

**На правах рукописи**



**ФАДЕЕВ Дмитрий Юрьевич**

**СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЯ  
ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ**

05.04.02. – тепловые двигатели

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Барнаул - 2011**

Работа выполнена в Военном учебно-научном центре Сухопутных  
Войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации»  
(филиал г. Омск)

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
Нефедов Дмитрий Владимирович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Мироненко Игорь Геннадьевич;  
кандидат технических наук, доцент  
Кулманаков Сергей Павлович

Ведущая организация - Центральный ордена Трудового Красного Зна-  
мени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт  
(г. Москва)

Защита состоится 3 ноября 2011 г. в 12-30 часов на заседании диссертаци-  
онного совета Д 212.004.03 при Алтайском государственном техническом  
университете им. И.И. Ползунова по адресу: 656038 г. Барнаул,  
пр. им. В.И. Ленина, 46 (тел/факс (3852) 26 05 16; E-mail: D21200403@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского государ-  
ственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, про-  
сим направлять по указанному адресу на имя ученого секретаря диссертаци-  
онного совета.

Автореферат разослан « 28 » сентября 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор технических наук,  
профессор



А.Е.Свистула

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Силовые установки относятся к числу наиболее важных и ответственных агрегатов, формирующих технико-эксплуатационные свойства и качества колесных и гусеничных машин. Наиболее широкое применение в качестве силовых установок мобильной техники нашли двигатели внутреннего сгорания. Однако широкое распространение и непрерывное ее развитие требует решения проблемы, связанной с необходимостью постоянного повышения надежности и экономичности двигателей. Особенно остро эта проблема проявляется в дизелях воздушного охлаждения (ДВО). Вопросы эффективного функционирования ДВО частично рассматривались в исследованиях Пospelова Д.Р., Эфроса В.В., Костина А.К. и других авторов. Однако в этих работах решение проблемы снижения тепломеханической напряженности деталей дизеля не рассматривалось во взаимосвязи с затратами мощности на функционирование системы воздушного охлаждения. Поэтому в настоящее время актуальными являются теоретическое обоснование и разработка практических мероприятий по обеспечению его эффективной работы без существенного увеличения затрат мощности на функционирование системы воздушного охлаждения. Таким образом, существует реальное научное противоречие, состоящее в необходимости повышения эффективности рабочего цикла, мощности и экономичности, с одной стороны, и обеспечении ограничения параметров по тепловой напряженности, затрат мощности на привод вентилятора - с другой.

**Цель настоящего исследования** стабилизировать тепловое состояние дизеля воздушного охлаждения при различных условиях его работы.

**Гипотеза исследования:** установка дополнительного вентилятора с регулируемым направлением и интенсивностью потока охлаждающего воздуха позволит стабилизировать тепловое состояние дизеля воздушного охлаждения при различных условиях его работы

Для достижения указанной цели на основании выдвинутой гипотезы были поставлены задачи:

1. Проанализировать влияние природно-климатических условий и режимов работы дизеля воздушного охлаждения на его тепловое состояние, мощностные и экономические показатели.
2. Теоретически обосновать конструктивное решение и создать систему стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения, работающего в сложных природно-климатических условиях и на различных режимах.
3. Экспериментально оценить эффективность системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения, работающего в различных условиях.
4. Выполнить техническую и экономическую оценку предложенной системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения.
5. Разработать рекомендации по использованию системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения.

**Объектом исследования** служили процессы в системе охлаждения дизеля воздушного охлаждения.

**Предметом исследования** является процесс стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения.

**Обоснованность и достоверность** результатов исследования подтверждается достаточным объемом экспериментов, применением комплекса современных информативных и объективных методов исследования, подбором современной измерительной аппаратуры, систематической её проверкой и контролем погрешностей, выполнением рекомендаций соответствующих стандартов на испытания и корректной статистической обработкой экспериментальных данных с использованием ЭВМ. Научные положения, выводы и практические рекомендации обоснованы результатами, полученными в ходе экспериментов.

**Методы и методологическая основа исследования.** Для реализации задач и достижения поставленной цели в работе использованы теоретический и экспериментальный методы, основные положения теории тепловых двигателей, классической термодинамики и теории тепломассообмена, метод графической и статистической обработки экспериментальных данных, метод анализа и обобщения материалов научной и специальной литературы

**Научную новизну** имеют следующие положения, выносимые на защиту:

1) Теоретическое обоснование и созданная система стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения, работающего в сложных природно-климатических условиях и на различных режимах.

2) Полученные результаты оценки эффективности системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения, работающего в различных условиях.

3) Научно-обоснованные рекомендации по использованию полученных результатов на образцах мобильной техники.

**Практическая ценность** работы состоит в реализации основных научных результатов при создании и исследовании системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения, работающего в различных условиях, позволяющих решить задачи:

1) Обеспечения стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения;

2) Повышения энергетических и экономических показателей дизеля воздушного охлаждения.

Новизна предложенных технических решений подтверждена тремя Патентами на полезную модель РФ.

Результаты исследования могут быть использованы при создании новых и модернизации существующих дизелей воздушного охлаждения; при проведении НИР и ОКР, а также в учебном процессе.

