

TESTING THE PERFORMANCE OF VEHICLE ELECTRIC DRIVE BATTERIES

K. S. Dmitriev

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"
Moscow, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: kir0597@yandex.ru

Received 24.10.2023

Submitted 30.11.2023

Summary

The article presents the results of tests of gel batteries under various operating conditions: in the cold at a temperature not exceeding -7.8°C , and in the heat at a temperature within $22-24^{\circ}\text{C}$. The results of the study showed an increase in the reduction of vehicle operating time by 33% of the operating time in temperature conditions of $22-24^{\circ}\text{C}$.

Abstract

Introduction. The article is devoted to the study of the influence of climatic conditions on promising electric transport vehicles used in the tasks of public utilities departments, parks and recreational areas, as well as in indoor warehouses and eco-farms. **Object.** Assessment of the actual indicators of the duration of storage of the operating voltage of the battery under conditions of low temperature in comparison with an identical battery under favorable temperature conditions. Tests were carried out both with and without load. **Materials and methods.** When studying the operation of gel batteries under various conditions of use, their ability to maintain voltage and electrical capacity was tested. Comparative studies were carried out on the influence of ambient temperature on battery discharge in storage mode and under load. The objects of research were 2 traction gel batteries. **Results and conclusions.** The results of tests of gel batteries under various conditions of use are presented: in the cold at a temperature not exceeding -7.8°C and in the heat at a temperature within $22-24^{\circ}\text{C}$. Their ability to maintain voltage and electrical capacity was tested for compliance with the requirements of operation in electric transport. An assessment of the actual indicators of the duration of storage of the operating voltage of the battery in conditions of low temperature is given in comparison with an identical battery in favorable temperature conditions: a reduction in the operating time of the vehicle by 33% of the operating time under temperature conditions of $22-24^{\circ}\text{C}$.

Key words: accumulator batteries, electric drive of vehicles, vehicles, electric transport.

Citation. Dmitriev K. S. Testing the performance of vehicle electric drive batteries. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 574-583 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-58.

Author's contribution. Author of this research paper has directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Author of this paper has read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The Author declare no conflict of interest.

УДК 62-523.8

ИСПЫТАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

К. С. Дмитриев, младший научный сотрудник

*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
г. Москва, Российская Федерация*

Актуальность. Статья посвящена изучению влияния климатических условий на перспективные электротранспортные машины, применяющиеся в задачах ведомств коммунальных хозяйств, парковых и рекреационных зон, а также в закрытых помещениях складов и экоферм. **Цель.** Оценка действительных показателей продолжительности сохраняемости рабочего напряжения аккумулятора в условиях пониженной температуры в сравнении с идентичным аккумулятором при

благоприятных температурных условиях. Испытания проводились как с нагрузкой, так и без нее. **Методы.** При исследовании работы гелевых аккумуляторных батарей при различных условиях использования проверялись их способность сохранения напряжения и электроемкости. Были проведены сравнительные исследования влияния температуры окружающей среды на разряд АКБ в режиме хранения и под нагрузкой. Объектами исследований были выбраны 2 тяговых гелевых аккумулятора. **Результаты.** Приведены результаты испытаний гелевых аккумуляторных батарей при различных условиях использования: на холоде при температуре, не превышающей $-7,8^{\circ}\text{C}$ и в тепле при температуре в пределах $22-24^{\circ}\text{C}$. Проверялись их способность сохранения напряжения и электроемкости на соответствие требованиям эксплуатации в электротранспорте. Дана оценка действительных показателей продолжительности сохранения рабочего напряжения аккумулятора в условиях пониженной температуры в сравнении с идентичным аккумулятором в благоприятных температурных условиях: уменьшение времени работы транспортного средства на 33% от времени работы при температурных условиях в $22-24^{\circ}\text{C}$.

Ключевые слова: аккумуляторные батареи, электропривод транспортных средств, транспортные средства, электротранспорт.

Цитирование. Дмитриев К. С. Испытания работоспособности аккумуляторных батарей электропривода транспортного средства. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 574-583. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-58.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. По данным Росстата доля транспортных средств в Москве по загрязнению атмосферного воздуха достигает 85-90 % [1]. Также следует учитывать шумовую нагрузку от транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания, которая оказывает негативное воздействие на людей. В настоящее время перспективным направлением решения задачи повышения экологической безопасности в городской среде считается применение электротранспортных средств в зонах застройки, парковых и рекреационных зонах, а также в закрытых помещениях складов и экоферм. Однако работа электротранспорта в сложных климатических условиях Москвы и схожих городов может способствовать более быстрому, чем был спрогнозирован, разряду, а также повышенному износу аккумуляторных батарей и их деградации. Были проведены испытания аккумуляторных батарей, использующихся в транспортном средстве, – электрический грузовой трицикл. Данное транспортное средство применяется коммунальными службами, обслуживающим персоналом парковых зон, малыми агропредприятиями, управляющими компаниями жилищных комплексов и многими другими [2-4].

Материалы и методы. При исследовании работы гелевых АКБ при различных условиях использования проверялись их способность сохранения напряжения и электроемкости на соответствие требованиям эксплуатации в электротранспорте [5]. Были проведены сравнительные исследования влияния температуры окружающей среды на разряд АКБ в режиме хранения и под нагрузкой. Объектами исследований были выбраны 2 тяговых гелевых аккумулятора RuTrike 6-EVF-32 (таблица 1), находящихся в исправном техническом состоянии и с наработкой циклического режима разряд/заряда значительно меньшей, указанной в технической документации изделия [6].

