

Энергоиздат, 1982. 504 с.

**Виктор Гаврилович Петько**, доктор технических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, VGPetko@mail.ru

**Ильмира Агзамовна Рахимжанова**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, ahmetova\_i@mail.ru

**Максим Борисович Фомин**, кандидат технических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, mbfom@mail.ru

**Владимир Юрьевич Бибарсов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, kaf36@orensau.ru

**Алексей Сергеевич Байков**, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, 56.bas.56@mail.ru

**Victor G. Petko**, Doctor of Technical Sciences, Professor. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia, VGPetko@mail.ru

**Ilmira A. Rakhimzhanova**, Doctor of Agriculture, Professor. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia, ahmetova\_i@mail.ru

**Maxim B. Fomin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia, mbfom@mail.ru

**Vladimir Yu. Bibarsov**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia, kaf36@orensau.ru

**Alexey S. Baikov**, Senior Lecturer. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia, 56.bas.56@mail.ru

Научная статья

УДК 62-65

## Повышение надёжности транспортно-технологического процесса в зимний период эксплуатации автомобилей за счёт применения устройства коррекции теплового режима для секции аккумуляторных батарей

**Александр Викторович Кучер, Андрей Владимирович Канунников,  
Андрей Станиславович Ижевский, Вячеслав Николаевич Ковалевский,  
Сергей Васильевич Щитов, Евгений Евгеньевич Кузнецов**  
Дальневосточный государственный аграрный университет

**Аннотация.** Вопрос повышения работоспособности за счёт поддержания рабочей температуры электролита в аккумуляторных батареях (АКБ) является особенно актуальным в северных регионах и на Дальнем Востоке Российской Федерации. Это обусловлено тем, что в этих районах температура в холодный период времени опускается до очень низких температур, присутствуют суточные перепады отрицательных температур и высокая ветровая нагрузка. В этих условиях для поддержания рабочей температуры при выполнении транспортно-технологических операций, связанных с транспортировкой груза, водителям приходится дополнительно укрывать отсеки и аккумуляторные батареи, что недостаточно эффективно. В некоторых северных районах России доставка грузов возможна только зимой автомобильным транспортом, при этом особенности сезонной транспортировки тоже накладывают определённые трудности. В связи с этим вопрос работоспособности аккумуляторных батарей в ходе выполнения транспортной операции и в период стоянки важен и актуален, так как от их чёткой и исправной работы зависят эффективность автотранспортного обеспечения и сроки доставки грузов. В статье приведены результаты экспериментальных исследований по поддержанию оптимальной температуры секции аккумуляторных батарей на примере автомобиля КамАЗ-65111 при их эксплуатации в зимний период. Показано, что оптимальная температура АКБ обеспечивается за счёт использования специального устройства – теплового накопителя, обладающего новизной и предназначенного для коррекции теплового режима аккумуляторных батарей в движении и во время стоянки.

**Ключевые слова:** энергетическое средство, аккумуляторные батареи, низкотемпературный режим, тепловой накопитель, эффективность.

**Для цитирования:** Повышение надёжности транспортно-технологического процесса в зимний период эксплуатации автомобилей за счёт применения устройства коррекции теплового режима для секции аккумуляторных батарей / А.В. Кучер, А.В. Канунников, А.С. Ижевский [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 163–167.

Original article

## Improving the reliability of the transport and technological process in the winter period of vehicle operation due to the use of a thermal mode correction device for the battery section

Alexander V. Kucher, Andrey V. Kanunnikov, Andrey S. Izhevskii, Vyacheslav N. Kovalevsky,  
Sergey V. Shchitov, Evgeny E. Kuznetsov  
Far Eastern State Agrarian University

**Abstract.** The issue of increasing efficiency by maintaining the operating temperature of the electrolyte in storage batteries (AKB) is especially relevant in the northern regions and the Far East of the Russian Federation. This is due to the fact that in these regions the temperature during the cold period of time drops to very low temperatures, there are daily drops in negative temperatures and a high wind load. Under these conditions, in order to maintain the operating temperature when performing transport and technological operations related to the transportation of cargo, drivers have to additionally cover the compartments and batteries, which is not efficient enough. In some northern regions of Russia, the delivery of goods is possible only in winter by road, while the peculiarities of seasonal transportation also impose certain difficulties. In this regard, the issue of the operability of batteries during a transport operation and during a parking period is important and relevant, since the efficiency of road transport and the timing of delivery of goods depend on their accurate and proper operation. The article presents the results of experimental studies on maintaining the optimum temperature of the battery section using the example of the KamAZ-65111 vehicle during their operation in winter. It is shown that the optimum temperature of the battery is ensured through the use of a special device – a heat storage device, which has a novelty and is designed to correct the thermal regime of batteries in motion and during parking.