**Реализация результатов работы.** Материалы диссертации используются и внедрены: при выполнении курсовых и дипломных работ, а также при чтении отдельных разделов курсов лекций по дисциплинам «Двигатели военной автомобильной техники» и «Теплотехника» в Военном учебно-научном центре Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации» (филиал, г. Челябинск) и в Военном учебно-научном центре Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации» (филиал, г. Омск).

**Апробация работы.** Материалы диссертации были доложены и одобрены:

- на межвузовской научно-технической конференции «Повышение эффективности силовых установок колесных и гусеничных машин» (Челябинск, 2009); на межрегиональной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня создания автомобильных войск России, проводившейся в Челябинском высшем военном автомобильном командно-инженерном училище (г. Челябинск, 2010 г.), в НТС ОАО «НИИ Автотракторной техники» (г. Челябинск, 2010, 2011 гг.), на совместном заседании кафедр «Двигатели внутреннего сгорания» и «Колесные и гусеничные машины» Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск, 2011 г.), на межрегиональной научно-практической конференции «Производство, модернизация и эксплуатация многоцелевых гусеничных и колесных машин. Подготовка специалистов» (г. Омск, 2011 г.), на заседании кафедры «Двигатели» Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации» (филиал, г. Омск).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, в том числе 3 - в изданиях, рекомендованных ВАК, и получено три патента на полезную модель, подана заявка на предполагаемое изобретение.

Диссертация содержит 126 страницы машинописного текста, включающего 39 рисунков, 6 таблиц и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы (140 наименований), а также приложения.

## 2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** показаны актуальность темы диссертации, цель и задачи исследования, его научная новизна и практическая ценность, конкретизированы объект и предмет исследования, приведены научная новизна, практическая ценность и основные положения работы, выносимые автором на защиту, дана общая характеристика диссертационного исследования.

В **первой главе** анализируется динамика применения дизелей воздушного охлаждения на мобильной технике и гусеничных машинах. Приводятся технические характеристики объектов с дизелями воздушного охлаждения, а также условия их применения. На основании анализа существующих классификаций и особенностей систем воздушного охлаждения, а так же исходя из анализа теории аэродинамики и конструктивных особенностей ДВО, было отмечено, что равномерность распределения охлаждающего воздуха по цилиндрам и головкам зависит, в основном, от изменения статического давления по длине воздушного тракта и идентичности изготовления их межреберных каналов. От степени равномерности распределения охлаждающего воздуха по цилиндрам и головкам зависит их температурное поле.

Таким образом, было выявлено, что особенности функционирования систем воздушного охлаждения определяют **ограничение** по обеспечению свободных подвода и отвода охлаждающего воздуха.

Это может быть выполнено:

1) На основе организации подвода и отвода охлаждающего воздуха, что связано с существенным усложнением конструкции моторного отсека;

2) Переходом к эффективной в этом плане схеме системы с прососом охлаждающего воздуха, однако отличающейся повышенными затратами мощности на функционирование системы охлаждения.

Это позволило выявить проблему, состоящей в выборе рационального варианта с точки зрения затрат мощности на функционирование системы охлаждения, либо изыскания других путей обеспечения работоспособности ДВО работающих в сложных природно-климатических условиях и на различных режимах. В заключении главы формулируются цель и задачи диссертационного исследования.

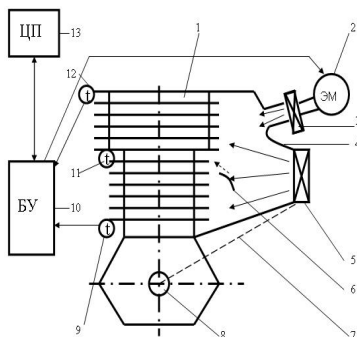
**Вторая глава** посвящена анализу разработанных автором конструктивных решений системы стабилизации теплового состояния двигателей воздушного охлаждения, теоретическому обоснованию применения системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения, а так же анализу структуры потока охлаждающего воздуха поршневого двигателя

Особое внимание, уделялось тому, что течение воздушного потока, охлаждающего детали двигателя, происходит с учетом турбулентного перемешивания. Использование системы стабилизации теплового состояния двигателя позволяет увеличить скорость и общий объем охлаждающего воздуха, а также оптимизировать его поток.

Как известно из анализа различных источников, в подавляющем большинстве случаев потоки воздуха от вентиляторов через оребрение цилиндров и головок цилиндров двигателя существенно турбулентны, то есть воздух протекает хаотично с множеством завихрений. Экспериментально установлено, что внешняя турбулентность является дополнительным инструментом для интенсификации теплообмена, т.к. она обуславливает проникновение пульсаций внешнего течения в пограничный слой обтекаемых тел и взаимодействие вихревых структур основного потока и зон отрывного течения.

