

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ИМ. ПРОФ. В.И. КРУТОВА

28 января 2004 г. в МГТУ имени Н.Э. Баумана состоялось очередное (79-е) заседание Всероссийского научно-технического семинара (ВНТС) по автоматическому управлению и регулированию теплоэнергетических установок, основанного В.И. Крутовым в 1970 г.

Во вступительном слове председательствующий на заседании д-р техн. наук, профессор В.И. Толшин (МГАВТ) остановился на результатах работы конгресса по двигателестроению и международного семинара по применению различных видов топлив, проведенных в 2003 г. в Санкт-Петербурге и Москве. Было отмечено, что в настоящее время большое внимание уделяется вопросам создания экологически “чистых” двигателей, повышения их экономичности, а также тому, что ряд отечественных заводов выпускает двигатели, работающие на природном газе; внедряются электронные регуляторы, позволяющие обеспечить оптимальные режимы работы двигателей; ведутся работы по созданию топлив, обеспечивающих снижение токсичных выбросов отработавших газов (ОГ), в частности водорода из природного газа, также было указано на необходимость использования природного газа в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) в целях снижения теплового загрязнения окружающей среды.

С докладом “Сравнительный анализ аккумуляторных топливных систем дизелей” выступили М.В. Мазинг, О.В. Олисевиц (ФГУП “НАМИ”) и Ф.И. Пинский (МГТУ “МАМИ”). В докладе представлены сравнительные характеристики топливной аппаратуры (ТА) типа Common-Rail (CR) фирм BOSCH, SIEMENS, DELPHI, DENSO, устанавливаемой на быстроходных дизелях. Объемы производства этих систем достигли 7,5 млн. комплектов в год. Основное распространение получили системы фирм BOSCH (4 млн. комплектов в год) и SIEMENS (2 млн.). При практически одинаковом характере управления процессом топливоподачи топливные системы CR различаются по конструктивному исполнению и принципам работы топливных насосов и электроуправляемых форсунок. Применяются насосы плунжерного типа (звездообразные и рядные двухплунжерные) и роторные. Все насосы обеспечивают практически одинаковое давление в аккумуляторе и необходимую производительность при относительно низкой и стабильной величине момента на приводном валу. Для дозирования топлива во

всех насосах применен принцип дросселирования на впуске, позволяющий снизить затраты мощности на привод и уменьшить нагрев топлива. Максимально создаваемое давление 135...160 МПа. Для дизелей V-образной компоновки применяют 2 или 3 аккумулятора (фирмы BOSCH и SIEMENS) или один аккумулятор топлива (фирма DENSO), для рядных двигателей — один аккумулятор. В большинстве конструкций форсунок применяется однозатворный управляющий клапан (фирмы BOSCH, DELPHI) или клапан с пьезоприводом (фирма SIEMENS). В системах третьего поколения все основные производители системы CR предполагают использовать пьезопривод с годовой программой выпуска порядка 300 тыс. штук. Системы CR первого и второго поколений обеспечивают от 1 до 5 впрыскиваний за один цикл. Для выполнения норм EURO-4 требуется обеспечивать не менее 5 впрыскиваний. Фирма AVL разработала концепцию многофазного впрыскивания — 6 впрыскиваний за цикл. В системах CR первого и второго поколения применяются распылители с 5 и 7 распыливающими отверстиями диаметром 0,12...0,16 мм. В системах третьего поколения предполагается применение распылителей с 7 и 8 распыливающими отверстиями диаметром 0,09...0,11 мм. В системах 4-го поколения специалисты фирмы BOSCH планируют использовать распылители с двухрядным расположением распыливающих отверстий.