**Keywords:** power tool, storage batteries, low-temperature mode, heat storage, efficiency.

**For citation:** Improving the reliability of the transport and technological process in the winter period of vehicle operation due to the use of a thermal mode correction device for the battery section / A.V. Kucher, A.V. Kanunnikov, A.S. Izhevskii et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 163–167. (In Russ.).

При работе энергетического средства (автомобиля) в низкотемпературный период времени нагрузка на генераторную установку увеличивается [1, 2]. Это объясняется тем, что к электрической сети автомобиля подключено большое количество потребителей (световые и отопительные приборы, средства самодиагностики, коммутации и контроля систем, прочие потребители электрического тока).

При этом необходимо отметить, что, чем больше приборов подключено к электрической сети, тем большая нагрузка ложится на генератор и в конечном итоге на величину мощности, затрачиваемую на его привод. В общем случае ток  $I_{\Gamma}$ , необходимый для зарядки аккумулятора, складывается из следующих составляющих:

$$I_{\Gamma} = I_a + I_{\Pi} + I_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где  $I_a$  – сила тока, необходимая для зарядки аккумулятора, А;

$I_{\Pi}$  – сила тока, потребляемая электрооборудованием автомобиля, А;

$I_{\text{пр}}$  – сила тока, потребляемая электрооборудованием прицепа, А.

Как видно по формуле (1), в зимний период времени нагрузка на генератор в основном возрастает из-за постоянной работы отопительной системы автомобиля. При этом необходимо учесть, что при запуске двигателя в зимний период времени необходимо, чтобы температура аккумулятора была оптимальной, соответствующей выдаче максимальной стартовой мощности АКБ, так как в противном случае мощность, реализуемая на запуск двигателя, может быть

недостаточной. Кроме того, срок эксплуатации аккумуляторных батарей во многом зависит от условий, в которых они работают.

**Материал и методы.** Значительное влияние на срок службы аккумуляторных батарей и качество их работы оказывает рабочая температура электролита, которая должна находиться в диапазоне от 0° С до 30° С. Поддержание оптимальной температуры необходимо как для снижения вероятности саморазряда аккумулятора, так и для его долговечности.

Поэтому вопрос поддержания оптимальной рабочей температуры аккумуляторной батареи при её эксплуатации при низкотемпературных режимах использования является важным и востребованным в транспортном обеспечении [3–5].

С этой целью нами было разработано устройство – тепловой накопитель, которое позволяет решить вышеобозначенную техническую проблему по поддержанию оптимальной температуры аккумуляторной батареи в зимний период времени (рис. 1 и 2).

Общее устройство и принцип работы предлагаемого устройства подробно описаны в ранее опубликованных работах [6, 7]. Устройство устанавливается в секции аккумуляторных батарей, способно накапливать тепловую энергию в течение рабочего дня, осуществлять поддержание теплового баланса АКБ и при необходимости отдавать накопленную энергию в период стоянки.

Особенностью работы данного устройства является то, что оно может аккумулировать тепло, получаемое от нагревательных элементов,

встроенных в тепловой накопитель и подключенных к термоэлектрическому автомобильному подогревающему модулю, выполненному по патенту РФ № 197094 [8], не потребляя энергию от электросети автомобиля, а затем при необходимости отдавать его в процессе остывания аккумуляторным батареям секции.

**Результаты исследования.** Для подтверждения эффективности теплового накопителя и определения условий его применения для поддержания оптимальной температуры АКБ были проведены полевые испытания в условиях выполнения транспортных операций серийным автомобилем самосвальной группы КамАЗ-65111 при температуре окружающего воздуха в дневной период времени  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для фиксации температурных режимов в ходе исследований использовалась высокоточная цифровая инфракрасная камера НТ-18 (рис. 3).

Экспериментальные исследования по проверке времени нагрева и остывания представлены: корпуса теплового накопителя – на рисунке 4, времени нагрева и остывания корпуса АКБ – на рисунке 5, времени нагрева и остывания электролита АКБ – на рисунке 6. Результаты исследований приведены для теплового накопителя с шириной нагревательного элемента 25 мм, длиной – 0,6 м и мощностью – 0,1 кВт.

