

sozdaniya otechestvennogo malolitrazhnogo dizelya / A.V. Gričyuk // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. - Char'kov: NTU "CHPI", 2007. - №2. - s. 3 - 9. 5. Lisoval A.A. Vybor parametrov regulirovaniya gazovoi turbiny avtomobil'nogo dizelya / A.A. Lisoval // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. - Char'kov: NTU "CHPI", 2009. - №2. - s.

65 - 69. 6. Gots A.N. Modelirovanie vneshnich skorostnykh charakteristik dizelei/ A.N. Gots, V.V. Efros // Fundamental'nye i prikladnye problemy sovershenstvovaniya porshnevnykh dvigatelei: Materialy X mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 27-29 iyunya 2005 g. - Vladimir: VLGU, 2005. - s. 48 - 49.

УДК 629.03

**А.В. Грицюк, д-р техн. наук, А.А. Мотора, инж., Е.В. Шаповалов, инж., А.С. Жуков, инж.**

## АВТОНОМНЫЙ ДВУХРЕЖИМНЫЙ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТ ДЛЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В настоящее время очень остро ставится вопрос снижения общих затрат органического топлива при практическом увеличении количества энергии, вырабатываемой ДВС для удовлетворения человеческих потребностей. И если ранее вопросы, связанные с получением и потреблением энергии от сгорания в ДВС органического топлива, были проблемными лишь для экономик государств, зависящих от внешних поставщиков топлива, то сейчас они поднимаются даже на центральных мировых форумах по развитию силовых установок транспортных средств. Показательной в этом отношении является 6-я Международная конференция АВЛ "Силовые установки для коммерческих транспортных средств", на которой в докладе [1] был представлен прогноз по наметившемуся с 2013 года дефициту известных предложений по выработке органического топлива относительно возрастающей потребности в его использовании (рис. 1).

являются мероприятия по улучшению топливно-экономических показателей ДВС, но при продолжающемся ужесточении нормативных требований к экологическим показателям двигателей всевозможного назначения ожидать требуемой экономии топлива в эксплуатации только за счёт дальнейшего совершенствования рабочего в грядущее десятилетие не приходится.

В связи с этим интересной является наметившаяся тенденция пересмотра сложившихся стереотипов и увеличения коэффициента полезности использования силовых установок различной номинальной мощности при выполнении конкретных работ. Прежде всего это относится к грузопассажирским перевозкам, строительно-дорожным работам, работам в аграрном комплексе и использованию электроэнергии, вырабатываемой генераторными установками с приводом от ДВС. В частности под последним имеется ввиду расширение использования вспомогательных силовых установок, разрабатываемых на базе экономичных высокооборотных малолитражных дизелей (ВМД).

Впервые экономическая целесообразность передачи части функций основного двигателя наземного транспортного средства вспомогательной силовой установкой (ВСУ) показана в работе [2], где описана разработанная КП ХКБД установка ЭА10УМ, рекомендуемое применение которой в составе танка "Оплот", должно привести к экономии дизельного топлива в количестве 15,2 кг за один час эксплуатации танка. Установка разработана на базе единственного в своём роде специального двухцилиндрового малолитражного дизеля 468А-1 с горизонтальным рядным расположением цилиндров, явившегося модернизированной версией дизеля 468, предложенного в 70-х годах 20-го столетия научно-исследовательским институтом двигателей (НИИД, г. Москва).

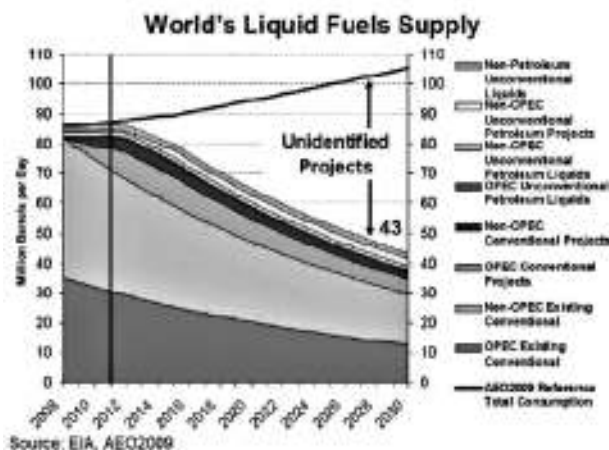


Рис. 1. Прогнозируемый дефицит предложений по добыче и реализации органического топлива относительно его потребности

Эффективными для снижения этого дефицита

Как проектная организация, имеющая большой опыт в разработке энергоагрегатов серии ЭА мощностью 8 и 10 кВт на базе дизеля 468, КП ХКБД получило государственный заказ и создало новый усовершенствованный электроагрегат АД8-П28,5-2РП (рис. 2) с приводом генератора от дизеля 2ДТАЭ собственной разработки [3, 4].



