

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 3 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/EZKZ4794>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,344

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***Н. В. Костюченков¹, А. Б. Абдрахманов², Б. Т. Оразалиев³,
А. Н. Қоңқыбаева⁴, А. Р. Мукашева⁵**

^{1,2,3,4,5}Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан

К ПРОБЛЕМАМ ПОТЕРИ И СОХРАНЕНИЯ ТЕПЛА В ДВС

Рассмотрены проблемные вопросы эксплуатации автотранспорта, в частности, утилизация, уменьшение потери и сохранения тепловой энергии в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). В итоге все эти мероприятия приведут к повышению КПД двигателя в целом. Теплопередача передается тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и излучением. Найдены самые практически доступные способы утилизации тепловой энергии и пути ее сохранения. Выполнен анализ научных работ. Даны теоретические расчетные формулы потери тепловой энергии. Даны диаграммы для практического использования при проектировании таких аккумуляторов тепла для транспортных средств. Показаны пути повышения ресурсов эксплуатации ДВС автотранспорта. Указаны основные используемые теплоизоляционные материалы как, асбест, пробка, слюда, шлаковая, минеральная или стеклянная вата, шерсть и др. Указаны основные эксплуатационные режимы работы двигателей внутреннего сгорания, определяющие в значительной степени его долговечность, основной износ двигателей происходит во время их запусков и прогреве из-за температурного фактора. Предлагаемый вакуумный способ сохранения тепла открывает самые новые направления основания для повышения эффективности теплоизоляции конструкции корпусов аккумуляторов тепла. Найдены экспериментальные зависимости сохранения тепла в ТА от их объема.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания (ДВС), аккумуляторы тепла (АТ), коэффициент полезного действия (КПД), транспортная техника, процесс теплопередачи, толщина изоляционного слоя, эффективность теплоизоляции.

Введение

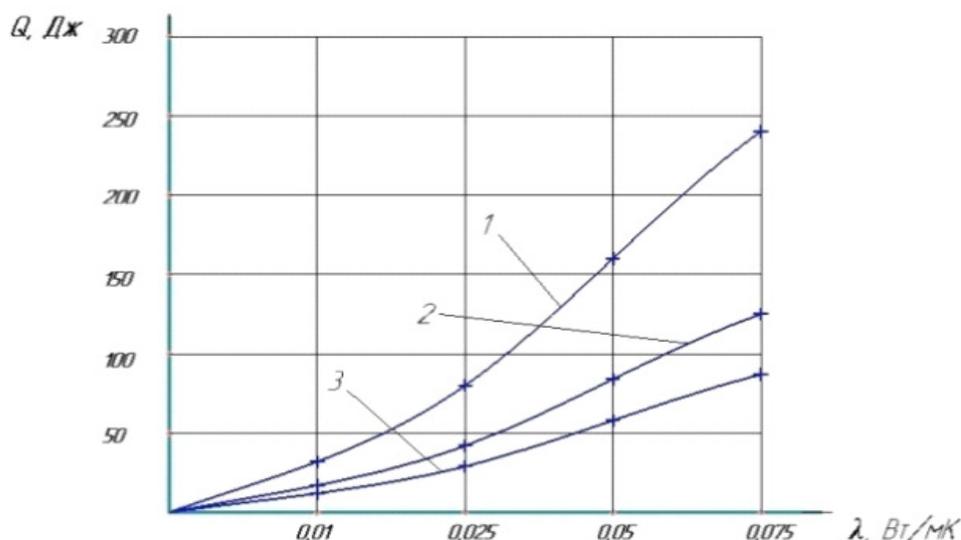
В настоящее время существует ряд исследований, посвященных вопросам потери и сохранения тепловой энергии в ДВС и применение аккумуляторов тепла (АТ) в транспортной технике как источник сохранения тепловой энергии. Преобразование вырабатываемой тепловой энергии из двигателей внутреннего сгорания на полезную работу используется только часть энергии, определяемую его КПД. Большая же часть этой энергии, получаемой при сгорании топлива, расходуется на нагрев окружающей среды, как вместе с отработавшими газами, так и через радиатор системы охлаждения двигателя. Тепло это, выбрасываемое во время работы двигателя в прямом смысле выбрасывается на «ветер» в пустую,

которое целесообразно было бы при пуске самого этого же мотора, особенно при низких температурах окружающей среды в зимний период [1].