Как показали исследования по нагреву элементов принятой системы (рис. 4–6), нагревательный элемент производит максимальный нагрев корпуса теплового накопителя до  $98\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 360 мин. (максимальная температура нагрева обусловлена температурой начала плавления пла-

стиката), при этом нагрев корпуса АКБ составил  $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а электролита АКБ –  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Исследования по остыванию элементов системы показали, что за 400 мин. времени исследования произошло остывание: корпуса теплового накопителя – от температуры  $98\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; корпуса АКБ – от температуры  $31\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; электролита АКБ – от  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

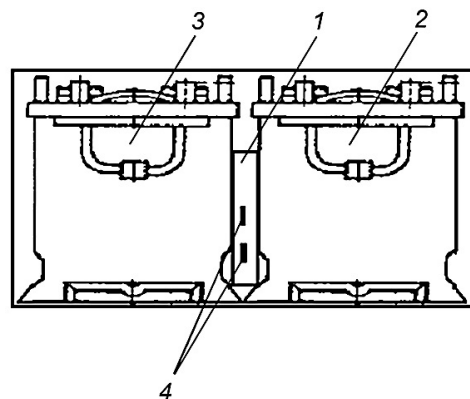


Рис. 2 – Схема установки теплового накопителя в секцию АКБ:

1 – тепловой накопитель; 2, 3 – аккумуляторные батареи; 4 – выводы подключения теплового накопителя



Рис. 1 – Тепловой накопитель при проведении эксперимента



Рис. 3 – Высокоточная цифровая инфракрасная камера

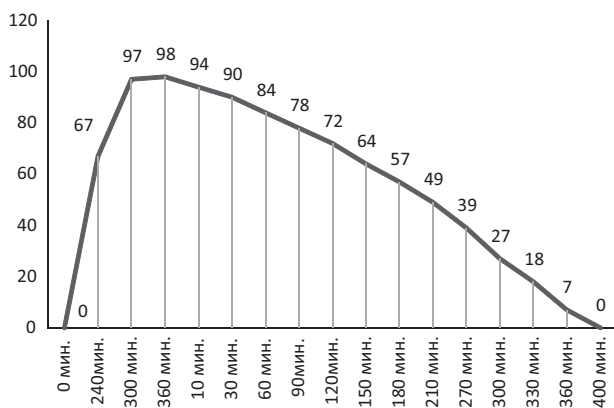


Рис. 4 – Время опыта и температурные режимы нагрева/остывания корпуса теплового накопителя

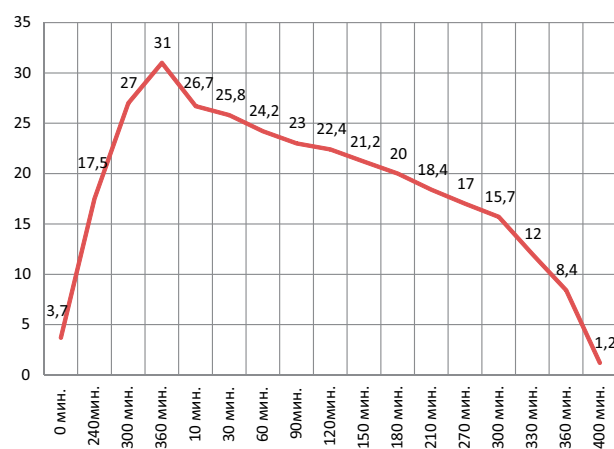


Рис. 5 – Время опыта и температурные режимы нагрева/остывания корпуса АКБ

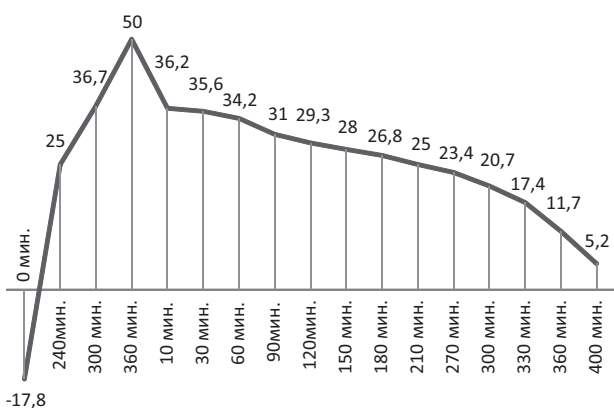


Рис. 6 – Время опыта и температурные режимы нагрева/остывания электролита АКБ

**Вывод.** Результаты исследования экспериментально подтвердили эффективность установки теплового накопителя в секции автомобильной батареи в зимний период эксплуатации. Полученные результаты устанавливают режимы использования предложенного устройства в виде чередующихся этапов нагрева/остывания, что

позволит использовать АКБ в наиболее благоприятном режиме [9–11] при низкотемпературном использовании, увеличит их работоспособность, готовность и долговечность.