Ю.Е. Драган (ФГУП “НИКТИД”, г. Владимир) выступил с докладом “Некоторые результаты работы по созданию аккумуляторной топливной аппаратуры дизеля”. Выполняемая работа ведется по четырем основным направлениям. В соответствии с первым направлением разработаны теоретические аспекты создания аккумуляторных топливных систем. В МГТУ имени Н.Э.Баумана разработаны математические модели рабочих процессов и процессов топливоподачи в дизеле с помощью программных комплексов “ДИЗЕЛЬ-2/4т” и “ВПРЫСК”. Специалисты НИКТИД обосновали параметры электрогидравлической форсунки (ЭГФ) с помощью математического моделирования гидродинамических процессов в гидравлических трактах ЭГФ в созданном для этих целей программном комплексе. Кроме того, уточнены методы определения объема полости аккумулятора на основе выполненного М.Н.Рахметуллаевым физического эксперимента, установившего зависимость коэффициента сжимаемости топлива от давления сжатия до 165 МПа. В соответствии со вторым направлением разработаны конструкции агрегатов топливной системы, изготовлены опытные образцы, проведены экспериментальные исследования с целью доводки их до заданных параметров. В частности, определены параметры импульсов тока на обмотке электромагнитного клапана (ЭМК)

ЭГФ, с помощью которых реализуются цикловые подачи для предварительного впрыскивания в интервале $0,42 \dots 3,55 \text{ мм}^3/\text{цикл}$, а также для основного впрыскивания в интервале $12 \dots 78 \text{ мм}^3/\text{цикл}$. Третье направление связано с разработкой, изготовлением и доводкой электронной системы управления и силовой электроники. К настоящему времени электронная система, состоящая из микроконтроллера, блока электронных ключей с коммутатором для форсунок, подготовлена для управления аккумуляторной топливной системой по командам верхнего уровня (РС IBM). Четвертое направление охватывает разработку и изготовление средств испытаний и исследований агрегатов топливной системы и системы управления. Следует отметить создание емкостных датчиков перемещения якоря ЭМК и иглы распылителя ЭГФ со вторичными приборами преобразования сигнала. В 2004 г. планируется отработка отечественной аккумуляторной топливной системы на дизеле ЗМЗ-514.10.

“Контроль удельных выбросов токсичных компонентов отработавших газов четырехтактного среднеоборотного судового дизеля при упрощенных измерениях на борту судна” — тема выступления В.И. Толшина и Д.Б. Амбросова (МГАВТ). В работе рассмотрен метод определения токсичных выбросов оксидов азота NO_x четырехтактных среднеоборотных судовых дизелей. Предложена блок-схема для определения удельных выбросов NO_x в условиях эксплуатации без применения дорогостоящих газоанализаторов (используемый для определения концентрации кислорода в ОГ дизеля датчик ДК-21 стоит 1500 рублей, тогда как газоанализатор — порядка 10 тыс. долларов США). Такой датчик, дооборудованный охладителем ОГ и приспособленный для измерений на борту судна, может быть применен для определения коэффициента избытка воздуха. Показано, что при отклонении параметров дизеля в пределах 10–15 %, погрешность расчета относительного изменения удельных выбросов NO_x составила не более 1–1,5 %. В целом метод по определению выбросов NO_x рекомендуется использовать в качестве альтернативного метода определения удельных выбросов NO_x при упрощенных измерениях на борту судна.

В докладе Б.Я. Черняка, К.А. Аманова, С.В. Воцанкина и А.Б. Смирнова (ГТУ “МАДИ”) рассмотрены возможности и преимущества использования искусственных нейронных сетей (ИНС) при разработке и калибровке обычных систем управления двигателем и построении систем нейронного управления. На конкретных примерах показана эффективность использования ИНС в задачах, связанных с построением микропроцессорных систем управления (МСУ) бензиновых ДВС. В качестве примеров рассмотрены задачи аппроксимации

функции отклика при калибровке программного управления, идентификации динамических моделей и настройке контуров динамического управления двигателем.

“Вопросы обеспечения точности автоматического управления моментом начала впрыскивания топлива автомобильного дизеля” — тема выступления А.Н. Круглова и Ю.Е. Хрящева (ЯГТУ). Рассмотрены проблемы точности установки момента начала впрыскивания топлива, возникающие при проектировании электронных систем управления (ЭСУ) дизелем. В работе показано, что исполнительный электроуправляемый механизм в совокупности с оптимальным алгоритмом управления ЭСУ должны обеспечивать необходимую, энергетически обоснованную точность. Предложен оригинальный способ динамической корректировки в ЭСУ без обратной связи.

