндры дизеля. Намечены пути устранения вторичного эффекта.

Доклад Дмитриенко И.В., Погребинского З.Б. (г. Хабаровск, Дальневосточный государственный университет путей сообщения) был посвящен проблеме продления срока службы и повышению экономичности магистральных тепловозов. Эта задача решается путем замены дизелей типа 10Д100 на дизели типа Д49.

Попов В.В., Болоев П.А. (г. Улан-Удэ, Бурятский государственный университет) рассмотрели вопросы оценки влияния нагрузки на продолжительность прогрева и влияние ее на масляный слой подшипника. Выделены особенности рабочего процесса дизельного двигателя в первые минуты прогрева.

Коньков А.Ю., Дмитриенко И.В. (Дальневосточный государственный университет путей сообщения) привели результаты экспериментальных исследований топливной аппаратуры дизеля 10Д100 на безмоторном стенде с использованием в качестве диагностического сигнала

диаграммы давления топлива в трубке высокого давления. Исследования, проведенные для насосов и форсунок с различными дефектами, позволили определить ряд характерных признаков диаграммы и обосновать возможность применения предложенных диагностических параметров.

На долю дизеля приходится в среднем 45 % отказов и неплановых ремонтов тепловоза. Данную статистику привел в своем выступлении Овчаренко С.М. (Омский государственный университет путей сообщения). Контроль технического состояния деталей и узлов дизеля в процессе эксплуатации позволит повысить его надежность и в определенной степени решить задачу перехода на ремонт с учетом фактического состояния. Предложенная методика оценки износа деталей ЦПГ и КШМ дизеля основана на последовательном определении:

- накопленных значений концентраций продуктов износа в моторном масле;
- количества изношенного металла с контролируемых деталей;
- распределения продуктов износа по группам.

В докладе Конькова А.Ю., Маркелова А.А. (Дальневосточный государственный университет путей сообщения) представлены основные принципы и методики, используемые при разработке переносного диагностического прибора «Дизель Тест-ТА», применяемого при измерении диаграмм давления в трубке высокого давления дизеля в условиях рядовой эксплуатации тепловозов. Намечены пути совершенствования прибора, выявленные в ходе опытной эксплуатации.

Балабин В.Н., Какоткин В.З., Маношин А.В. (Московский государственный университет путей сообщения) предложили универсальные сверхточные беспульсационные роliko-лопастные расходомеры, позволяющие осуществлять настройку характеристик дизель-генераторов тепловозов 2ТЭ10М.

Результаты расчетного анализа различных методов оптимизации при диагностике дизеля с подбором индикаторной диаграммы были предложены Коньковым А.Ю., Маркеловым А.А. (Дальневосточный государственный университет путей сообщения). Выполнен выбор наиболее эффективного метода оптимизации и его экспериментальная проверка.

На секции «**Вопросы теплообмена в камере сгорания дизельных двигателей и тепловой напряженности цилиндра-поршневой группы**» заслушано 8 докладов.

Руднев Б.И. (Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет) затронул проблемные вопросы влияния реальных значений степени черноты и температур

деталей камеры сгорания в процессе сгорания топлива в цилиндре дизеля, учитывающей важнейшие его параметры: температуру, концентрацию частиц сажи и их оптические характеристики.

В докладе Одинцова В.И., Одинцова В.Б. (г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота) отмечены недостатки известных методов расчета процесса теплообмена в судовых двигателях внутреннего сгорания и предложена интегральная формула для расчета относительных потерь в стенке цилиндра-поршневой группы.

Руднев Б.И., Повалихина О.В. (Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет) представили результаты численного моделирования радиационного теплообмена в камере сгорания дизеля 8ЧН13/14. Расчеты, проведенные по предложенной в работе математической модели, в основу которой положен зональный метод, позволили получить локальные результирующие радиационные тепловые потоки для всех поверхностей, образующих камеру сгорания. При сравнении расчетных и экспериментальных данных получена хорошая адекватность предложенной математической модели.

На секции «**Альтернативные топлива и улучшение экологических показателей ДВС**» заслушано 6 докладов.

Li Jun, Gao Ying, Wang LiJun, Jiang HuaChun, Li Xin (Цзилинский университет) исследовали новое альтернативное топливо — ДМЕ на автомобильном двигателе с воспламенением от сжатия. ДМЕ является перспективным альтернативным топливом, однако есть и проблемы для использования его в дизельном двигателе, а именно малая вязкость ДМЕ, что ведет к большим утечкам, большая сжимаемость в жидком состоянии и летучесть в большом диапазоне изменения температур и давлений.

Hai-bo Huang, Kai-yun Lin (Университет Синхуа) проанализировали характер сгорания смеси метанола и газолина, что дает теоретическое обоснование для создания метанол-газолинового двигателя.

