

ИНДУКТИВНО-КОНДУКТИВНЫЙ ПОДОГРЕВ ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ КАПСУЛЫ ДЛЯ БЕЗГАРАЖНОГО ХРАНЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

А.И.Елшин¹, Е.Е.Анисимов², П.А.Елшин¹

¹ «Сибирский государственный университет водного транспорта», Новосибирск, Россия, inmash@ngs.ru

² «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова», Якутск, Россия, evsei_mexx@mail.ru

Аннотация — В докладе рассмотрены вопросы исследования температурного состояния автомобиля в условиях хранения в теплосберегающей капсуле при низких температурах. Предложен подогрев капсулы с помощью индуктивно-кондуктивных нагревателей.

Ключевые слова — теплосберегающая капсула, индуктивно-кондуктивный конвектор, надежность хранения.

Значительная часть территории страны приходится на регионы с холодным климатом и районы Крайнего Севера, отличающиеся суровыми климатическими зонами России, к которой относится более 67% территории страны, где народное хозяйство обслуживается в основном автомобильным транспортом.

Исследованиями влияния низких температур на интенсивность изнашивания автомобилей и их агрегатов, систем и, механизмов установлено, что интенсивность изнашивания большинства агрегатов автомобилей в условиях низких температур выше, чем в некотором диапазоне положительных температур [1].

На рис. 1 приведен график зависимости общего числа отказов и неисправностей автомобилей на 1000 км от температуры окружающего воздуха по данным НИИАТ.

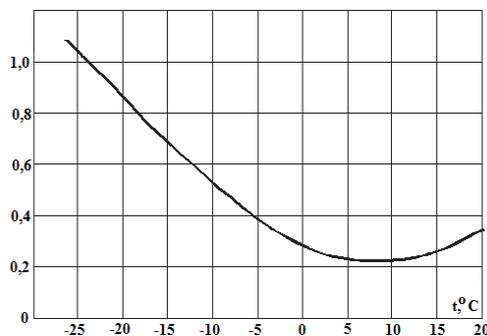


Рис.1. Зависимость общего числа отказов и неисправностей автомобилей на 1000 км от температуры

Ниже приведена схема воздействия низких температур на показатели надежности автомобилей

(рис,2). Представленная схема свидетельствует о наиболее влияющих факторах воздействия низких температур на автомобиль при безгаражном хранении: это – затруднение пуска двигателей, что приводит к увеличению частоты пусковых отказов. Ухудшение смазывающих свойств масел и смазок приводит к структурным изменениям и повреждениям, появлению дополнительных нагрузок. Вследствие чего увеличиваются параметры потока рабочих отказов и снижается долговечность элементов. Отвердевание и повышение хрупкости полимерных материалов приводит к замыканию в электрических цепях, в результате чего ухудшаются ремонтпригодность и качественные показатели материалов, приводящие к выше перечисленным последствиям.



Рис. 2. Схема воздействия низких температур на автомобиль

По обеспечению надежности и приспособленности автомобилей к зимним условиям эксплуатации исследователями научной школы профессора Резника Л.Г., были предложены ряд решений. Например, утверждается [2], что утепление двигателей позволяет повысить приспособленность на 20 %.

На наш взгляд, утепление только моторного отсека автомобиля для обеспечения эксплуатационной надежности при безгаражном хранении в условиях экстремально низких температур недостаточна.

В связи с этим, обеспечение эксплуатационной надежности автомобилей при безгаражном хранении в условиях Крайнего Севера без изменения конструкции может обеспечиваться путем сохранения (аккумуляции) теплоты не только двигателя, но и других агрегатов и

узлов с помощью применения теплосберегающего устройства (капсулы). Актуальность и практическая значимость безгаражного хранения автомобилей напрямую связана с высоким темпом автомобилизации населения и катастрофической нехваткой свободных площадей для стационарных теплых гаражей.

В последнее время в Дальневосточном округе и в Сибири Российской Федерации все более широкое применение находят теплоизоляционные, так называемые, «портативные гаражи», чехлы и т.п.

Для определения их оптимальных параметров и конструктивных особенностей, обеспечивающих эксплуатационную надежность легковых автомобилей во время безгаражного хранения в условиях экстремально низких температур необходимо выявить закономерности передачи тепла на участке «автомобиль – воздушный зазор – теплоизоляционный материал – атмосфера».