Чем выше скорость вентилятора и потока воздуха сквозь оребрение, тем больше его турбулентность и следовательно вихревые турбулентные микропотоки вблизи поверхности ребер охлаждения лучше всего отводят от него тепло. Однако, с другой стороны, турбулентность существенно снижает эффективность (скорость) протекания воздуха сквозь ребра охлаждения. Теплый воздух там задерживается, вновь и вновь соприкасаясь с поверхностью двигателя, что ухудшает теплоотвод в целом. Увеличение скорости оборотов и воздухопотока собственно вентилятора не может обеспечить оптимальный температурный режим двигателя, так как это неизбежно приводит к увеличению и турбулентности воздухопотока через ребра охлаждения, то есть реальный прирост воздухопотока сквозь систему будет существенно меньше прироста числа оборотов вентилятора. Как мы видим такая система охлаждения является не эффективной.

Одним из путей выхода из данной ситуации является организация подачи дополнительного потока воздуха к отдельным головкам цилиндров и (или) цилиндрам двигателя, температура которых достигает критических значений под влиянием сложных природно-климатических условий и режимов работы. Организация подачи дополнительного потока воздуха, движущегося под углом к направлению основного, позволит увеличить скорость турбулентного ядра потока охлаждающего воздуха, что интенсифицирует теплоотвод от критически нагретых поверхностей.

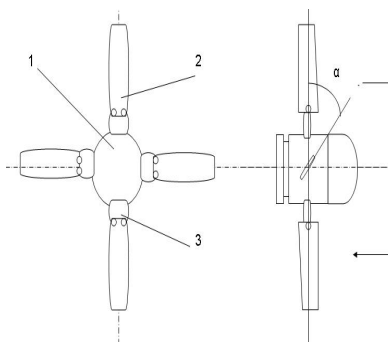


Первое конструктивное решение системы стабилизации теплового состояния ДВО показано на рисунке 1.

1- головка цилиндра; 2- электромотор; 3,5 – вентилятор; 4-направляющий кожух; 6 – дефлектор; 7-линия соединения с приводом; 8-коленчатый вал; 9,11,12-датчики температур; 10-блок управления; 13-центральный процессор

*Рисунок 1 - Схема, системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения*

Предложенная система работает следующим образом. Во время работы двигателя на пиковых режимах, когда штатный вентилятор (5) не справляется с отводом теплоты в атмосферу, вступает в действие дополнительный вентилятор (3). Данный вентилятор установлен под определенным углом к направлению основного воздушного потока, что создает эффект турбулентности в зоне ребер головки цилиндра. При этом существенным образом увеличивается интенсивность теплоотдачи от ребер к охлаждающему воздуху. Из анализа литературы и полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что для обеспечения надежной работы двигателя диапазон температур поверхностей в зоне установки датчика (12) должен лежать в пределах 180-195 °С, для датчиков (11), (9) диапазон температур составляет 85-90 °С. Причем разница температур между зонами датчика (12) и группой датчиков (11),(9) не должна превышать 95-105 °С. При увеличении данной разницы температур и происходит включение дополнительного вентилятора с помощью блока управления (10) и электромотора (2).



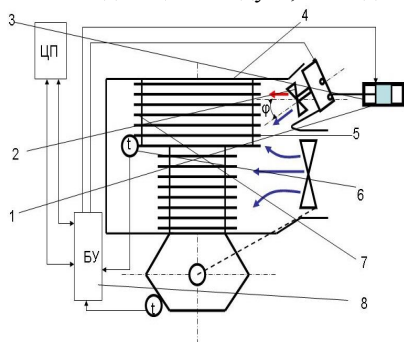
Второе конструктивное решение системы стабилизации теплового состояния показано на рисунке 2.

1- вентилятор; 2- лопасти вентилятора; 3,бимиталлическое основание лопастей вентилятора

*Рисунок 2 - Схема, системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения*

Предложенная система работает следующим образом. В первый момент пуска двигателя при его температуре ниже рабочей вентилятор организует минимальное прохождение воздушного потока через цилиндр и головку цилиндра, за счет минимального угла атаки лопастей.

По мере выхода двигателя на рабочую температуру деформация биметаллического основания 3 изменяет угол атаки  $\alpha$  лопасти 2 относительно продольной оси двигателя, тем самым увеличивая поток воздуха, охлаждающего двигатель, что приводит к четкому реагированию на изменение температур как охлаждающего воздуха, так и двигателя.

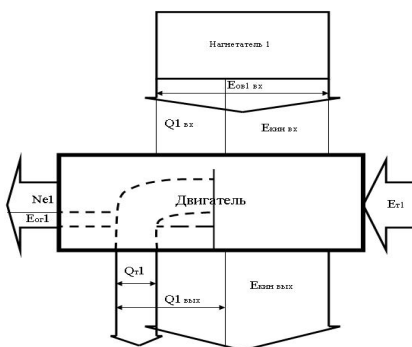


Третье конструктивное решение системы стабилизации теплового состояния ДВО показано на рисунке 3.