Рис. 2. Новый автономный электроагрегат АД8-П28,5-2РП (АД8)

В основу разработки электроагрегата АД8 положены следующие новые технические решения:

1. Применение в качестве привода генератора СГ-10-1С ВМД многоцелевого назначения мощностью 12,5 кВт.
2. Введение, как минимум, двух режимов длительной работы дизеля по частоте вращения коленчатого вала (КВ), выбираемых в зависимости от требуемой загрузки генератора и от режима работы (дежурный, учебный или боевой) с целью существенного уменьшения эксплуатационного расхода топлива.
3. Обеспечение полной автономности и возможности работы как на борту транспортного средства, так и в выносном варианте с установкой на грунтовую поверхность.
4. Возможность регулирования максимальной мощности генератора, исключающая перегрузку дизеля в любых условиях эксплуатации.
5. Полное гашение энергии крутильных колебаний, вызванных поступательно-движущимися и вращающимися массами деталей дизеля путём тройной вибрационной развязки.

6. Высокая ремонтпригодность, безотказность и ресурс работы электроагрегата.

Конструкторское исполнение электроагрегата АД8 представлено на рис. 3.

Как видно рисунка основными составными частями АД8 являются контейнер 1, силовой блок 2 и система управления 3 - 6.

Контейнер изготовлен в герметичном варианте, что обеспечивает движение и маневренность транспортного средства на плаву. В контейнере имеются люки (см. рис. 2), которые обеспечивают доступ к пульту управления и местам обслуживания дизеля.

Во время работы дизеля атмосферный воздух через люк "а" (рис. 3) в верхней части боковой стенки контейнера нагнетается вентилятором системы охлаждения дизеля в середину контейнера для охлаждения радиатора дизеля и электрооборудования. Выходит воздух через люк "б" в противоположной стенке контейнера. Через этот же люк осуществляется выброс отработавших газов. При неработающем электроагрегате все люки герметично закрываются с одновременной подачей электрического сигнала от датчика 12 на пульт управления.

Размещение электроагрегата в контейнере обеспечивает в стационарном режиме значительное уменьшение шума, которое на расстоянии 1 м от работающего на максимальной частоте вращения дизеля электроагрегата составляет не более 95 дБ(А), а при частичной загрузке генератора и пониженной частоте вращения КВ - не более 85 дБ(А).

Силовой блок электроагрегата состоит из:

- рамы;
- дизеля;
- привода стартер-генератора;
- стартер-генератора;
- топливной системы;
- системы охлаждения;
- выхлопной системы.

Силовой блок устанавливается в нижней части контейнера на амортизаторах, которые поглощают вибрации, возникающие при работе дизеля, и гасят их передачу на элементы контейнера (рис. 4а).