При этом технически возможные различные методы сохранения тепловой энергии, и использования в качестве источника тепла обычной системы охлаждения представляется наиболее рациональным. Осуществление легкого запуска т.е. запуск при вращении коленчатого вала до 1/2 оборота двигателя, при низких температурах окружающей среды, является проблемой наиболее актуальной, особенно в тех странах, где температурный режим имеет высокую амплитуду колебания, из-за резкой континентальности климата. В названных условиях запуск двигателя осуществлять практически не возможно без прогрева из других внешних источников. Даже при удачном запуске двигателя в указанных условиях, значительная разница перепада температур в двигателях может вызвать повышенное внутреннее напряжение в его деталях, что повлечет за собой преждевременного выхода из строя из за износа их деталей. Для того чтобы предотвратить появление таких нежелательных явлений рекомендуется применять устройства, которые наряду с облегчением запуска двигателей, также имеющие возможности прогреть их изнутри [2].

Материалы и методы

Обеспечение достаточным количеством теплоты в аккумуляторах тепла для запуска двигателя зависит от разных факторов, и одним из которых является сохранения тепловой энергии в самом аккумуляторе. Поэтому выбор высокоэффективную изоляцию, чтобы уменьшить потери тепла является важным решением. В рассматриваемом аккумуляторе тепла (АТ) предлагаем использовать на наш взгляд наиболее эффективную вакуумную изоляцию корпуса. Чтобы определить высокую эффективность данного устройства следует изучить и исследовать процесс теплопередачи и возможности уменьшения его в процессе эксплуатации автотранспорта. Теплопередача представляет собой весьма сложный процесс, где тепло передается одновременно всеми тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и излучением [3]. Вначале исследуем один фактор, который принимает непосредственное участие в процессе теплопередачи в областях с пониженным давлением (вакуума), которым является давление – длина пробега молекул. Точнее, средняя длина свободного пробега, которая определяется длиной между столкновениями двух частиц (то есть, атомы, молекулы воздуха). Снижение давления уменьшает количество частиц, но при этом увеличивается длина пробега частиц. Сокращение соответствующих размеров системы не влияет на этот масштаб длины, за исключением случаев, когда они становятся меньше длины свободного пробега. Однако изменение давление воздуха между стеночным пространстве оказывает существенное влияние на теплопроводность. Чтобы рассчитать теплотери в аккумуляторе тепла (АТ), необходимо определить толщину изоляционного слоя. Построив диаграмму, достаточно с большой точностью можно будет определить необходимую толщину изоляционного слоя. На рисунке 1. предоставлена диаграмма зависимости потерь тепла от коэффициента теплопроводности относительно толщины изоляционного слоя (вакуума) [3, 4].



1 – толщина изоляционного слоя – 10 мм; 2 – толщина изоляционного слоя – 15 мм; 3 – толщина изоляционного слоя – 20 мм.
 Рисунок 1 – Потери количества тепла в зависимости от коэффициента теплопроводности относительно толщины изоляционного слоя

На основе диаграммы можно прийти к выводу, что после преодоления определенного критического значения параметра давления, средняя длина свободного пробега частиц увеличивается, а коэффициент теплопроводности резко понижается, открывая тем самым новые направления основания для повышения эффективности теплоизоляции конструкции корпусов аккумуляторов тепла (АТ) [5]. При проектировании аккумуляторов тепла ставится задача, как было сказано ранее необходимо не только обеспечение сохранения тепла, а также обеспечение при этом допускаемых разности температур внутри деталях конструкции ДВС. В установившемся режиме плотность потока тепловой энергии, передающейся посредством теплопроводности, пропорциональна градиенту температуры (закон Фурье):

$$\vec{q} = -\kappa \text{grad}(T), \tag{1}$$

где \vec{q} – вектор плотности теплового потока – количество энергии, проходящей в единицу времени через единицу площади, перпендикулярной каждой оси;

κ – коэффициент теплопроводности;

T – температура. Знак – минус в правой части показывает, что тепловой поток направлен противоположно вектору $\text{grad } T$ (то есть в сторону скорейшего убывания температуры) [6, 7].