Обоснованию методов проектирования оптимальных электромагнитных исполнительных механизмов, используемых в ЭСУ дизелей, было посвящено выступление С.В. Овчинникова, Р.О. Антошина, Ю.Е. Хрящева (ЯГТУ). В докладе были приведены основные направления развития ЭСУ дизелей, проанализированы применяемые исполнительные механизмы и методы их расчета и конструирования, дано обоснование выбора метода расчета магнитной системы, приведены математическая модель исполнительного механизма, особенности математического аппарата при использовании метода конечных элементов МКЭ для решения задач электромагнетизма и особенности его программной реализации, а также анализ исполнительных механизмов с нулевым и малым фактором устойчивости.

В докладе П.В. Федорова, К.А. Чужикова, Э.Н. Федоровой (РГАЗУ), С.В. Трофимова, С.Н. Вознюка, П.И. Шершова (ВТУ) показаны результаты разработки и исследования многофункционального корректора (МФК) системы управления дизеля дорожно-строительной машины, состоящего из исполнительного механизма (пропорционального электромагнита) и управляющего микрокомпьютера, работающего совместно с датчиками режима. Корректор позволяет обеспечить оптимизацию показателей качества переходных процессов дизеля, повысить устойчивость малых значений частоты вращения коленчатого вала за счет повышения фактора устойчивости регулятора. В то же время исполнительный механизм корректора, воздействуя на дозатор топливного насоса высокого давления (ТНВД) по командам от микрокомпьютера, защищает дизель от перегрузок по крутящему моменту, повышенной частоты вращения и предаварийной ситуации вследствие снижения давления масла или (и) повышения температурного режима выше допустимого. С помощью МФК можно в процессе работы дизе-

ля подстраивать параметры алгоритмов управления дизеля, например, изменять наклон частичных скоростных характеристик в зависимости от условий работы транспортного средства.

В работе С.Н. Девянина (НПП “Агродизель”), В.А. Маркова (МГТУ имени Н.Э. Баумана) рассмотрена математическая модель процессов впрыскивания и распыливания топлива для быстроходного дизеля. Математическая модель процесса впрыскивания построена на базе известных уравнений гидродинамики, позволяющих учитывать волновые процессы в топливопроводе высокого давления. Эти уравнения решаются совместно с уравнениями граничных условий насоса и форсунки. Значения плотности топлива и его коэффициента сжимаемости, используемые при расчете, определяются с использованием функциональных зависимостей этих физических свойств от давления и температуры топлива, учитывающих современный уровень давлений впрыскивания и возможность использования в дизеле нефтяных топлив с различными физическими свойствами (включая реактивные топлива и бензины). Проведенный анализ разработанных методов расчета подтвердил необходимость создания модели развития топливной струи, учитывающей действительный закон подачи топлива и обеспечивающей адекватное описание дальнобойности топливной струи с учетом физических явлений, происходящих в струе. Такая методика расчета разработана на основе закона сохранения импульса (или передачи количества движения). Для упрощения задачи приняты следующие допущения: 1) структура топливной струи рассматривалась в виде двух зон — фронта струи и тела струи, отличающихся между собой характером взаимодействия как внутри струи, так и с окружающим воздухом; 2) рассматривалась не отдельная капля, а группа капель и пара топлива, образованных в результате распыливания порции топлива (порция топлива представляет собой его малую часть, подаваемую через распыливающее отверстие за одно впрыскивание); 3) порция поданного топлива движется в области струи по своему закону, взаимодействуя с окружающей средой и не взаимодействуя с ранее поданными порциями топлива; 4) при достижении порцией топлива фронта струи происходит обмен энергиями между порцией и фронтом струи на основе закона сохранения количества движения; 5) фронт струи взаимодействует с окружающим воздухом, в результате чего происходит обмен энергиями на основе закона сохранения количества движения; 6) рассматривается обмен количеством движения только в прямолинейном направлении движения струи топлива. Текст программы расчета параметров топливной струи написан на алгоритмическом языке Turbo Basic. С использованием изложенной методики были проведены рас-

четы динамики развития топливных струй в топливной системе дизеля типа ЗиЛ-645 и в опытной системе топливоподачи с ТНВД 4ТН10/10 производства АЗПИ и форсункой с экспериментальным одноструйным распылителем с диаметром распыливающего отверстия 0,25 мм.