Актуальность и практическая значимость напрямую связана с высоким темпом автомобилизации населения и катастрофической нехваткой свободных площадей для стационарных теплых гаражей.

Ввиду того, что на автомобиль во время его хранения действует множество факторов, в том числе неуправляемых, чисто теоретическое описание процесса достаточно сложно. Поэтому необходимо использовать экспериментальный метод для дальнейшего установления закономерностей на исследуемом участке.

На первом этапе экспериментальные исследования проведены с использованием одного из средств «портативных гаражей», основанном на сохранении теплоты автомобиля трехслойными чехлами. Производителем является ООО «ХотуТент», г. Якутск. Характеристики исследуемых устройств представлены в табл. 1.

Эксперимент включал следующее: автомобиль после работы на линии устанавливался на открытую стоянку и укрывался теплоизоляционным чехлом в течение 10 часов. В нескольких контрольных точках устанавливались датчики температуры, включая моторный отсек и салон автомобиля. Значения температуры замерялись с дискретностью 0,3 сек. Исследования проводились на автомобиле «тойота-спринтер-кариб» японского производства. Каждый опыт включал следующее: автомобиль после работы на линии устанавливался на открытую стоянку и укрывался теплоизоляционным чехлом в течение 10 часов. В определенных контрольных точках устанавливались датчики температуры фирмы «Термохрон»: моторный отсек, передняя верхняя, передняя нижняя, задняя верхняя, задняя нижняя и салон автомобиля. При проведении исследований средняя температура окружающей среды составляла - 44С. Исследования были проведены для каждого отдельного класса чехла. После получения данных с помощью датчиков для каждого опыта был проведен анализ изменения температуры автомобиля под теплосберегающей капсулой от времени остывания в зависимости от параметров капсулы.

Класс «А» - время процесса остывания до критических значений составило в верхней передней контрольной точке (2А) – 7 часов, в нижней передней контрольной точке – 3,5 часов, а задние верхние и

нижние контрольные точки находились в критических температурных значениях. Верхний предел температуры составил 5 °С.

Класс «А+» - в верхней передней контрольной точке (2А) время процесса остывания до критических значений составило 9 часов, в нижней передней контрольной точке – 7, 5 часа. В задних верхней и нижней контрольных точках также составило 7,5 часа. Верхний предел температуры – 11°С.

Класс «В» - в контрольной точке «2А» 8 часов, при этом максимальная температура составило 7 С. В нижней передней контрольной точке – 5 часов. В верхней контрольной точке задней части температура максимально поднималась до -17С, а затем в течении 2 часов опустилась до критических значений. Задняя нижняя точка на протяжении всего процесса находилась в критической отметке. Верхний предел температуры составило всего 4°С.

Класс «А++» - в контрольной точке верхней передней части автомобиля время процесса остывания до критических значений составило – 8,5 часов. В других контрольных точках температура не поднималась до положительных значений и за 6 часов уменьшилось до критических значений. При этом верхний предел температуры – 7,4°С.

Таблица 1

Характеристики материала чехла по классам

	Материал	Толщ. L, мм.	Теплопр. Вт/м·°С	Огнестой кость t, °С
А	Оксфорд наружный с напылением	0,3	0,042	145°С
	Бамбуковая вата	5	0,049	98°С
	Оксфорд наружный с напылением	0,3	0,042	145°С
А+	Оксфорд нутренний без напыления	0,25	0,042	105°С
	Бамбуковая вата	7	0,049	98°С
	Шелк внутренний	0,2	0,038- 0,05	50°С
А++	Оксфорд наружный с напылением	0,3	0,042	145°С
	Бамбуковая вата	12	0,049	98°С
	Оксфорд внутренний с напылением	0,3	0,042	145°С
В	Оксфорд с напылением наружный I	0,3	0,042	145°С
	Синтепон	7	0,54	152°С
	Оксфорд без напыления внутренний	0,2	0,042	105°С

Экспериментальные исследования, проведенные с использованием одного из средств «портативных

гаражей», основанных на сохранении теплоты автомобиля трехслойными чехлами, показали, что в рассматриваемых устройствах процесс проходит 4 стадии теплообмена: процесс интенсивного остывания, процесс уравнивания, процесс равновесного состояния и процесс умеренного остывания.

На рис.3 показаны временные графики температуры в верхней (1) и нижней (2) точках.

