

**Филатов М.И.<sup>1</sup>, Трунов В.В.<sup>2</sup>, Конопля В.В.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Оренбургский государственный университет<sup>2</sup>Бузулукский гуманитарно-технологический институт

E-mail: tv7-7-7@yandex.ru

## **УПРАВЛЕНИЕ ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ АВТОМОБИЛЯ ЗА СЧЁТ ТЕПЛООБМЕНА ПОДКАПОТНОГО ПРОСТРАНСТВА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ**

В работе рассмотрен теплообмен подкапотного пространства с двигателем и окружающей средой. Приводится описание процессов, способствующих изменению параметров теплообмена двигателя с подкапотным пространством и подкапотного пространства с окружающей средой. Описаны режимы работы термостата в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

Изысканы возможности дополнительной экономии топлива на автомобилях в процессе эксплуатации. Установлены зависимости изменения объёма выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами: оксидов азота, углеводородов и др. Установлено, что управляя теплообменными процессами подкапотного пространства достигается снижение выбросов NOx с отработавшими газами на 4,9%.

Так же управляя теплообменными процессами подкапотного пространства достигается повышение эффективности эксплуатации автомобиля за счёт уменьшения времени прогрева на 5,3% и увеличения времени остывания двигателя на 20,3%. При этом данный вклад вносит только верхняя решётка радиатора, перекрывая её уменьшаем теплообмен с окружающей средой.

Исследования проводились на двигателе с распределённым впрыском топлива и с применением современного оборудования. Одновременно фиксировалась температура с восьми каналов (восемью датчиками), расположенных как внутри, так и вне подкапотного пространства в характерных зонах. При проведении экспериментальных исследований автомобиль находился в естественных условиях эксплуатации с наблюдением условий по свободному отводу тепла и при отсутствии условий, ускоряющих процесс отвода. Все эксперименты повторялись неоднократно и при различных температурных условиях окружающей среды.

Достигнутые результаты позволяют снизить негативное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду за счёт снижения объёма выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами.

**Ключевые слова:** подкапотное пространство, температурный режим, загрязняющие вещества, отработавшие газы, топливная экономичность, экологическая безопасность.

Вопросы повышения топливной экономичности автомобилей являются наиболее актуальными на сегодняшний день. Над ними работают производители автомобильной техники, эксплуатационники и ученые всех стран мира. По данным исследования, проведенного компанией Wards Auto, число автомобилей, зарегистрированных в масштабах всего мира, превысило миллиард еще в 2010 году [1]. Общее количество транспортных средств, включая легковые автомобили, грузовики различных классов (не считая тяжелый внедорожный транспорт) и автобусы, в 2010 году составило 1,015 млрд единиц. Согласно прогнозу Международного энергетического агентства (IEA), к 2035 году количество автомобилей во всем мире достигнет 1,7 миллиарда экземпляров.

Сокращение расхода топлива даже на доли процента приведет к уменьшению потребления миллиардов тонн невозполнимых природных ресурсов, что, конечно же, не решит проблему полностью, но хотя бы позволит отдалить человечество от этой опасной черты.

Постоянно происходит ужесточение требований к показателям экологической безопасности автомобиля, которые направлены на сокращение вредного воздействия на окружающую среду и снижение токсичных выбросов [2]. Доля автомобильного транспорта в общем загрязнении в развитых странах мира, в среднем, составляет около 40%, а в мегаполисах этот показатель доходит до 80%. Среди многообразия источников негативного воздействия автомобиля на окружающую среду особую роль играют загрязняющие вещества, содержащиеся в отработавших газах. Естественно, снижение потребления топлива автомобильным транспортом влечёт и снижение выбросов загрязняющих веществ. Но даже при идеальном процессе сгорания углеводородного топлива в атмосферу выбрасывается огромное количество углекислого газа, который поднимается в верхние слои атмосферы и, по мнению многих учёных, усиливает «парниковый эффект». Кроме того, при сгорании топлива в автомобильном двигателе образуется большое количество тепла, что

усугубляет действие «парникового эффекта». Поэтому повышение топливной экономичности способствует снижению выбросов загрязняющих компонентов.