В докладе “Влияние геометрических соотношений сопловых отверстий распылителя форсунки на экономические и экологические показатели быстроходного дизеля” С.Н. Девянина (НПП “Агродизель”), В.А. Маркова, В.Л. Трифонова (МГТУ имени Н.Э. Баумана), В.А. Павлова (НЗТА), А.В. Тихонова (АМО “ЗиЛ”) рассмотрены конструктивные особенности распылителей, среди которых эквивалентное проходное сечение распылителя, расположение распыливающих отверстий, отношение длины распыливающих отверстий к их диаметру. В современных дизелях применяют форсунки с распылителями, у которых входные кромки распыливающих отверстий расположены либо в объеме полости под иглой форсунки (в колодце распылителя), либо на запирающем конусе седла иглы. К первой группе относятся распылители типа 145 производства Ногинского завода топливной аппаратуры (НЗТА), ко второй группе — распылители типа DOP 119 S 534 фирмы Motorpal (Чехия) и распылители типа 171 Алтайского завода прецизионных изделий (АЗПИ). Оценка влияния конструкции проточной части распылителей форсунок на экономические и экологические показатели проведена с использованием результатов экспериментальных исследований дизеля Д-245 (4 ЧН 11/12,5) Минского моторного завода. Дизель имел топливную систему с ТНВД фирмы Motorpal (Чехия) типа PP4M10U1f размерности 10/10 мм и форсунки ФДМ-22, которые были отрегулированы на давление начала впрыскивания 22,0 МПа. При анализе интегральных показателей токсичности ОГ на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла отмечено, что исследуемый дизель имеет показатели, удовлетворяющие требованиям норм EURO-2 к токсичности ОГ лишь при оснащении его распылителями Motorpal (по газовым составляющим). При использовании распылителей АЗПИ нормы EURO-2 не выполняются лишь по выбросам легких углеводородов CH_x , что можно отчасти объяснить несколько большей суммарной эффективной площадью распыливающих отверстий этого распылителя по сравнению с распылителями Motorpal. В связи с тем, что установка распылителей НЗТА не обеспечивает требуемых показателей токсичности ОГ по выбросам монооксида углерода CO и легких углеводородов CH_x , была проведена оптимизация отношения длины распыливающих отверстий к их диаметру. Полученные при моторных исследованиях интегральные показатели топливной экономичности и токсичности ОГ, свидетельствуют о том, что оснащение исследуемого

дизеля распылителями с уменьшенной длиной распыливающих отверстий позволяет уменьшить расход топлива на 2,1–2,6 % и сократить выбросы легких углеводородов C_xH_x с ОГ в 1,7–2,5 раза. При этом выбросы оксидов азота NO_x с ОГ у всех исследуемых комплектаций оказываются примерно одинаковыми и удовлетворяющими требованиям стандарта EURO-2. Однако при использовании распылителей с уменьшенной длиной распыливающих отверстий имеет место увеличение на 10,2–19,5 % эмиссии монооксида углерода CO, причем, требования стандарта EURO-2 по выбросам этого компонента ОГ не обеспечиваются ни одной из исследуемых комплектаций распылителей.