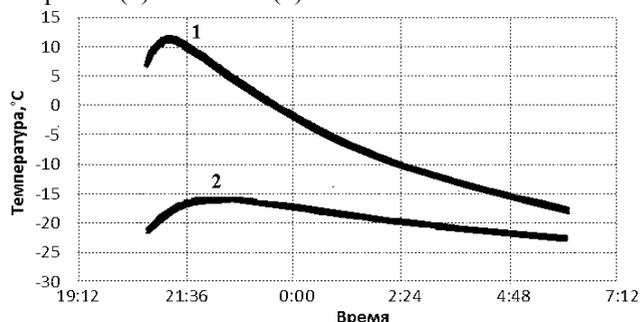


Рис. 3. График изменения температур в двух точках автомобиля под тепло-сберегающей капсулой класса «А+» от времени при остывании

При проведении исследований средняя температура окружающей среды составляла – 44 °С. Исследования были проведены для каждого отдельного класса чехла. После получения данных с помощью датчиков для каждого опыта был проведен анализ изменения температуры автомобиля под теплосберегающей капсулой от времени остывания в зависимости от параметров капсулы.

Интенсивность остывания температуры автомобиля под теплосберегающей капсулой существенно зависит от теплоизоляционных и отражательных характеристик материалов чехлов. Максимальное время процесса остывания до критических значений составило 9 часов для чехла класса «А+», и этого может быть недостаточно для эффективного безгаражного хранения автомобиля в условиях Севера.

По мнению авторов, необходим дополнительный обогрев капсулы во время стоянки различного рода нагревательными установками.

Все отечественные и импортные электронагревательные приборы в качестве преобразователя электрической энергии в тепловую используют резистивные элементы - ТЭНы, подключаемые к сети напряжением 380/220 вольт. Поступившие на рынок России импортные бытовые электроприборы класса защиты “2” (в соответствии с международными требованиями) при отсутствии заземляющего провода автоматически превращаются в приборы класса “0”.

Обеспечение безопасности населения при пользовании электроприборами возможно несколькими путями.

1 Создание контура заземления для каждого случая эксплуатации прибора. В целом по России в обозримом будущем это вряд ли осуществимо, так как потребует огромных материальных затрат.

2 Применение и эксплуатация электроприборов класса защиты “0” или “1” с использованием специальных отключающих устройств, срабатывающих при снижении сопротивления электрической изоляции или пробое на корпус, что приводит к удорожанию изделия.

3 Использование индуктивно-кондуктивных нагревателей (ИКН), имеющих принципиально новые качества электробезопасности: напряжение прикосновения не более 2-х Вольт и двойную изоляцию токоведущих частей.

Индуктивно-кондуктивные нагреватели имеют 2 класс электробезопасности, развитую поверхность теплообмена, низкий уровень теплового потока 0.5 - 2 Вт/см², напряжение прикосновения не более 2 В и срок службы 100 тыс.ч. и более.

В табл.2 приведены сравнительные характеристики резистивных и индуктивно-кондуктивных нагревателей, используемые в качестве источника тепла для бытовых и технологических целей.

Таблица 2
Сравнительные характеристики резистивных и индуктивно-кондуктивных нагревателей

Параметры	ТЭНы	ИКН
Класс электробезопасности	0	2
Напряжение прикосновения при пробое	сетевое	менее 2-х В
Превышение температуры нагревательного элемента, °С	750 и более	не более 30
Превышение температуры теплоотдающей поверхности, °С	200 и более	не более 30
Плотность теплового потока, Вт/см ²	15 и более	не более 2
Срок службы (паспортный), ч	10 000	100 000
Срок службы при отложении 0,5 мм	1000	100 000
Заземление	да	нет
Снижение потребляемой мощности при перегреве	нет	до 50 %
Сопротивление изоляции	снижается в нерабочем режиме	не изменяется
Камера нагрева объекта	да	нет
Сальниковое уплотнение нагревательного элемента	необходимо	отсутствует
Тепловая интенсивность, °С/ч	низкая	высокая
Аппаратура защиты от поражения электрическим током	необходима	не требуется
Аппаратура защиты от пожара	необходима	не требуется
Аппаратура управления	специальная	стандартная
Предельная мощность нагревательного элемента, кВт	до 10	без ограничений

Анализ нагревательных устройств свидетельствует, что наиболее энергоэффективными, электро- и пожаробезопасными являются индуктивно-

кондуктивные подогреватели воздуха (патент РФ 2047053).