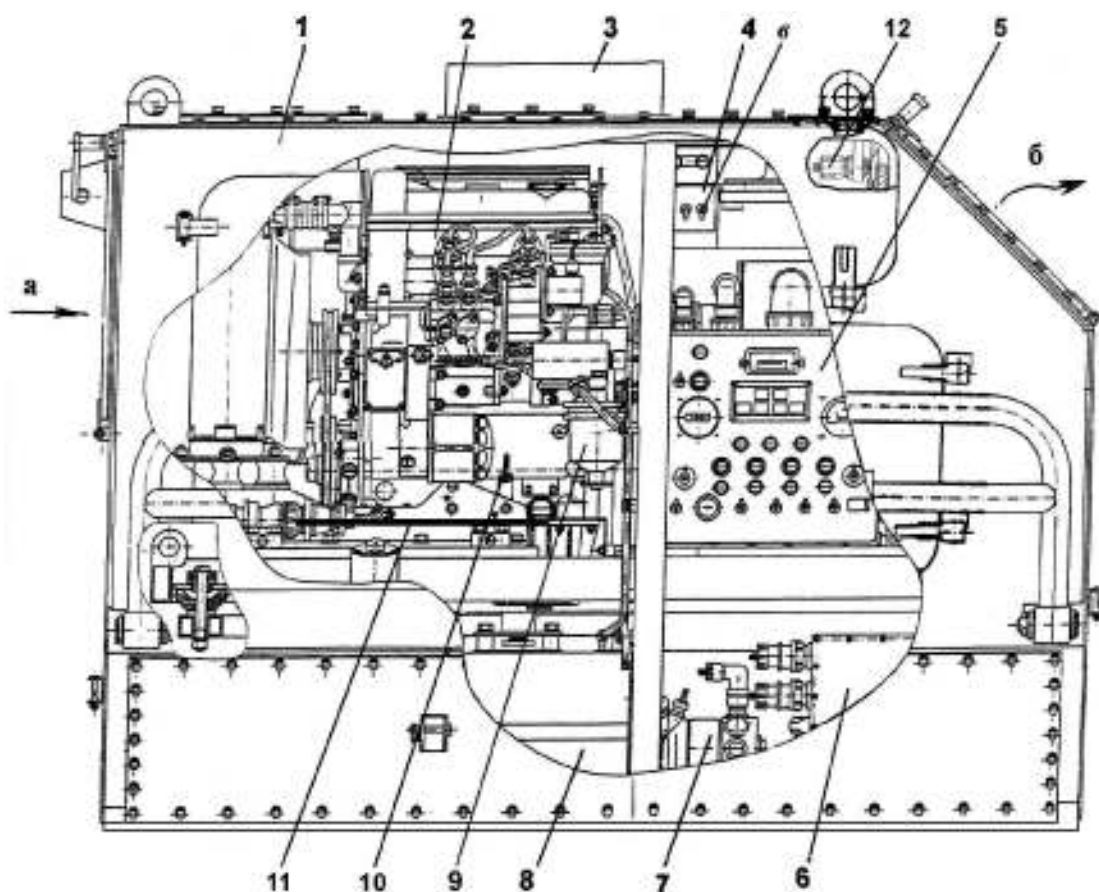


Рис. 3. Конструкция электроагрегата АД8-П28,5-2РП (вид спереди):

- 1 - контейнер; 2 - силовой блок; 3 - блок ввода-вывода БВВ; 4 - регулятор напряжения РН507; 5 - пульт управления ПУ; 6 - блок логики БЛ507; 7 - топливopодкачивающий насос БЦН; 8 - топливный бак; 9 - фильтр грубой очистки топлива; 10 - щуп уровня масла; 11 - щуп уровня топлива и ОЖ; 12 - датчик люка; а - вход воздуха в контейнер; б - выход воздуха и выхлопных газов из контейнера; в - предохранители 10А, 40А, 50А



а)



б)



в)

Рис. 4. Конструктивные решения по защите узлов электроагрегата АД8 и корпуса транспортного средства от распространения вибраций дизеля 2ДТАЭ:

- а - амортизация рамы силового блока; б - амортизация радиатора системы охлаждения; в - амортизация электроагрегата

В процессе экспериментальной отработки конструктивных решений электроагрегата была решена и проблема вибронагруженности радиатора от динамических сил, возбуждаемых дизелем, пу-

тём подбора конструкции крепления радиатора, установленного на специальные амортизаторы на индивидуальном, отдельном от двигателя, кронштейне. Конструкция данного кронштейна позво-

ляет при необходимости произвести замену амортизаторов (рис. 4б) без особой сложности. Окончательное поглощение виброколебаний всего электроагрегата происходит на виброизоляционной подвеске к стенке транспортного средства путём применения четырёх специально спроектированных эластичных опор (рис. 4в).

Система управления осуществляет выполнение алгоритма управления и обеспечивает дистанционное, полуавтоматическое и ручное управление предпусковой подготовкой, пуском, включением нагрузки, оперативный контроль за работой, подзарядку АБ транспортного средства и останов дизеля как при штатной работе, так и при возникновении аварийных ситуаций. Дистанционное управление осуществляется с пульта дистанционного управления, который подключается к блоку ввода-вывода электроагрегата и устанавливается у механика-водителя в кабине или в любом другом месте.