Д.Н. Калинин, Н.А. Иващенко, Л.В. Грехов, А.А. Жердев (МГТУ имени Н.Э. Баумана) представили доклад “Улучшение экологических характеристик автомобиля ЗИЛ-5301 при использовании в качестве топлива диметилового эфира”. Наблюдающийся в последнее время существенный рост парка автомобильного транспорта вызывает ухудшение экологической обстановки, особенно в крупных городах. Применение альтернативного топлива - диметилового эфира (ДМЭ) в качестве моторного топлива позволяет резко снизить уровень шума, исключить выбросы сажи и снизить выбросы окислов азота. Значительное различие в свойствах ДМЭ и дизельного топлива (ДТ) вызывает ряд специфических проблем. Например, с учетом более низкой плотности и теплотворной способности для сохранения мощности дизеля необходимы в 1,7...1,9 раза большие объемные цикловые подачи. При проектировании ТНВД приходится учитывать, что в силу значительно большей сжимаемости ДМЭ необходимо увеличивать в 2,4–2,7 раза запас по объемной производительности на номинальном режиме. Топливоподача и рабочий процесс дизеля при переходе на ДМЭ претерпевают значительные изменения: подача начинается позднее, ухудшается наполнение плунжерной полости и возрастает нестабильность подачи. Ввиду малой вязкости возникают проблемы запуска дизеля, утечек и долговечности прецизионных пар, подкачки топлива в линии низкого давления. Более короткий и широкий факел приводит к перераспределению тепловых нагрузок на детали цилиндропоршневой группы, перегреву деталей центральной части камеры сгорания и др. Кроме того, необходимо учитывать значительную зависимость свойств ДМЭ от температуры, что вызывает необходимость введения в систему топливоподачи терморегулятора. На основании изложенного и имеющегося опыта предлагается добавка ДМЭ в традиционные ДТ для различных моделей дизелей и режимов работы от 10 до 40 %. При этом будут сглажены или устранены полностью многие специфические проблемы питания дизеля чистым ДМЭ, улучшится протекание рабочего процес-

са. Снижение выбросов вредных веществ позволит обеспечить законодательные нормы даже на относительно старых моделях дизелей. Для подачи смесового топлива была предложена и спроектирована система безнасосной подпитки линии высокого давления диметиловым эфиром.

Доклад Л.Н. Голубкова, Э. Эсмаилзаде (ГТУ “МАДИ”) был посвящен разработке элементов топливной системы (ТС) дизеля, работающего на диметиловом эфире. Анализируя результаты моторных испытаний, выявили, что основными преимуществами использования ДМЭ в качестве топлива для дизелей является полное отсутствие дыма, существенное уменьшение выбросов NO_x , меньшая скорость нарастания давления в цилиндре и, следовательно, уровень шума, а также снижение выбросов CO . В результате экспериментального исследования ТС дизеля Д-245.12с показано, что остаточное давление на основных режимах $p_0 = 2,4 \dots 7,6$ МПа, что свидетельствует о невозможности возникновения разрывов сплошности. С другой стороны, при нагреве ДМЭ на работающем дизеле p_0 может быть около 9 МПа, что при недостаточной величине давления затяжки иглы форсунки может привести к подвпрыскиваниям. Коэффициенты изменения цикловой подачи при переходе с ДТ на ДМЭ изменяются при изменении частоты вращения и нагрузки. Подогрев ДМЭ на $20 \dots 25^\circ\text{C}$ приводит к уменьшению цикловой подачи (по массе) на 12 % на исследованных режимах, т.е. примерно в 2 раза интенсивнее, чем на дизельном топливе. Исследуя потоки топлива (ДТ и ДМЭ) через распылители, выявили, что при больших числах кавитации $k = (p_1 - p_2)/p_2$ эффективное проходное сечение распылителя μf_p и коэффициент истечения через распыливающие отверстия μ_c существенно меньше при проливке на ДМЭ (по сравнению с ДТ). При малых k ($k < 0,7 \dots 1,8$) у многоструйных распылителей с иглами, имеющими подрезанный конус, μf_p при проливке на ДМЭ превышает μf_p , полученное при проливке на ДТ, что объясняется меньшими потерями давления на запирающем конусе (более чем на порядок) вследствие малой вязкости ДМЭ. В отличие от ДТ при проливке на ДМЭ область, в которой не заметна кавитация, существенно зависит от температуры (уменьшается с увеличением температуры). При работе на ДМЭ для исключения кавитации на запирающем конусе целесообразно использование распылителей с иглой, имеющей подрезанный конус. Проведенные исследования макетного образца ТС и анализ ТС непосредственного действия позволили обосновать основные положения адаптации ТС для ее работы на ДМЭ.