Результаты и обсуждение

Существование градиента температуры и является необходимым условием для возникновения теплопроводности, как наличие градиента концентрации,

необходимо, чтобы происходил процесс диффузии. Из диаграммы можно заметить, что коэффициент теплопроводности изменяется с изменением давления воздуха и приближается к нулю. Названное свойство связано с низкой концентрацией материальных частиц в вакууме, способные переносить тепло. Тепло в вакууме может передаваться еще с помощью излучения. Поэтому, для уменьшения потери тепла через стенки аккумулятора делают двойными и серебрят внутри стенки, т.е. покрывают серебром (такая поверхность лучше отражает излучение), а воздух между ними откачивают. За счёт сказанного и достигаются минимальные потери тепла. Так как теплообмен между стенками, например, термоса с окружающим воздухом минимален, поэтому в нём хорошо сохраняются тепло жидкости. Таким образом, теплообменник может обеспечивать нужное количество теплоты для использования в нужды транспорта независимо от смены погоды [8]. Количество теплоты, передаваемой горячей средой к внутренней стенке цилиндра путем конвективного теплообмена, можно определить по уравнению Ньютона – Рихмана:

$$Q = \alpha_1 \pi d_{\text{вн}} e (t_1 - t'_{\text{см}}), \quad (2)$$

где, α_1 – коэффициент тепло отдачи от горячей среды с постоянной температурой t_1 к внутренней поверхности стенки, учитывающий все виды теплообмена;

$\pi d_{\text{вн}} e$ – расчетная внутренняя поверхность.

Тепловой поток, передаваемой теплопроводностью через цилиндрическую стенку, определяется по уравнению:

$$Q = \alpha_1 \pi d_{\text{вн}} e (t_1 - t'_{\text{см}}), \quad (3)$$

Тепловой поток, передаваемой от наружной стенки к холодной среде, определяется по той же формуле конвективного теплообмена Ньютона – Рихмана:

$$Q = \alpha_2 \pi d_{\text{нар}} \ell (t''_{\text{см}} - t_2), \quad (4)$$

где α_2 – коэффициент теплоотдачи от второй наружной поверхности стенки к холодной среде с постоянной температурой t_2 ;

$\pi d_{\text{нар}} e$ – расчетная наружная поверхность стенки, м².

Величины Q в уравнениях (2), (3) и (4) одинаковы. Сколько теплоты воспринимает стенка при стационарном режиме, столько же она и отдает.

Решая эти три уравнения совместно относительно разности температур, а затем, складывая их почленно, получим:

$$Q = \frac{\pi e (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{\text{нар}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{\alpha_2 d_{\text{нар}}}} \text{ вт}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{нар}}{d_{вн}} + \frac{1}{\alpha_2 d_{нар}}} = K_{ц}, \text{ вт/м} \cdot \text{град}, \quad (6)$$

где $K_{ц}$ – линейный коэффициент теплопередачи.