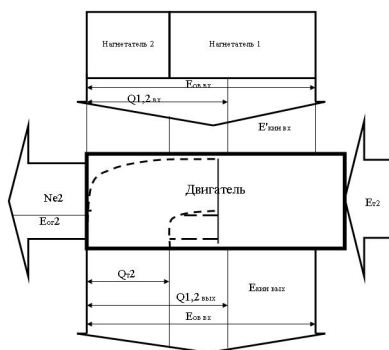
1- электромагнитный привод; 2- дополнительный вентилятор; 3- шток; 4- кожух двигателя; 5- головка цилиндра; 6- датчик температуры; 7- двигатель; 8-блок управления

*Рисунок 3 - Схема, системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушно-го охлаждения*

Предложенная система работает следующим образом. На режимах, характеризующихся докритической температурой головки цилиндра 5 двигателя 7, электромагнитный привод 1, дополнительный вентилятор 2, шток 3 находятся в исходном положении и угол  $\phi$  имеет установленное значение. При работе дизеля в сложных природно-климатических условиях и на различных режимах вследствие чего возникают критические температур в головке цилиндра и цилиндре двигателя, шток 3, электромагнитного привода 1 выдвигается и изменяет угол  $\phi$  наклона вентилятора, тем самым обеспечивает снижение температуры головки цилиндра в критических точках, за счет увеличения степени турбулизации воздушного потока в межреберных каналах. Управление электромагнитным приводом 1 производится блоком управления 8, получившим импульс с датчика температуры 6.



*Рисунок 4 - Структура изменения энергии потока охлаждающего воздуха в процессе передачи ему теплоты при работе одного вентилятора*



*Рисунок 5 - Структура изменения энергии потока охлаждающего воздуха в процессе передачи ему теплоты при работе двух вентиляторов*

**Третья глава** была посвящена проведению экспериментальным исследованиям.

В соответствии с поставленными задачами была разработана программа исследования, которая предусматривает проведение экспериментальных исследований в два этапа. В соответствии с поставленными задачами программа предусматривает проведение экспериментальных исследований в два этапа.

На первом этапе проводились стендовые исследования процесса стабилизации теплового состояния двигателя воздушного охлаждения, которые предусматривают выполнение следующих работ:

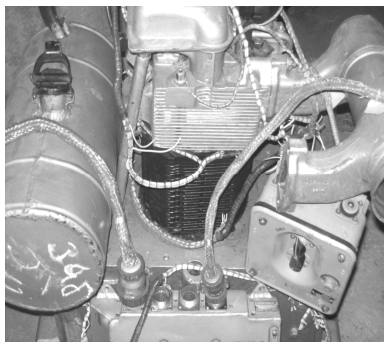
- 1) Исследование процесса стабилизации теплового состояния ДВО;
- 2) Определение параметров функционирования системы стабилизации теплового состояния ДВО.

По полученным результатам стендовых испытаний определялись закономерности функционирования системы стабилизации теплового состояния ДВО.

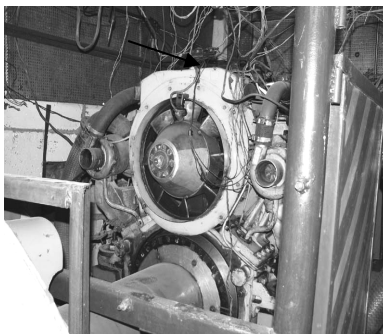
На втором этапе проводились моторные испытания на дизеле, оборудованном системой стабилизации теплового состояния ДВО по определению:

- 1) Теплового состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателя воздушного охлаждения;
- 2) Скоростной и нагрузочной характеристик двигателя в штатном исполнении и с использованием системы стабилизации теплового состояния ДВО.

По полученным результатам моторных испытаний определялась эффективность системы стабилизации теплового состояния ДВО. Для оценки эффекта процесса стабилизации теплового состояния ДВО и повышения эффективности его работы были созданы испытательный стенд и экспериментальная установка. Они оборудованы системами, устройствами и аппаратурой, обеспечивающими проведение необходимых исследований. Общий вид, принципиальная схема испытательного стенда и экспериментальной установки и расположение термопар в головке и цилиндре двигателя показаны на рисунках 6, 7 и 8.



*Рисунок 6 - Общий вид испытательного стенда*



*Рисунок 7 - Система воздушного охлаждения двигателя 8ЧВ 12/12,5 с установленной на двигатель системой стабилизации теплового состояния*

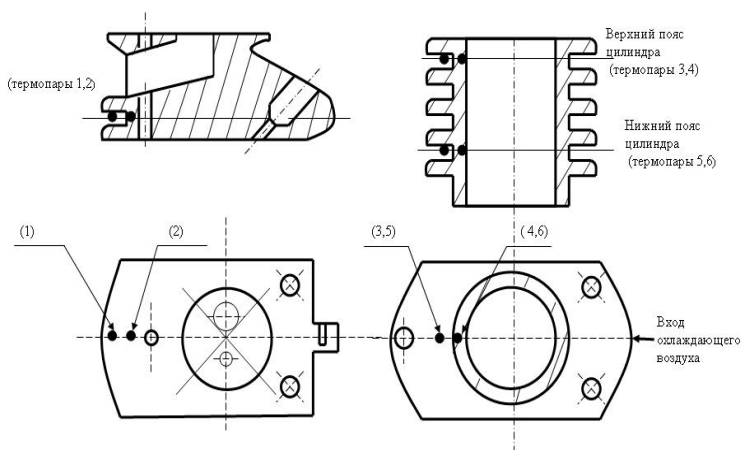


Рисунок 8 - Расположение термопар в головке и цилиндре двигателя

**Четвертая глава** посвящена анализу результатов экспериментального исследования процесса стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения. В рамках первого этапа проведения испытаний были получены зависимости, характеризующие изменение режимных параметров (рисунки 9- 14). В соответствии с принятой методикой проведения эксперимента, в качестве факторов, оказывающих влияние на характер процессов, происходящих в системе охлаждения, были приняты:

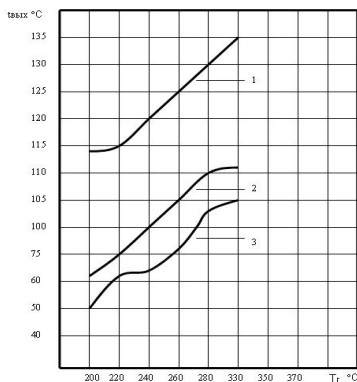
- расход охлаждающего воздуха  $G$ , кг/ч;
- давление воздуха на выходе из оребрения цилиндра и головки цилиндра  $P$ , кПа;
- температура охлаждающего воздуха на выходе из оребрения цилиндра и головки цилиндра  $t$ , °С.

Изменение одного из данных факторов оказывает существенное влияние на показатели тепловой стабилизации двигателя и значение целевой функции.

В качестве параметра оценки процесса стабилизации теплового состояния дизеля рассматривалась температура охлаждающего воздуха на выходе из оребрения цилиндра и головки цилиндра двигателя  $t_{\text{вых}}$ . В качестве параметров, которые нами изменялись, были давление воздуха в воздушном тракте температурной камеры цилиндра  $P_{\text{во}}$  температура гильзы цилиндра  $T_{\text{г}}$  и расход охлаждающего воздуха  $G_{1,2}$ .

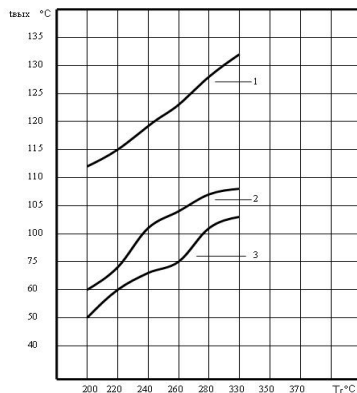
Влияние изменения  $P_{\text{во}}$  в пределах от  $P_{\text{во min}}$  до  $P_{\text{во max}}$  на температуру  $t_{\text{вых}}$  представлено на рисунках 10 и 11. На графиках видно, что при изменении  $P_{\text{во}}$  от  $P_{\text{во min}}$  до  $P_{\text{во max}}$  прослеживается незначительное снижение  $t_{\text{вых}}$ . Это объясняется тем, что плотность вещества, а именно плотность охлаждающего воздуха, взаимодействующего с поверхностью охлаждения, увеличивается. Одновременно с этим происходит увеличение  $T_u$  вследствие проникновения турбулентных пульсаций скорости в пограничный слой ребер охлаждения. Под их влиянием происходит утеря ламинарным пограничным слоем своей устойчивости. Утеря ламинарным слоем

устойчивости приводит к появлению турбулентного течения в части пограничного слоя, что в свою очередь приводит к увеличению теплоотдачи от поверхности охлаждения.



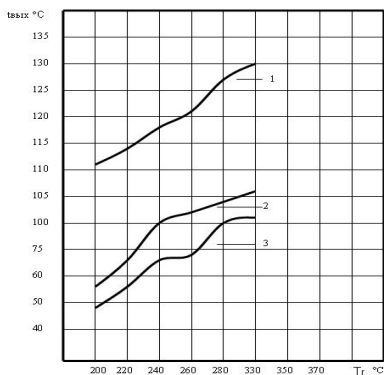
- 1- головка цилиндра двигателя;
- 2- верхний пояс цилиндра двигателя;
- 3- нижний пояс цилиндра двигателя

Рисунок 9 – Изменение температуры охлаждающего воздуха на выходе из обрешения цилиндра и головки цилиндра двигателя при  $G_1min, Pmin$



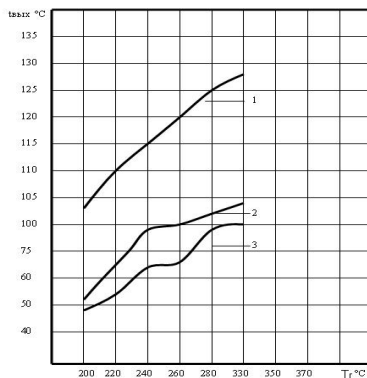
- 1- головка цилиндра двигателя;
- 2- верхний пояс цилиндра двигателя;
- 3- нижний пояс цилиндра двигателя

Рисунок 10 – Изменение температуры охлаждающего воздуха на выходе из обрешения цилиндра и головки цилиндра двигателя при  $G_{max}, Pmin$