Что же касается автоперевозчиков и владельцев автотранспортных средств, то для них топливная экономичность – это чистая экономическая выгода. Основная доля затрат в автомобильных перевозках – это затраты на топливо. Даже незначительное снижение эксплуатационных затрат даёт значительный экономический эффект. Поэтому задача эксплуатационников – бороться за каждую долю процента повышения топливной экономичности.

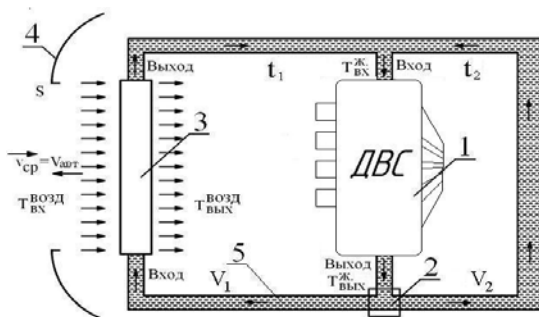
Современные производители во главу угла ставят вопросы экологической безопасности двигателей, поэтому изменяют рабочие температурные режимы таким образом, чтобы получить низкую токсичность отработавших газов. Состав отработавших газов и топливная экономичность зависят от режима работы двигателя и его систем, при этом не маловажную роль играет тепловой режим двигателя и подкапотного пространства в целом.

Схема теплового баланса подкапотного пространства представлена на рисунке 1 [5].

На сегодняшний день одним из основных узлов двигателя, отвечающего за температурный всего подкапотного пространства является термостат.

Работу термостата можно представить в виде следующих стадий ( $V$  – общий объём охлаждающей жидкости):

– клапан термостата закрыт: объём жидкости, движущейся по большому кругу  $V_1 \rightarrow 0$ , а объём жидкости, движущейся по малому кругу



1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – термостат; 3 – радиатора; 4 – бампер; 5 – трубопроводы

Рисунок 1. Тепловой баланс подкапотного пространства

$V_2 \rightarrow V \rightarrow 100\%$ . Этот режим соответствует прогреву двигателя и любой отвод тепла в окружающую среду, при данном режиме, будет приводить к повышению расхода топлива. При этом температура охлаждающей жидкости на входе в двигатель  $T_{ВХ}^{Ж} \approx t_2$ . Чем больше  $t_2$  отличается от  $T_{ВЫХ}^{Ж}$  тем больше расход топлива на прогрев двигателя;

– клапан термостата открывается или закрывается: при прогреве двигателя, когда клапан открывается, в систему поступает охлаждающая жидкость с низкой температурой, поэтому у двигателя происходит понижение температурного режима, что приводит к увеличению расхода топлива двигателем; если клапан закрывается, то двигатель не прогрет и требуется дополнительные затраты топлива на поддержание температурного режима;

– клапан термостата полностью открыт: объём жидкости, движущейся по большому кругу  $V_1 \rightarrow V \rightarrow 100\%$ , а объём жидкости, движущейся по малому кругу  $V_2 \rightarrow 0\%$ . Этот режим соответствует прогреву двигателю и изменяя объём воздуха, проходящего сквозь радиатора, можно регулировать температурный режим. При этом температура охлаждающей жидкости на входе в двигатель  $T_{ВХ}^{Ж} \approx t_1$ . Чем больше  $t_1$  отличается от  $T_{ВЫХ}^{Ж}$  тем интенсивнее будет происходить падение температурного режима двигателя. В совокупности, изменяя объём жидкости и воздуха, проходящих через радиатор, достигается возможность точного регулирования диапазона рабочих температур двигателя и уменьшения их интервала.

При пуске двигателя основная задача системы охлаждения сводится к набору и аккумулярованию тепла и вывод двигателя на установившийся температурный режим, при этом любой отвод тепла в окружающую среду увеличивает время прогрева [3]. После остановки двигателя основная задача системы охлаждения сводится к сохранению тепла до следующего пуска двигателя. Всё это приобретает особую актуальность в зимний период, когда тепло из подкапотного пространства выходит в окружающую среду, при этом наличие ветра значительно увеличивает отдачу тепла. По факту увеличение количества отданного тепла в окружающую среду на неустановившихся температурных режимах (при темпера-

туре охлаждающей жидкости ниже рабочей) приводит к увеличению времени прогрева и уменьшению времени охлаждения двигателя.