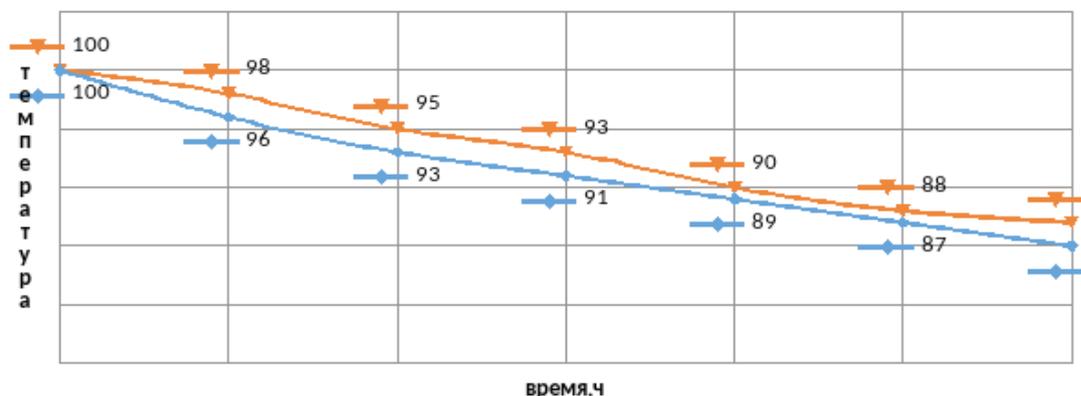
Также в качестве тепловой изоляции внешней поверхности могут быть использованы любые материалы сравнительно с низким коэффициентом теплопроводности – асбест, пробка, слюда, шлаковая, минеральная или стеклянная вата, шерсть и др. [8, 9].

Для изучения и сравнения характеристик заводских термосов проводились испытания при комнатной температуре 20 °С. На протяжении 6 часов с интервалом в 1 час произведено измерения температуры воды в термосах.

Таблица 1 – Результаты потерь тепла в зависимости от объёма и времени

№ п/п	Материал и объём ёмкости	Время, час						
		0	1	2	3	4	5	6
1	Метал.V = 1л	100 °С	96 °С	93 °С	91 °С	89 °С	87 °С	85 °С
2	Метал.V = 2л	100 °С	98 °С	95 °С	93 °С	90 °С	88 °С	87 °С

На основании исследований приведенных в таблице 1 строится график изменения температуры воды в термосе металлическом разного объема с истечением времени.



V = 1л – нижний график; V = 2л – верхний график.

Рисунок 2 – График изменения температуры воды в термосе металлическом разного объема с течением времени

Результаты исследования термоса показывают, что в течение 6 часов термосы сохраняют температуру воды более 85 °С, к этим качествам можно добавить, чем больше объем термоса, тем лучше он сохраняет тепло [10].

Выводы

1 Эффективность работы аккумуляторов тепла зависит от самого коэффициента теплопроводности, т.е. от его толщины вакуумного изоляционного слоя корпуса. Коэффициент теплопроводности равен нулю при абсолютном вакууме.

2 Основными эксплуатационными режимами работы двигателя являются пусковые режимы, определяющие в значительной степени его долговечность, так как основной износ двигателей происходит во время запуска и прогреве из-за температурного фактора.

3 Достаточно, не прогревом ДВС, до рабочей эксплуатационной температуры (до 85 °С охлаждающей жидкости в системе), присадки масла не успевают нейтрализовать кислоты, образующиеся из продуктов неполного сгорания топлива, что вызывают также усиленный коррозионный износ поршней, колец и цилиндров.

4 Чем больше объема жидкости в аккумуляторах тепла (АТ), тем лучше он сохраняет температуру.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Левенберг, В. Д., Ткач, М. Р., Гольстрем, В. А.** Аккумуляция тепла [Текст] // Техника. – 2012. – № 2. – С. 112.

2 **Оразалиев, Б. Т., Абдрахманов, А. Б., Сайдалиев Е. Н.** Облегчение запуска двигателя в отрицательной температуре при помощи теплового аккумулятора [Текст] // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12 : Молодежь в науке – инновационный потенциал будущего». – 2016. – № 1. – С. 132.

3 **Костюченков, Н. В., Абдрахманов, А. Б., Оразалиев, Б. Т.** К методике теплового расчета устройства теплообменника и пути интенсификации теплоотдачи [Текст]. – 2017. – С. 414.

4 **Костюченков, Н. В., Абдрахманов, А. Б., Оразалиев, Б. Т.** Особенности расчета теплообмена трубчатых теплообменников // Сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции [Текст]. – 2019. – С. 183.

5 Представлен на ИГЕУ 10 [Текст] // Ковентри, Великобритания. – 2013.