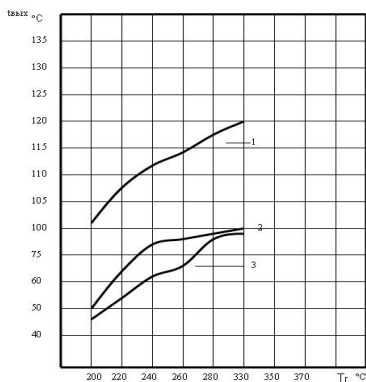
- 1- головка цилиндра двигателя;
- 2- верхний пояс цилиндра двигателя;
- 3- нижний пояс цилиндра двигателя

Рисунок 11 – Изменение температуры охлаждающего воздуха на выходе из обрешения цилиндра и головки цилиндра двигателя при  $G_{max}, P_{max}$

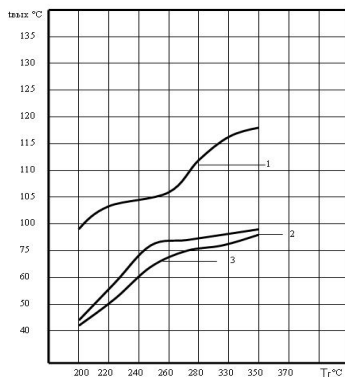


- 1- головка цилиндра двигателя;
- 2- верхний пояс цилиндра двигателя;
- 3- нижний пояс цилиндра двигателя

Рисунок 12 – Изменение температуры охлаждающего воздуха на выходе из обрешения цилиндра и головки цилиндра двигателя при  $G_1min + G_2, Pmin$



1- головка цилиндра двигателя;  
2- верхний пояс цилиндра двигателя;  
3- нижний пояс цилиндра двигателя  
*Рисунок 13 – Изменение температуры охлаждающего воздуха на выходе из оребрения цилиндра и головки цилиндра двигателя при  $G_1 \text{max} + G_2$ .*

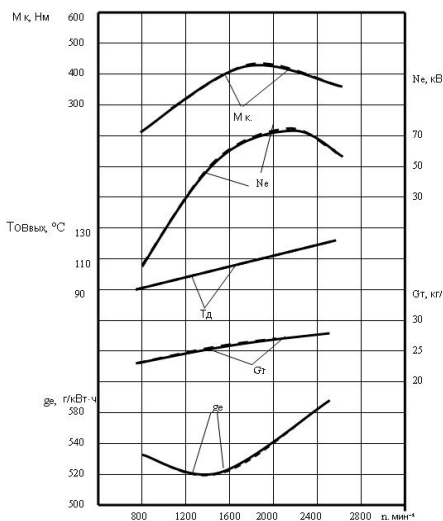


1- головка цилиндра двигателя;  
2- верхний пояс цилиндра двигателя;  
3- нижний пояс цилиндра двигателя  
*Рисунок 14 – Изменение температуры охлаждающего воздуха на выходе из оребрения цилиндра и головки цилиндра двигателя при  $G_1 \text{max} + G_2 \cdot P \text{max}$*

Влияние изменения  $G_1$  от  $G_{1\text{min}}$  до  $G_{1\text{max}}$  на температуру  $t_{\text{вых}}$  представлено на рисунках 9 и 10. На графиках видно, что при изменении  $G_1$  от  $G_{1\text{min}}$  до  $G_{1\text{max}}$  прослеживается снижение  $t_{\text{вых}}$ . Это объясняется тем, что количество охлаждающего воздуха, подаваемое вентилятором, и его скорость прохождения через оребрение цилиндра и головки цилиндра растет. Рост количества охлаждающего воздуха, взаимодействующего с поверхностью охлаждения, приводит к увеличению  $T_u$  за счет увеличения проникновения турбулентных пульсаций скорости в пограничном слое, что в итоге так же приводит к увеличению отвода тепла с поверхности охлаждения.

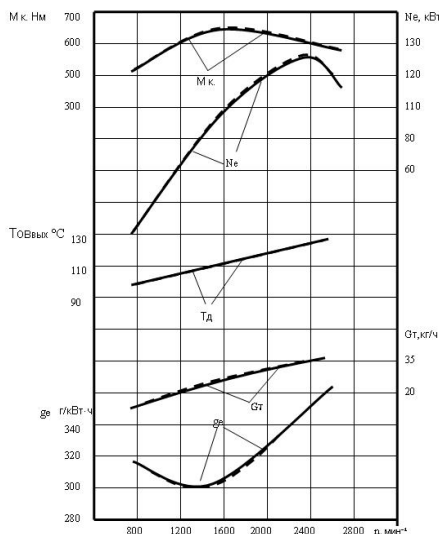
Результаты влияния подачи дополнительного потока охлаждающего воздуха в систему охлаждения показаны на рисунках 12 и 14. Из анализа видно, что при включении дополнительного вентилятора происходит увеличение турбулизации потока охлаждающего воздуха и следовательно происходит снижение  $t_{\text{вых}}$ . Это связано с тем, что происходит увеличение скорости проникновения турбулентных пульсаций скорости в пограничном слое. При этом теплый воздух повторно не соприкасается со стенками ребер охлаждения, за счет чего увеличивается коэффициент теплоотдачи. Анализ полученных результатов, дал возможность констатировать благоприятное влияние изменения турбулизации воздушного потока охлаждающего воздуха на процесс стабилизации температурного состояния ДВО. Анализ поведения температуры охлаждающего воздуха на выходе из оребрения цилиндра и головки цилиндра двигателя в ходе эксперимента свидетельствует о возможности применения системы стабилизации теплового состояния ДВО.