### Литература

1. Левин А.И. Методика расчёта срока службы техники, эксплуатируемой в условиях холодного климата // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 6 (77). С. 112–116.
2. Селиванов Н.И. Повышение эффективности работы тракторных агрегатов в зимних условиях АПК Восточной Сибири: дис. ... д-ра техн. наук. Красноярск, 2006. 344 с.
3. Алдошин Н.В., Егоров Р.В. Оптимизация транспортных процессов: учебное пособие. М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. 40с.
4. Крохта Г.М. и др. Методологические основы оценки эффективности использования теплоты топлива, израсходованного в МТУ энергонасыщенного трактора, и создание на их базе опытных образцов тракторов с элементами самоадаптации их МТУ к изменениям условий внешней среды. Новосибирск: НГАУ, 2010. 120 с.
5. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография. Благовещенск: ДальГАУ, 2017. 272 с.
6. Кузнецов Е.Е., Вавилов А.И. Способы адаптации грузовых автомобилей к условиям эксплуатации в Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. году экологии в России (Благовещенск, 5 апреля 2017 г.). Благовещенск: Изд-во Дальневосточный ГАУ, 2017. С. 253–258.
7. Экспериментальные исследования влияния электрического ленточного подогревателя на эксплуатационные параметры гидравлического механизма подъёма кузова самосвального автомобиля [Электронный ресурс] / А.В. Кучер, В.В. Самуйло, В.И. Худовец [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2019. № 1. URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2019/1/st\\_111.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2019/1/st_111.doc).
8. Пат. на полезную модель № 197094, Российская Федерация. Термоэлектрический автомобильный подогревающий модуль / Щитов С.В., Кузнецов Е.Е. / Заявит. и патентооблад. Дальневосточный ГАУ. Заяв. № 2019142798, заявл. 17.12.2019, зарегистр. 17.12.2019, опубл. 30.03.2020. Бюл. № 10.10 с.
9. Разяпов М.М., Курдин П.Г., Неговора А.В. Разработка средств и способов комплексной тепловой подготовки автотракторной техники к эксплуатации в условиях низких температур // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: матер. 99-й междунар. науч.-технич. конф. / Ассоциация автомобильных инженеров Иркутский национальный исследовательский технический университет: Иркутск, 2017. С. 207–214.
10. РД 3112199-1089-02 Нормы сроков службы стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей автотранспортных средств и автопогрузчиков/ разр. НИИАТ, утв. 26.09.2002. Министерством транспорта Российской Федерации. 10 с.
11. Робустов В.В. Повышение надёжности зимней эксплуатации транспортных и дорожно-строительных машин в условиях Сибири. Тюмень, 2002. 80 с.

**Александр Викторович Кучер**, аспирант. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, alexkucher1987@mail.ru

**Андрей Владимирович Канунников**, соискатель. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, andrey-9810@mail.ru

**Андрей Станиславович Ижевский**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, izevski@mail.ru

**Вячеслав Николаевич Ковалевский**, кандидат технических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, docent-dalgau3@yandex.ru

**Сергей Васильевич Шитов**, доктор технических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, shitov.sv1955@mail.ru

**Евгений Евгеньевич Кузнецов**, доктор технических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, ji.tor@mail.ru

**Alexander V. Kucher**, postgraduate. Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya St., Blagoveshchensk, Amur Region, Russia, alexkucher1987@mail.ru

**Andrey V. Kanunnikov**, research worker. Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya St., Blagoveshchensk, Amur Region, Russia, andrey-9810@mail.ru

**Andrey S. Izhevskii**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya St., Blagoveshchensk, Amur Region, Russia, izevski@mail.ru,

**Vyacheslav N. Kovalevsky**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya St., Blagoveshchensk, Amur Region, Russia, docent-dalgau3@yandex.ru

**Sergey V. Shchitov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor. Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya St., Blagoveshchensk, Amur Region, Russia, shitov.sv1955@mail.ru

**Evgeny E. Kuznetsov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor. Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya St., Blagoveshchensk, Amur Region, Russia, ji.tor@mail.ru