Тема выступления В.И. Мальчука, А.Ю. Дунина и М.О. Беликова (ГТУ “МАДИ”) — “Система коррекции совместной подачи альтернативных топлив в камеру сгорания дизеля”. В докладе представлена система подачи альтернативных топлив (СПАТ) в камеру сгорания

(КС) дизеля. Принципиальная особенность СПАТ заключается в том, что оба топлива подаются в КС дизеля в виде смеси через общую форсунку (по одной форсунке на каждый цилиндр). Для этого в ней предусмотрено два канала для подвода к распылителю компонентов смеси. При этом первый канал, как и в серийной конструкции, сообщен с карманом распылителя и служит для подачи присадки, а второй канал, выполненный в игле, сообщен с полостью, расположенной у основания запирающей кромки иглы распылителя и предназначен для подачи дизельного топлива. Смешение двух топлив происходит в объеме у основания запирающей кромки иглы $V_{ф.см}$. Подача топлив к форсунке может осуществляться либо двумя, либо одним ТНВД (для подачи дизельного топлива) и аккумуляторной системой (для подачи альтернативного топлива), что проще с позиции компоновки на двигателе. В ходе испытаний второго варианта СПАТ (оборудованного аккумуляторной системой) было показано, что изменяя геометрические параметры системы подачи присадки и учитывая независимую подачу компонентов смеси к полости $V_{ф.см}$ как по количеству, так и во времени, можно направленно корректировать состав смеси, подаваемой в КС дизеля за время рабочего цикла.

Доклад И.В. Леонова и О.М. Головина (МГТУ имени Н.Э. Баумана) посвящен повышению экономичности машин с ДВС на ранней стадии проектирования. Гибридные машины с ДВС получают распространение из-за их более высокой экономичности и, соответственно, большего радиуса действия. Сочетание ДВС малой мощности и разгонных электродвигателей позволяет реализовать их преимущества на разных режимах работы. ДВС используется с полной загрузкой и высокой экономичностью на установившихся режимах движения, электродвигатель подключается для реализации более высокой суммарной мощности в режиме разгона. В режиме торможения электродвигатель переключается в генераторный режим и энергия аккумулируется в аккумуляторе, от которого питается электродвигатель в режиме разгона. Оптимальное соотношение мощности ДВС и разгонных электродвигателей определяется на ранней стадии проектирования и гарантирует повышение экономичности машины в режиме “разгон–торможение”.

В докладе П.В. Федорова, Э.Н. Федоровой, К.А. Чужикова (РГАЗУ), С.В. Трофимова, С.Н. Вознюка, П.И. Шерешова (ВТУ) рассмотрены вопросы разработки автоматических систем управления и контроля дизелей землеройно-транспортных машин (ЗТМ). В задачу исследований входило создание многофункциональных устройств, осуществляющих непрерывный контроль состояния моторно-трансмиссионной установки ЗТМ с целью обеспечения ее высокой надежности, оптимальной производительности и аварийной защиты ее агрегатов. В результате широкого анализа более 50 различных устройств управления и диа-

гностики зарубежных и отечественных тракторно- и автомобильно-строительных систем, а также на основе результатов исследовательских работ РГАЗУ и ВТУ обоснована целесообразность и достаточность автоматического контроля 30 параметров технического состояния ЗТМ, обеспечивающих высокую эксплуатационную надежность машины. Разработаны блок-схема многошагового алгоритма автоматического контроля, программа для бортовой ЭВМ, реализующая данный алгоритм, и комплекс технических устройств, обеспечивающих функционирование всей бортовой автоматизированной системы диагностики, включающей также средства защиты от аварийных режимов эксплуатации. Исследована и подтверждена возможность применения для анализа и индикации режимных параметров дизеля маршрутного компьютера “Мультитроникс ДИ-15”, разработанного для автомобилей ГАЗ.