Проведя экспериментальные исследования по измерению температуры воздуха в подкапотном пространстве при прогреве двигателя и различных температурах окружающей среды, были построены зависимости. Характерные из них приведены на рисунках 2 и 3 [6].

Датчики устанавливались в следующих местах:

– 1 датчик измерял температуру охлаждающей жидкости и устанавливался рядом со штатным датчиком температуры двигателя;

– 2 датчик измерял температуру на выходе из термостата на «большой круг» системы охлаждения и монтировался в патрубок системы;

– 3 датчик измерял температуру воздуха внутри подкапотного пространства в верхней части радиатора, напротив верхней решётки радиатора;

– 4 датчик измерял температуру воздуха перед радиатором (снаружи подкапотного пространства) в радиаторной решётке над бампером;

– 5 датчик измерял температуру воздуха перед радиатором (снаружи подкапотного пространства) в радиаторной решётке под бампером;

– 6 датчик измерял температуру воздуха внутри подкапотного пространства в нижней части радиатора, напротив нижней решётки радиатора;

– 7 датчик измерял температуру картера двигателя;

– 8 датчик измерял температуру над выпускным коллектором.

На рисунке 2 после 7,5 минут прогрева начал открываться термостат двигателя, что привело к резкому скачку температуры в подкапотном пространстве.

На рисунке 4 и 5 представлены зависимости времени прогрева и охлаждения двигателя

при различных температурах окружающей среды.

Чем ниже температура окружающей среды, тем быстрее остывает подкапотное пространство и наоборот. Отрицательные температуры влияют на время нагрева охлаждающей жидкости, а следовательно и на прогрев двигателя, например при понижении температуры окружающей среды на 10°C, т. е. с минус 10°C до минус 20°C, время прогрева увеличивается на 5 минут. Понижению температуры окружающей среды при не работающем двигателе на 10°C приводит к уменьшению времени охлаждения двигателя на 80 минут.

Проведя аналогичные исследования при закрытой верхней решётке радиатора было

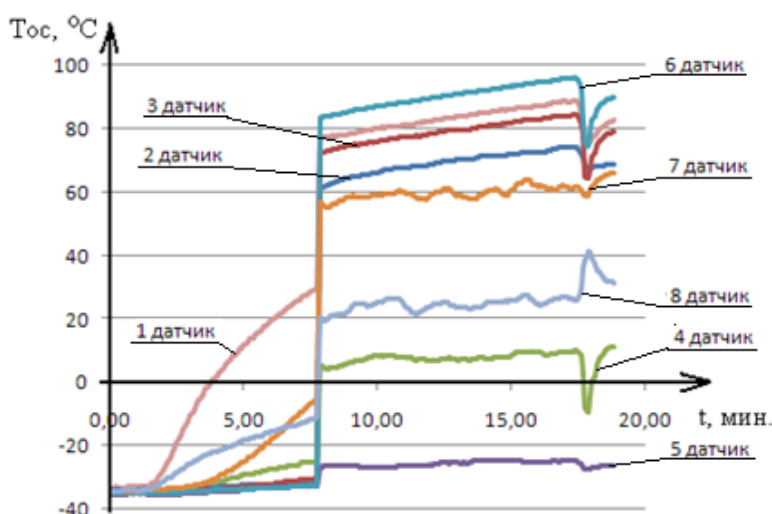


Рисунок 2. График изменения температуры в подкапотном пространстве при прогреве двигателя при температуре окружающей среды ниже минус 25°C