Конструкция дизеля и система управления обеспечивают пуск при температурах окружающего воздуха:

- до 263 К (минус 10 °С) с использованием свечей накаливания и масла для зимнего периода эксплуатации дизеля;

- ниже 263 К (минус 10 °С) после проведения предварительного разогрева опор коленчатого вала и масла в картере в локальной области маслозаборника и использования свечей накаливания.

Технические характеристики АД8 приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики электроагрегата АД8

Наименование параметра	Числовое значение
Номинальная мощность, кВт	8
Расход топлива на режиме номинальной мощности, кг/час	3,4
Расход масла на угар, кг/час	0,017
Род тока	постоянный
Номинальное напряжение, В	28,5
Масса, кг	500
Габаритные размеры, мм	
- длина	1360
- ширина	620
- высота	1000
Гарантийный срок эксплуатации, мес.	18
Гарантийная наработка, час	1000
Средний ресурс до первого капитального ремонта, час	4000

Для обеспечения двух режимов работы на АД8 установлен электромагнит ЭЛС-200 с длительным временем работы, который выводит рычаг управления регулятора топливного насоса на режим малой частоты вращения КВ дизеля [5], что позволяет электроагрегату использовать этот режим при выполнении функциональных задач электрических систем транспортного средства при их частичной загрузке.

Благодаря возможности работы дизеля на различных режимах, электроагрегат АД8 полностью обеспечивает работу всех потребителей транспортного средства, что даёт возможность функционирования его в стационарном режиме вместо основного дизеля.

Предусмотрена работа электроагрегата в условиях высокогорья на высоте 1000, 2000 и 3000 метров, для чего переключатель высокогорья на пульте управления необходимо перевести в соответствующее положение, при этом мощность электроагрегата составляет 8; 7,2 и 6,4 кВт соответственно.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что АД8 является следующим шагом в разработке ВСУ и может использоваться как автономный электроагрегат для обеспечения электроэнергией комплексов, установленных на транспортных средствах специального и народнохозяйственного назначения, ремонтных, инженерных, строительно-дорожных машин и может устанавливаться как на грунте, так и на транспортном средстве.

#### Список литературы:

1. Hellman A. *Energy Efficient Transportation - A view from the truck industry perspective* / A. Hellman, M. Alakula // Pr. 6<sup>th</sup> AVL international commercial powertrain conference. Graz Austria: Helmut-List-Halle, May 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup>, 2011. - P. 11-18.
2. Алёхин С.А. Перспективная вспомогательная силовая установка наземного транспортного средства / С.А. Алёхин, Г.К. Попов, В.В. Салтовский // Двигатели внутреннего сгорания. - 2008. - №1. - С. 5-9.
3. Тодоров П.П. Вітчизняні малолітражні дизельні двигуни / П.П. Тодоров, О.В. Грицюк, І.Т. Сляднєв / Вісті Академії інженерних наук України. - Київ: НТУУ "КПІ", 2008. - №1 (35). - С. 13-16.
4. Современные дизельные двигатели разработки КП "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" / С.А. Алёхин, А.В. Грицюк, И.А. Краюшкин, Е.Н. Овчаров // Двигатели внутреннего сгорания. - №1. - С. 4-8.
5. Электроагрегат АД8-П28,5-2РП. Керівництво з експлуатації / Затв. О.В. Грицюк. - Харків: КП ХКБД, 2011. - 101 с.