6 **Эндрю, Р. Н., Ричард, Б. Н., Филипп, Ш. П.** ДВС двигателя внутреннего сгорания при холодном запуске : Обзор проблем, причин и потенциальных решения, преобразование энергии и управление [Текст]. – 2016. – № 82. – С. 35.

7 **Клеменс, Ж. М.** Теплопроводность воздуха при пониженных давлениях и масштабах длины [Текст]. – 2013. – № 1. – С. 45.

8 **Резер, С. М.** Взаимодействие транспортных систем [Текст]. – М. : Наука, 2013. – № 2. – С. 246.

9 **Бекмагамбетов, М. М., Смирнова, С. Н.** Транспортная система Республики Казахстан : Современное состояние и проблемы развития [Текст]. – Алматы, 2014. – С. 446.

10 **Козлов, И. Т.** Пропускная способность транспортных систем [Текст]. – М. : Транспорт, 2014. – С. 216.

REFERENCES

- 1 **Levenberg, V. D., Tkach, M. R., Golstrem, V. A.** Akkumulirovanie tepla [Heat storage] [Text]. – К. : «Техника», 2012. – P. 112.
- 2 **Orazaliyev, B. T., Abdrakhmanov, A. B., Saidalin, E. N.** Oblegchenie zapuska dvigatelya v otricatelnoitemperature pri pomoshi teplovogo akkumulyatora [Facilitation of starting the engine in negative temperatures using a heat accumulator] [Text]. In Materialy Respublikanskoi nauchno-teoreticheskoi konferencii «Seifullinskie chteniya-12 : Molodezh v nauke – innovacionnyi potencial budushego» [Materials of the Republican Scientific and Theoretical Conference «Seifullin Readings-12 : Youth in Science – Innovative Potential of the Future»]. – 2016. – V. 1, 2. – P. 132.
- 3 **Kostyuchenkov, N. V., Abdrakhmanov, A. B., Orazaliev, B. T.** K metodike teplovogo rascheta ustroystva teploobmennika i puti intensivifikacii teplootdachi [To the method of thermal calculation of a heat exchanger device and ways to intensify heat transfer] [Text]. – 2017. – P. 414.
- 4 **Kostyuchenkov, N. V., Abdrakhmanov, A. B., Orazaliev, B. T.** Osobennosti rascheta teploobmena trubchatykh teploobmennikov. Sbornik statei po materialam III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii [Features of the calculation of heat transfer of tubular heat exchangers. Collection of articles on materials OR International scientific and practical conference] [Text]. – 2019. – P. 183.
- 5 Predstavlen na IGEU 10 [Presented at VTMS 10] [Text]. – Coventry, Velikobritaniya. – 2013.
- 6 **Andrew, R. N., Richard, B. N., Philip, Sh. P.** DVS dvigatelya vnutrennego sgoraniya pri holodnom zapuske : Obzor problem, prichin i potencialnyh reshenii, preobrazovanie energii i upravlenie [Internal combustion engine cold-start efficiency : A review of the problem, causes and potential solutions Energy Conversion and Management] [Text]. – 2016. – P. 35.
- 7 **Clemens, J. M.** Teplovodnost vozduha pri ponizhennykh davleniyah i masshtabah dliny [The Thermal Conductivity of Air at Reduced Pressures and Length Scales. Test and measurement] [Text]. – 2013. – P. 45.
- 8 **Rezer, S. M.** Vzaimodeistvie transportnykh system [Interaction of transport systems] [Text]. – 2013. – P. 246.
- 9 **Bekmagambetov, M. M., Smirnova, S. N.** Transportnaya sistema Respubliki Kazakhstan : sovremennoe sostoyanie i problem razvitiya [Transport system of the Republic of Kazakhstan : current state and development problems] [Text]. – Almaty, 2014. – P. 446.
- 10 **Kozlov, I. T.** Propusknaya sposobnost transportnykh system [The capacity of transport systems] [Text]. – M. : Transport, 2014. – P. 216.

Материал поступил в редакцию 20.09.21.