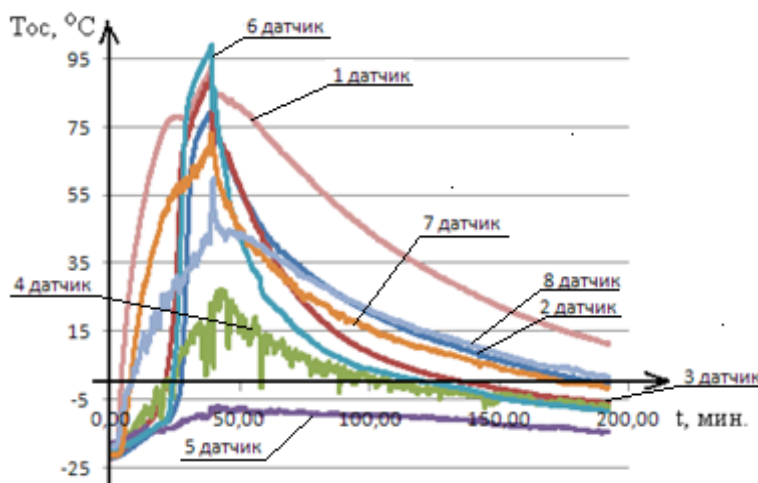


Рисунок 3. График изменения температуры в подкапотном пространстве при прогреве и охлаждении двигателя при температуре окружающей среды ниже минус 15°C

установлено, что время прогрева двигателя сократилось на 5,3%, а время охлаждения (при неработающем двигателе) увеличилось на 20,3%.

Теплообмен подкапотного пространства оказывает влияние на температурный режим двигателя, что в свою очередь приводит к изменению объёмов выбросов вредных веществ с от-

работавшими газами. Проведя исследования по определению токсичности отработавших газов в зависимости от температуры охлаждающей жидкости, было установлено, что температура в наибольшей степени влияет на объёмы оксидов азота (рисунок 6) и углеводороды (рисунок 7). Отклонение температуры в большую или мень-

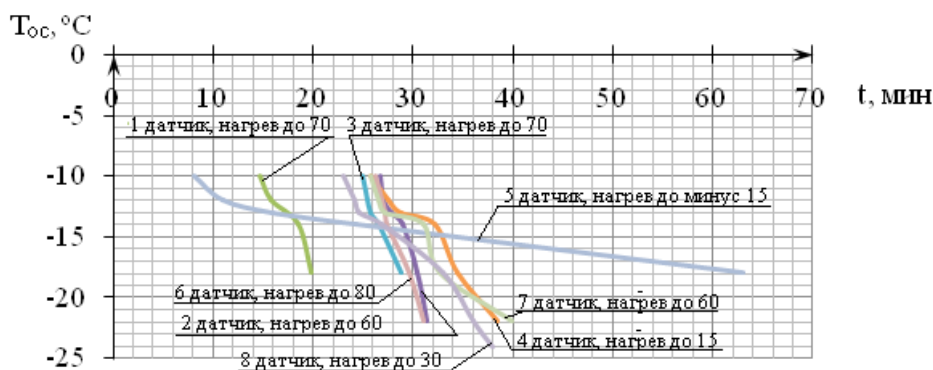


Рисунок 4. Графики изменения температуры в различных зонах подкапотного пространства от времени прогрева двигателя и температуры окружающей среды



Рисунок 5. Графики изменения температуры в различных зонах подкапотного пространства от времени остывания и температуры окружающей среды

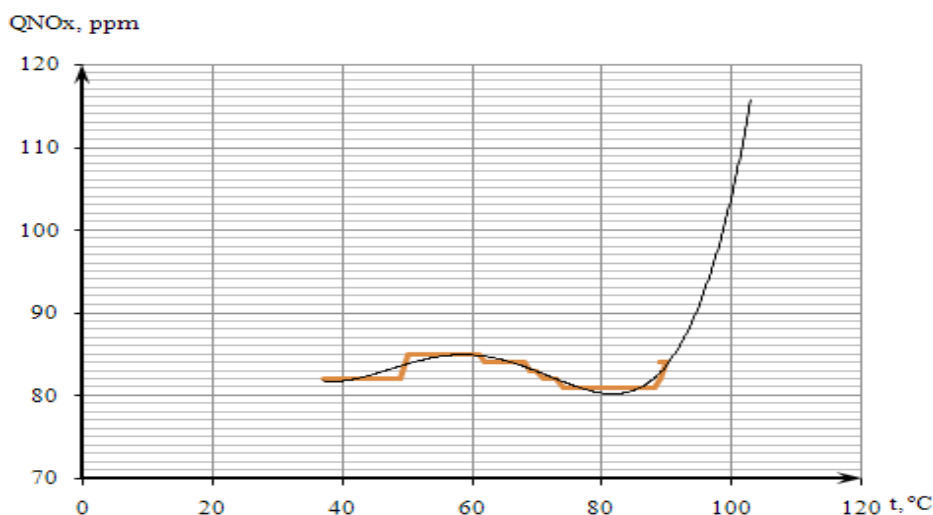


Рисунок 6. График изменения объёмов выбросов оксидов азот в зависимости от температуры охлаждающей жидкости двигателя