#### Bibliography (transliterated):

1. Hellman A. *Energy Efficient Transportation - A view from the truck industry perspective* / A. Hellman, M. Alakula // Pr. 6<sup>th</sup> AVL

international commercial powertrain conference. Graz Austria: Helmut-List-Halle, May 25th-26th, 2011. - P. 11-18. 2. Alechin S.A. Perspektivnaya vspomogatel'naya silovaya ustanovka nazemnogo transportnogo sredstva / S.A. Alechin, G.K. Popov, V.V. Saltovskii // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. - 2008. - №1. - s. 5-9. 3. Todorov P.P. Vitchiznyani malolitrzhni dizel'ni dviguni / P.P. Todorov, O.V. Gritsyuk, I.T. Slyadnev / Visti akademiy inzhenernich nauk ukrayni. -

Kiiv: NTUU "KPI", 2008. - №1 (35). - s. 13-16. 4. Sovremennye dizel'nye dvigateli razrabotki KP "Char'kovskoe konstruktorskoe byuro po dvi-gatelestroeniyu" / S.A. Alechin, A.V. Gritsyuk, I.A. Krayushkin, E.N. Ovcharov // Dvigateli vnutrennego sgo-raniya. - 2006. - №1. - s. 4-8. 5. Elektroagregat AD8-P28,5-2RP. Kerivnitstvo z ekspluatatsiy / Zatv. O.V. Gritsyuk. - Charkiv: KP CHKVD, 2011. - 101 s.

УДК 621.43.016.4:621.45.01

**В.В. Матвеев, асп., В.А. Пылев, д-р техн. наук, А.В. Матюха, магистр**

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РЕСУРСНОЙ ПРОЧНОСТИ ПОРШНЯ АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ УЧЕТЕ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

Постоянный рост удельной мощности двигателей внутреннего сгорания сопровождается неуклонным ужесточением требований по обеспечению их надежности и ресурса. При этом оценки ресурсной прочности теплонапряженных деталей камеры сгорания (КС) в процессе их проектирования ранее выполнялись на основе применения концепции гарантированного обеспечения ресурса технического объекта [1]. Важно, что такой подход сокращает время проектирования, но приводит к завышению запасов прочности проектируемых деталей. В то же время при увеличении уровня форсирования двигателей обеспечение ресурсной прочности теплонапряженных деталей и, в частности поршней, на основе известных подходов и концепций становится проблематичным. Последнее обстоятельство вызывает необходимость учета расширенного комплекса факторов, определяющих ресурс деталей, и перехода к концепции работы материалов на границе их прочностных возможностей [2]. Реализация последней концепции является важным практическим заданием.

Экспериментально установлено, что теплоперепад в окружном направлении кромки КС поршня может составлять 8–48 °С [3-6]. Однако, на сегодняшний день для расчетов теплонапряженного состояния поршней применяют локальные в радиальном и симметричные в окружном направлении днища поршня граничные условия (ГУ) 3-го рода. В работе [7] выполнено численное исследование температурного состояния поршня с учетом неравномерности теплоотвода в гильзу в зоне верхнего поршневого кольца. Получено, что расчетная величина накопленных повреждений кромки камеры сгорания поршня  $d_{fs}$ , являющаяся критерием его ресурсной прочности, изменяется от 0,87 при сим-

метричных ГУ до 1,059 при учете окружной несимметричности теплоотвода. Видно, что влияние несимметричной модели ГУ, как более близкой к реальной, является существенным. Однако, в работе [7] окружная неравномерность теплоотвода к поршню стороны рабочего тела КС не учтена.

Последние исследования МГТУ им. Н.Э. Баумана [8] свидетельствуют, что погрешность известных моделей при расчетах локального теплообмена в КС может достигать 30%. Таким образом, единственным достоверным способом определения ГУ является эксперимент. До проведения эксперимента целесообразно установить влияние возможной окружной несимметричности температурного состояния на ресурсную прочность поршня. Исходя из сказанного, целью данной работы является выполнение оценки влияния модели ГУ на температурное состояние поршня и его ресурсную прочность. Для достижения указанной цели в работе поставлены следующие задачи:

1. Выбор окружных симметричных и несимметричных ГУ поршня с учетом локального радиального теплообмена в камере сгорания.
2. Прогнозирование ресурсной прочности кромки КС поршня.
3. Анализ влияния различных моделей ГУ на ресурсную прочность поршня.

В качестве объекта исследования выбран поршень автотракторного дизеля 4ЧН12/14 форсированного до  $N_x=25$  кВт/л с галерейным масляным охлаждением. Для выполнения численного моделирования температурного состояния поршня были созданы его твердотельная и конечноэлементная модели. Симметричные ГУ теплообмена определены по методике [1,9] в зонах согласно рис. 1а и приведены в колонках 2 и 3 табл. 1. Окружные не-