Данковцев В.Т., Милютина Л.В., Чулков А.В., Белоглазов А.К. (Омский государственный университет путей сообщения) усовершенствовали комбинированную систему топливоподачи газового двигателя, что позволило без использования дополнительных нагнетательных агрегатов:

- поддерживать дополнительное избыточное давление в газоаккумуляторе;
- обеспечивать оптимальные моменты впрыска газа;

➤ корректировать цикловую порцию газа и дизельного топлива в зависимости от степени нагрузки дизеля.

Басаргин В.Д. (ТОГУ) рассмотрел проблему обеспечения удаленных населенных пунктов тепловой и электрической энергией за счет использования в качестве топлива древесных отходов. Поршневой двигатель является самым экономичным преобразователем энергии и поэтому его использование в составе мини-ТЭС обеспечит наибольшую эффективность.

В докладе Lin Xuedong, Li Chao, Tao Yunfei (Цзилинский университет) представлены результаты моделирования поля потока в камерах сгорания типа AVL для автомобильных дизельных двигателей на основе компьютерной программы FIRE, предоставленной компанией AVL. Основываясь на этих материалах, был скорректирован рабочий процесс топливной аппаратуры.

Науменко О.Ф., Колесов А.С. (Новосибирская государственная академия водного транспорта) привели результаты сравнительных испытаний быстроходного дизеля со штатным и профилированным поршнем, генерирующим газодинамические колебания. Получено улучшение экономических и экологических показателей. Было замечено, что уменьшение угла опережения подачи топлива заметно усиливает полученный положительный эффект.

На секции «Улучшение эксплуатационной экономичности дизельных агрегатов по топливу и маслу» было заслушано 4 доклада.

В докладе Перминова Б.Н., Завадского С.А., Калиберда А.А. (Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского) сообщается о результатах моторных испытаний судового быстроходного дизеля, в котором применено унифицированное смазочное масло с добавками модификаторов трения. Моделируется влияние концентрации модификаторов трения, режимов работы и форсирование дизеля по среднему эффективному давлению на его износые и экономические характеристики при работе с низким угаром моторного масла.

Кича Г.П., Перминов Б.Н., Надежкин А.В. (Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского) привели результаты моделирования, оценивающие влияние угара моторного масла на основные направления его старения, изнашивание и нагара, и лакообразование основных деталей цилиндра-поршневой группы. Обоснован оптимальный угар моторного масла в дизеле, при котором достигаются самые высокие технико-экономические показатели СОД при их работе на низкосортных топливах и унифицированных судовых маслах.

В докладе Милютин Л.В., Чулкова А.В., Володина А.И. (Омский государственный университет путей сообщения) рассмотрена многофункциональная присадка «Лубризол 8411А» к дизельному топливу, которая позволяет улучшить физико-химические показатели топлива и моторного масла, экологические показатели работы тепловозных дизелей без ухудшения топливной экономичности и надежности работы систем, соприкасающихся с топливом.

Завадский С.А., Калиберда А.А. (Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского) исследовали влияние форсирования дизеля по среднему эффективному давлению на качество топлива, эксплуатационные свойства моторного масла и интенсивность его очистки в процессе изнашивания деталей ДВС. Приводятся данные по рациональному сочетанию топлива и масел с учетом форсирования дизеля и удельного индекса центрифугирования моторного масла, при котором обеспечивается ресурсосохраняющая эксплуатация судовых тронковых дизелей на топливах глубокой переработки нефти.

На секции «Судовые энергетические установки, проблемы конструирования и эксплуатации» было заслушано 4 доклада.

Лейбович М.В., Лашко В.А. (ТОГУ) представили матричный метод расчета вынужденных крутильных колебаний в силовых энергетических установках с ДВС. Разработанная методика позволяет определить амплитуды колебаний в цепной и разветвленной системах от возмущающих моментов, приложенных к моторным и крутильным массам ответвлений на потребители энергии.

В докладе Волкова М.М. (г Петропавловск-Камчатский, Камчатский государственный технический университет) рассмотрен подход к оценке риска при эксплуатации СЭУ с использованием данных постепенного износа без учета человеческого фактора.

Слесаренко В.Н., Пантелеев Г.В., Борисов А.В. (Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского) рассмотрели различные варианты схем теплоиспользования, реализованных на судовых ДВС различного типа. Установлены значения избыточных количеств теплоты и доля ее возможного использования в системах утилизации.

Соловьев С.П., Шильникова А.Н. (г. Владивосток, Дальневосточный государственный технический университет) предложили методику решения задачи топливосбережения с применением эффективного способа повышения экономичности судов путем выбора оптимальных режимов хода.