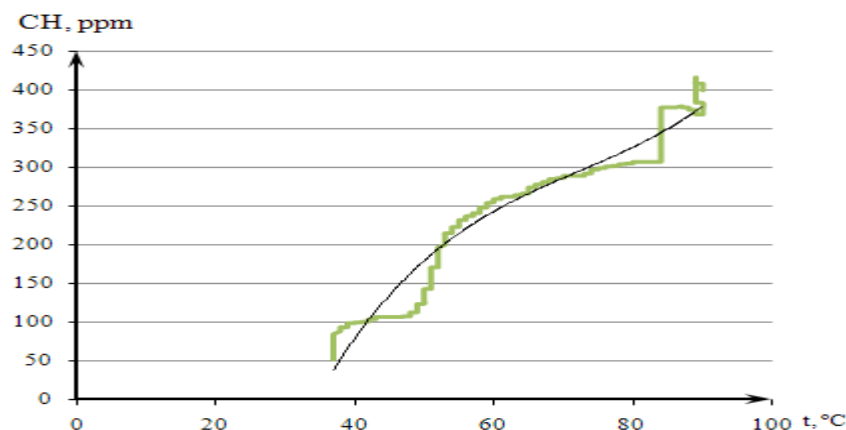


Рисунок 7. График изменения объёмов выбросов СН в зависимости от температуры охлаждающей жидкости двигателя

шую сторону от установившегося температурного режима приводит к увеличению объёмов оксидов азота [4].

Установив воздушную заслонку перед радиатором и регулируя объём воздуха, проходящего сквозь радиатор, можно достичь плавного отвода тепла и уменьшить границу колебания температуры ДВС. Это приводит к снижению расхода топлива на поддержание установившегося температурного режима и объёмов выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Таким образом, воздушная заслонка и термостат двигателя в совокупности позволят

уменьшить температурный границы установившегося температурного режима и придать плавность его изменению, а так же увеличить время охлаждения двигателя при стоянке автомобиля и сократить время прогрева при двигателя после долгой стоянки.

В результате проведённых исследований было установлено, что управляя температурным режимом подкапотного пространства, можно сократить время прогрева и увеличить время охлаждения двигателя внутреннего сгорания на 5,3% и 20,3% соответственно, а также снизить выбросы NOx с отработавшими газами на 4,9%.

27.02.2015

**Список литературы:**

1. За рулём [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.zr.ru>.
2. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. Е. С. Кузнецова. – М. : Наука, 2004. – 535 с.
3. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания / В. И. Крутов. – М.: Машиностроение, 1989. – 416 с.
4. Филатов М.И., Трунов В.В. Повышение экологической безопасности ДВС автомобилей путем поддержания температурного режима // Прогрессивные технологии в транспортных системах : материалы XI Междун. науч.-практ. конф. – Оренбург: ОГУ; ООО «НОРМА», 2013. – С. 535-538.
5. Филатов М.И., Трунов В.В. К вопросу о регулировании температурного режима подкапотного пространства автомобиля / М.И. Филатов, В.В. Трунов // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 7. – С.44-47.
6. Трунов В.В. Исследование температурных полей подкапотного пространства при нагревании и остывания ДВС с учётом влияния окружающей среды [Текст] / В.В. Трунов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник статей десятой международной научно-практической конференции. – Оренбург: ОГУ, 2011. – С. 330-334.

**Сведения об авторах:**

**Филатов Михаил Иванович**, заведующий кафедрой технической эксплуатации и ремонта автомобилей транспортного факультета Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, профессор 460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149

**Трунов Владислав Владимирович**, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и оборудования Бузулукского гуманитарно-технологического института (филиала) Оренбургского государственного университета

**Конопля Владимир Викторович**, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и оборудования Бузулукского гуманитарно-технологического института (филиала) Оренбургского государственного университета  
Оренбургская область, г. Бузулук, ул. Пугачёва 21А