***Н. В. Костюченков¹, А. Б. Абдрахманов², Б. Т. Оразалиев³,
А. Н. Қоңқыбаева⁴, А. Р. Мукашева⁵**

^{1,2,3,4,5}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.
Материал 20.09.21 баспаға түсті.

ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ ЖЫЛУЫН ЖОҒАЛТУ ЖӘНЕ САҚТАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Автокөлікті пайдаланудың проблемалық мәселелері, атап айтқанда, іштен жану қозғалтқыштарында (ІЖК) жылу энергиясын утилизациялау, жоғалтуды азайту және сақтау мәселелері қаралды. Нәтижесінде, барлық осы іс-шаралар тұтастай алғанда қозғалтқыштың тиімділігін арттыруға әкеледі. Жылу беру үш жолмен беріледі: жылу өткізгіштік, конвекция және сәулелену. Жылу энергиясын жоюдың ең қол жетімді әдістері және оны сақтау жолдары табылды. Ғылыми жұмыстарға талдау жасалды. Жылу энергиясын жоғалтудың теориялық есептеу формулалары келтірілген. Көлік құралдарына арналған осындай жылу аккумуляторларын жобалау кезінде практикалық қолдануға арналған диаграммалар келтірілген. Автокөлік ІЖК пайдалану ресурстарын арттыру жолдары көрсетілген. Асбест, тығын, слюда, шлак, минералды немесе шыны жүн, жүн және т.б. сияқты негізгі жылу оқшаулағыш материалдар көрсетілген, ішкі жану қозғалтқыштарының жұмысының негізгі жұмыс режимдері көрсетілген, оның беріктігін айтарлықтай анықтайды, қозғалтқыштардың негізгі тозуы оларды іске қосу және қыздыру кезінде пайда болады. температуралық факторға байланысты. Жылуды сақтаудың ұсынылған вакуумдық әдісі жылу батареялары корпусының жылу оқшаулау тиімділігін арттыру үшін базаның жаңа бағыттарын ашады. Жылу сақтаудың олардың көлеміне эксперименттік тәуелділігі табылды.

Кілтті сөздер: іштен жану қозғалтқышы (ІЖК), жылу аккумуляторы (ЖА), пайдалы әсеркоэффициенті (ПӘК), көліктік техника, жылу беру үрдісі, изоляциялық қабаттың қалыңдығы, жылу изоляциясының тиімділігі.

***N. V. Kostyuchenkov¹, A. B. Abdrakhmanov², B. T. Orazaliev³,
A. N. Kongkybayeva⁴, A. R. Mukasheva⁵**

^{1,2,3,4,5}S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.
Material received on 20.09.21.

PROBLEMS OF HEAT LOSS AND PRESERVATION IN ICE

The problematic issues of motor transport operation are considered the loss and conservation of thermal energy in internal combustion engines (ICE). As a result, all these measures will lead to an increase in the efficiency of the engine generally. Heat transfer is transmitted in three ways: conduction, convection and radiation. The most practically available ways of heat energy utilization and ways of its preservation are found. The analysis of scientific papers. Theoretical formulas for the loss of thermal

energy are given. Diagrams for practical use in designing such heat accumulators for vehicles are given. The ways of increasing the exploitation resources of motor transport internal combustion engines are shown. The main heat insulation materials used as asbestos, cork, mica, slag, mineral or glass wool, wool, etc. are indicated. The main operating modes of internal combustion engines, which determine to a large extent its durability, are indicated. The main wear and tear occur during starting and warming up of the engines due to the temperature factor. The proposed vacuum method of heat preservation opens the newest directions of the basis for increasing the efficiency of thermal insulation of the design of heat accumulator shells. Experimental dependences of heat preservation in TA on their volume were found.

Keywords: internal combustion engines (ICE), heat accumulators (HA), coefficient of efficiency, transport equipment, heat transfer process, insulation layer thickness, thermal insulation efficiency.

Теруге 20.09.21 ж. жіберілді. Басуға 27.09.21 ж. қол қойылды.
Электрондық баспа
6,56 Mb RAM

Шартты баспа табағы 10,58. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген З. С. Исакова
Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3845

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz
nitk.tou.edu.kz