В рамках второго этапа проведения испытаний проводились моторные испытания на дизеле, оборудованном системой стабилизации теплового состояния ДВО. В соответствии с методикой проведения испытаний были получены данные изменения крутящего момента  $M_k$ , эффективной мощности  $N_e$ , часового расхода топлива  $G_t$  и удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  при работе дизеля на режиме соответствующего положению органа управления подачей топлива на 50 и 75 % от максимальной подачи топлива (частичные скоростные характеристики), что позволило оценить влияние использования системы стабилизации теплового состояния двигателя на их изменения. На рисунках 15 и 16 представлены зависимости основных показателей работы дизеля на режиме соответствующем положению органа управления подачей топлива на 50 и 75% от максимального.



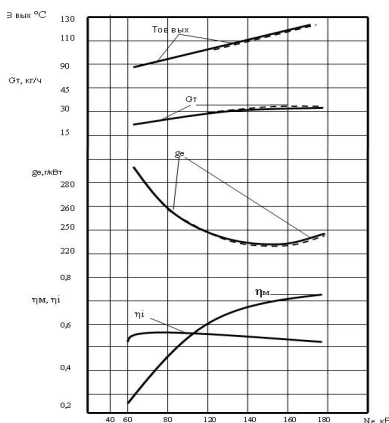
- положение органа управления подачей топлива на 50% от максимальной  
включение системы стабилизации  
- - - теплового состояния двигателя

Рисунок 15 – Скоростная характеристика дизеля 8 ЧВ 12/12,5 при положении органа управления подачей топлива на 50 % от максимальной



- положение органа управления подачей топлива на 75% от максимальной  
включение системы стабилизации  
- - - теплового состояния двигателя

Рисунок 16 – Скоростная характеристика дизеля 8 ЧВ 12/12,5 при положении органа управления подачей топлива на 75 % от максимальной



— штатная система охлаждения  
 - - - включение системы стабилизации  
 теплового состояния двигателя

*Рисунок 17 – Нагрузочная характеристика дизеля 8 ЧВ 12/12,5 при включении системы стабилизации теплового состояния двигателя*

Анализ скоростных и нагрузочных характеристик показал, что использование системы стабилизации теплового состояния позволит снизить температуру цилиндров и головок цилиндров дизеля, тем самым обеспечит возможность повышения мощностных и экономических показателей.

Проведена технико-экономическая оценка эффекта применения системы стабилизации теплового состояния дизеля воздушного охлаждения. Расчеты показали, что снижение удельного эффективного расхода топлива при установке на дизель системы стабилизации теплового состояния составляет 3,6%, а увеличение мощности дизеля при установке на него системы стабилизации теплового состояния составляет 3,5 %. Эффективность внедрения составляет 100380 рублей, что с учетом модернизации системы охлаждения автомобиля Урал-55223 позволит окупить установку на него системы стабилизации теплового состояния ДВО за 1 год 2 месяца.

В результате проведения исследования о влиянии системы стабилизации теплового состояния ДВО на эффективность его работы выработан ряд рекомендаций.

Для полноты реализации процесса стабилизации теплового состояния ДВО необходимо:

1. Повышение степени турбулизации потока охлаждающего воздуха  $Tu$ , как основополагающего фактора, влияющего на скорость проникновения турбулентных пульсаций скорости в пограничном слое, и следовательно, увеличения коэффициента теплоотдачи на 9-20%.

2. Проводить оценку эффективности функционирования системы стабилизации теплового состояния ДВО, с использованием скорректированной методики снятия скоростных и нагрузочных характеристик дизеля, учитывающих тепловое состояние двигателя.

3. Для повышения удельных мощностных и экономических показателей ДВО использование системы стабилизации теплового состояния является целесообразным, перераспределение мощностных затрат, используемых приводом штатного вентилятора и приводом вентилятора системы стабилизации теплового состояния на 9-20%.

4. Для реализации корректировки процесса стабилизации теплового состояния ДВО согласовать места размещения термоэлементов на цилиндре и головке цилиндра двигателя.

5. Для реализации корректировки процесса стабилизации теплового состояния ДВО согласовать угол наклона дополнительного вентилятора по отношению к направлению основного потока охлаждающего воздуха. Угол наклона должен находиться в пределах от 12° до 31°.

6. Выполнить корректировку процесса топливоподачи, с учетом взаимодействия штатной системы охлаждения с системой стабилизации теплового состояния ДВО путем перенастройки характеристики термосплавного элемента на открытие при температуре на 8°С ниже штатной.

### 3 ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В итоге выполненных исследований получены следующие новые научные и практические результаты:

1. Проанализировано влияние природно-климатических условий и режимов работы дизеля воздушного охлаждения на его тепловое состояние, мощностные и экономические показатели.

2. Разработана и защищена тремя свидетельствами на полезную модель (свидетельство на полезную модель №85952, №93884, №107290) система стабилизации теплового состояния двигателя воздушного охлаждения.