“Анализ тепловых напряжений и причин возникновения трещин во втулке цилиндров судового дизеля при его эксплуатации” — тема выступления В.И. Толшина и В.А. Зяброва (МГАВТ). По статистике чаще всего образование трещин связано с чрезмерными тепловыми напряжениями вследствие нарушения теплового режима двигателя. Причинами нарушения теплового режима могут быть технология прогрева и введение под нагрузку двигателя после пуска, а также выход из строя регулятора температуры системы охлаждения двигателя. В результате личный состав эксплуатирует систему охлаждения без регулятора. Такая эксплуатация приводит к снижению температуры воды на малых режимах и увеличению температурного напряжения при резком повышении нагрузки. В целях уменьшения температурного напряжения предлагается использовать электронный регулятор типа “Эрус-А”, позволяющий программировать интенсивность изменения частоты вращения при разгоне и прогреве. Для оценки температурных напряжений предложена простая и достаточно точная инженерная методика, разработанная на кафедре “Судовых энергетических установок и автоматики” МГАВТ. Результаты расчетов показали, что для непрогретого двигателя типа Д6 (Ч 15/18) при линейном изменении частоты вращения с 600 до 1500 мин⁻¹ за 15 минут и более можно снизить максимальные тепловые напряжения минимум на 7–10 % от допустимых.

Был заслушан доклад “Исследование и разработка предложений по созданию и рациональному составу устройства дроссель-электрического нагнетания воздуха для безотказной работы бинарного дизельного двигателя” авторов Б.Е. Поликера, Л.Л. Михальского (ЗАО “Дизель-КАР”, Москва), И.А. Емельянова, В.С. Сутормина (15 ЦНИИ, п. Нахабино, Моск. обл.), А.П. Карасева, А.С. Гутмахера (ОАО НПО “Сатурн”, Рыбинск), С.А. Аникина (РусПромАвто, Москва), А.Б. Азбеля (ФГУП НТЦ НАМИ). Вследствие существенного ухуд-

шения на малых нагрузках распыливания топлива и, как следствие, смесеобразования, приводящих к разжижению моторного масла, дымлению и резкому снижению ресурса дизелей электроагрегатов, в ТУ не рекомендуется длительная работа на данных режимах. Особенно усугубляется это явление при высотной эксплуатации. Авторами проведен многопараметрический анализ режимов работы более 30 отечественных дизелей на разных высотах. Отмечено, что дизели не соответствуют современному техническому уровню по всем характеристикам. Поэтому авторами разработано и теоретически обосновано применение устройства безотказной работы дизельного двигателя (УБРД) в составе электроагрегата при работе его на различных режимах внешней нагрузки на зажимах электрогенератора. На основе УБРД разработаны технические предложения по созданию дизелей для электроагрегатов и теплоэлектростанций с применением дроссель-электрического нагнетания воздуха для бинарного дизеля, позволяющего развивать номинальную мощность дизельного электроагрегата на высоте до 4000 м. Одновременно разработаны оптимизирующий способ и устройство для частотно-импульсного регулирования режима работы дизеля в составе электроагрегата методом пропуска такта впрыскивания топлива в зависимости от внешней нагрузки на зажимах генератора. В результате обоснованы технические предложения по созданию дизелей для электроагрегатов и теплоэлектростанций с применением указанных устройств.

В завершении заседания был рассмотрен методический вопрос: доцент В.Л. Трифонов (МГТУ имени Н.Э. Баумана) представил для обсуждения методику проведения лабораторных работ по курсу “Автоматизированные системы в экспериментальных исследованиях”, читаемому студентам факультета “Энергомашиностроение”. В работе рассмотрены методы исследования элементов автоматизированных систем (датчиков, преобразователей, исполнительных механизмов), программное обеспечение систем автоматизации и особенности архитектуры различных систем.

По представленным докладам состоялась активная дискуссия, в которой выступили многие участники семинара, в том числе — профессора Л.Н. Голубков, Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, И.В. Леонов, В.А. Марков, Ф.И. Пинский, В.И. Толшин, П.В. Федоров, Ю.Е. Хрящев, Н.Д. Чайнов, Б.Я. Черняк, Г.И. Шаров.

*Ученый секретарь ВНТС,
канд. техн. наук В.И. Шатров*