Прибор является электроконвектором панельного типа с воздушным наполнением, в котором электронагревателем служит встроенный трансформатор, первичная обмотка которого подключена к напряжению сети с двойной изоляцией от корпуса, а вторичная обмотка является теплоизлучающей панелью, выполненной из электропроводящего материала [3,4].

Отличие свойств нового электроконвектора перед существующими обусловлено следующими факторами.

1 Значительно меньшая энергетическая напряженность теплового поля (в десятки раз по отношению к резистивным) исключает возникновение пожаров при аварийных ситуациях. Максимальная температура теплоизлучателя не превышает 85 °С, которая при случайном разрушении прибора существенно ниже даже температуры воспламенения дерева. Это делает возможным использование электроконвектора с индуктивным нагревателем в качестве элемента интерьера жилища и для установки в помещениях повышенной пожароопасности.

2 Нагрев излучающей панели происходит под действием индуцированных токов, величина которых достаточно велика (несколько килоампер) при относительно низком напряжении (менее 1 Вольта). Электромагнитное поле сосредоточено внутри прибора и не воздействует на окружающую среду.

Последнее обстоятельство делает прибор совершенно безвредным при контакте с человеком и позволяет электрически не изолировать теплоизлучающую панель, что благоприятно сказывается на процессе теплопередачи, снижая его инерционность.

3 Двойная изоляция напряжения сети обеспечивает прибору электробезопасность, соответствующую классу "2" защиты от поражения электрическим током.

4 Отсутствие интенсивно разогретых (выше 100 °С) элементов и узлов электроконвектора исключает влияние нагрева на структуру подогреваемого воздуха в связи с резким снижением интенсивности окислительных процессов и других сопутствующих явлений.

5 Электроконвектор с индуктивно-кондуктивным нагревателем обладает высокой надежностью функционирования, соответствующей надежности обычного трансформатора, определяемой в основном степенью старения изоляции обмоточного провода.

6 При использовании прибора в экстремальных ситуациях в условиях возможных перегревов регулирующая аппаратура достаточно проста в связи с естественным снижением потребляемой мощности при увеличении температуры теплоизлучающей панели.

7 Высокая встраиваемость в интерьер помещения позволяет устанавливать электроконвектор в качестве настенных или потолочных панелей любых декоративных профилей и окраски.

Электроконвектор с индуктивно-кондуктивным нагревателем цилиндрического исполнения на мощности 500 и 800 Вт имеет следующие массо-габаритные характеристики (табл. 3).

Таблица 3

Технические характеристики электроконвектора

Потребляемая мощность, Вт	500	800
Напряжение питания, В	220	220
Частота, Гц	50	50
Число фаз	1	1
Коэффициент мощности	0.97	0.97
Рабочая температура панели, °С	75	75
Максимальная температура прибора, °С	85	85
Время нагрева, мин.	20	20
Класс защиты от электропоражения	2	2
Габаритные размеры, мм: высота/ диаметр	500/250	650/250
Масса, кг	7.3	9

Технико-экономическое преимущество электронагревателей индуктивно-кондуктивного типа обусловлено высокой надежностью функционирования и долговечностью, превышающими соответствующие параметры ТЭНовых устройств в десятки раз, что позволяет свести к минимуму эксплуатационные расходы.

Высокие энергетические показатели (КПД 100% , коэффициент мощности 0.99) нагревателей не требуют специальных мер защиты электрических сетей от перегрузки индуктивной составляющей тока. Важнейшей отличительной характеристикой устройств индуктивно-кондуктивного типа является их низкая тепловая инерционность, снижающая потери тепла и электроэнергии при изменении состояния окружающей среды и позволяющая “тонко” регулировать процесс нагрева.

Подключение подогрева автомобиля под теплосберегающей капсулой рекомендуется в процессе равновесного состояния с периодическим отключением при повышении температуры, регистрируемой измерительными датчиками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Е.С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
- [2] Тюлькин, В.А. Оценка приспособленности автомобилей к зимним условиям эксплуатации по темпу охлаждения двигателей: Дис. ... канд. техн. наук. - Тюмень., 2000. - 170 с.
- [3] Елшин, А.И. Экономические предпосылки к использованию электроотопления // Сб. науч. тр. “Электронагреватели трансформаторного типа”. –Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1997. – С. 5-8.
- [4] Елшин, А.И. Конструкции и расчет трансформаторных устройств низкотемпературного нагрева для жизнеобеспечения человека: Монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – 140 с.