3. Теоретически установлена целесообразность увеличения степени турбулентности потока охлаждающего воздуха пересечением потоков для стабилизации теплового состояния двигателя воздушного охлаждения, а также повышения мощностных и экономических параметров двигателя.

4. Моторные испытания по влиянию системы стабилизации теплового состояния ДВО, на скоростные и нагрузочные показатели дизеля выявили повышение мощностных и экономических показателей. Применение данной системы позволило снизить удельный расход топлива на 3,6% и повысить мощность на 3,5%.

5. Экономическая оценка показывает, что применение системы стабилизации теплового состояния ДВО, и повышение ею мощностных и экономических показателей позволяет окупить затраты, связанные с ее внедрением и разработкой, за 1 год и 2 месяца и получить эффект от внедрения данной системы в 100380 рублей.

6. Разработаны научно обоснованные рекомендации по использованию предлагаемой системы стабилизации теплового состояния ДВО, на образцах мобильной техники, реализующие процесс управления турбулизацией потока охлаждающего воздуха.

**Основные положения диссертации опубликованы в работах:**

***В изданиях, рекомендованных ВАК:***

1. **Фадеев Д.Ю.** Повышение эффективности теплоотвода двигателя воздушного охлаждения в отсеке с ограниченным воздухообменом /Д.Ю.Фадеев// Науч. вестник ЮУрГУ. Машиностроение - 2009. – Вып. 33. – С. 81-83.

2. **Фадеев Д.Ю.** Система стабилизации теплового состояния двигателя воздушного охлаждения в отсеке с ограниченным воздухообменом /Д.Ю.Фадеев // Вестник академии военных наук. - 2010. – Вып. 30. – С. 237-240.

3. **Фадеев Д.Ю.** Особенности процесса газообмена двухтактных двигателей внутреннего сгорания и методы его совершенствования /Д.Ю.Фадеев, Хомутов А.А.// Вестник академии военных наук. - 2010. – Вып. 30. – С. 240-243.

***В других изданиях:***

4. **Фадеев Д.Ю.** Система обеспечения эффективного теплового состояния двигателя воздушного охлаждения в отсеке с ограниченным воздухообменом /Д.Ю.Фадеев// Науч. вестник. ЧВВАКИУ. – Вып. 25. – Челябинск: ЧВВАКИУ, 2009. - С. 102-104.

5. **Фадеев Д.Ю.** Влияние глубины охлаждающего воздуха на основные показатели дизеля /Д.Ю.Фадеев// Науч. вестник. ЧВВАКИУ. – Вып. 26. – Челябинск: ЧВВАКИУ, 2009. - С. 65-68.

6. **Фадеев Д.Ю.**Повышение эффективности показателей двигателя 2 ЧВ 8,2/7,8 путем совершенствования процесса сгорания /Д.Ю.Фадеев// Науч. вестник. ЧВВАКИУ. – Вып. 23. – Челябинск: ЧВВАКИУ, 2009. - С. 52-54.

7. **Фадеев Д.Ю.** Оптимизация параметров надувочного воздуха в дизелях/Д.Ю.Фадеев// Науч. вестник. ЧВВАКИУ. – Вып. 27. – Челябинск: ЧВВАКИУ, 2010. - С. 23-26.

8. **Фадеев Д.Ю.**Влияние расхода охлаждающего воздуха на тепловое состояние деталей, тепловой баланс, параметры системы охлаждения и экономичность двигателя воздушного охлаждения / Д.Ю.Фадеев // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: материалы XI Международной науч.- практич. конф. - Т. 2 – Омск, 2011. – С. 113 – 116.

9. **Фадеев Д.Ю.** Обеспечение стабильности характеристик форсированных двигателей совершенствованием энергопреобразовании применением метода параметрической избыточности/ Д.Ю. Фадеев // Вестник Сибирского отделения Академии военных наук. - № 10 - 2011. – С. 381–385.

10. **Фадеев Д.Ю.** Система воздушного охлаждения двигателя: Патент на полезную модель RU 85952 F01P 1/00 U1/ Н.Е. Фадеев Д.Ю., Александров, Д.В. Нефедов, Р.Р. Шарипов. – Опублик. 20.08.2009 Бюл. № 23.

11. **Фадеев Д.Ю.** Устройство поддержания рабочей температуры двигателя внутреннего охлаждения: Патент на полезную модель RU 93884 F01P 1/00 U1/ Н.Е. Фадеев Д.Ю., Александров, Д.В. Нефедов, В.И. Нефедов. – Опублик. 10.05.2010 Бюл. № 13.

12. **Фадеев Д.Ю.** Система воздушного охлаждения двигателя внутреннего сгорания: Патент на полезную модель RU 107290 F01P 1/00 U1/ Фадеев Д.Ю., Кукис В.С., Терещенко Е.С. – Опублик. 10.08.2011Бюл. № 22.

Подписано в печать 28.09.2011. Формат 60х84 1/16.

Печать – цифровая. Усл.п.л. 0,93.

Тираж 100 экз. Заказ 2011 - 576

Отпечатано в типографии АлтГТУ,  
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46  
тел.: (8–3852) 29–09–48

Лицензия на полиграфическую деятельность  
ПЛД №28–35 от 15.07.97 г.