Проведение испытаний с нагрузкой проводилось в 2 этапа, при которых на втором этапе проводилась оценка восстановления напряжения аккумуляторной батареи после кратковременного снятия нагрузки. Нагрузка осуществлялась за счет подключения установки, состоящей из двух, параллельно подключенных, галогеновых ламп накаливания мощностью по 55 Вт каждая.

Таблица 1 – Основные характеристики аккумуляторной батареи RuTrike 6-EVF-32
Table 1 – Main characteristics of the RuTrike 6-EVF-32 battery

	
RuTrike 6-EVF-32	
Назначение	Тяговый
Тип	свинцово-кислотный аккумулятор со специальным регулировочным клапаном
Рабочее напряжение, В	12
Емкость, А·ч	32
Вес, кг	10
Габариты ДхШхВ, мм	266 x 76 x 170

Режим испытаний: отслеживание показателей саморазряда через замер напряжения АКБ в морозильной установке и при “комнатной” температуре; отслеживание показателей разряда через замер АКБ в морозильной установке и при “комнатной” температуре с подключенной нагрузкой к каждому. На рисунке 1 представлены кадры испытаний АКБ под нагрузкой. Следует отметить, что мультиметр находился в морозильной камере только во время замера, что никак не могло сказаться на увеличении погрешности его работы.

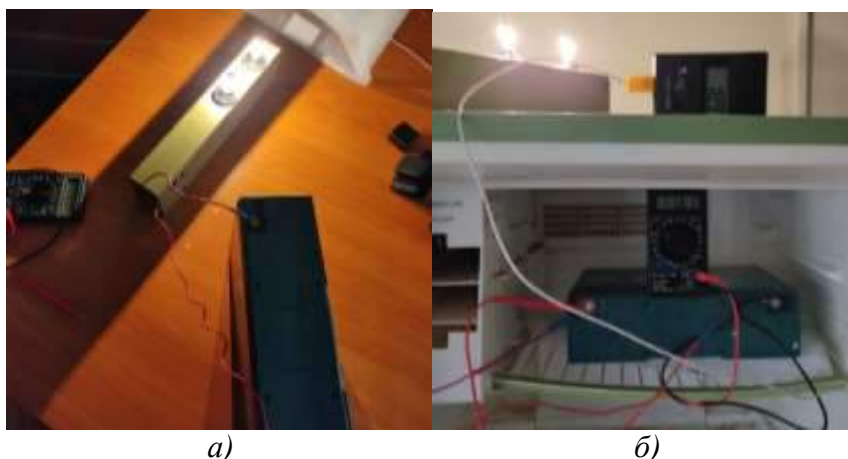


Рисунок 1 – Испытание образцов гелевых аккумуляторов под нагрузкой в разных температурных условиях

а – испытание АКБ на сохранение функциональных характеристик в “комнатных” температурных условиях; б – испытание АКБ на сохранение функциональных характеристик в лабораторной морозильной установке

Figure 1 – Testing samples of gel batteries under load in different temperature conditions

a – testing the battery for maintaining functional characteristics in “room” temperature conditions;

b – testing the battery for maintaining functional characteristics in a laboratory freezing unit

Цель испытаний: оценка действительных показателей продолжительности сохранения рабочего напряжения аккумулятора в условиях пониженной температуры в сравнении с идентичным аккумулятором при благоприятных температурных условиях. Испытания проводились как с нагрузкой, так и без нее.

Испытания проведены в соответствии с ГОСТ Р 52846-20. 07 “Батареи аккумуляторные свинцовые тяговые. Часть 1. Основные требования и методы испытаний.”

Результаты и обсуждение. Испытания проведены в лабораторных условиях с применением морозильной установки. Температура воздуха в помещении лаборатории колебалась в пределах 22 – 24 °С, температура морозильной установки: от -7,8 до -20,2 °С. Испытания аккумуляторов на саморазряд.

Оценка способности аккумуляторов держать заряд проводилась измерением напряжения мультиметром. По результатам таблицы 2 и полученных графиков саморазряда (рисунок 2) можно судить о несущественном влиянии холодных температур на аккумулятор без нагрузки. Так, за время испытания за 19 часов наблюдений разряд аккумуляторов составил: в холодильной камере $\Delta U_{\text{холод}} = 0,06$ В а аккумулятора в теплом помещении $\Delta U_{\text{тепло}} = 0,01$ В.

Таблица 2 – Испытание аккумуляторов на саморазряд в разных температурных условиях
Table 2 – Testing batteries for self-discharge under different temperature conditions

Испытания аккумуляторов на саморазряд			
Начальное напряжение АКБ: $U_{\text{холод}} = 13,07$ В; $U_{\text{тепло}} = 13,07$ В			
Время, часов	Температура холодильной камеры, °С	Напряжение, $U_{\text{холод}}$, В	Напряжение, $U_{\text{тепло}}$, В
0	-15,1	13,07	13,07
1	-16,2	13,05	13,07
2	-15,8	13,04	13,07
3	-9,5	13,03	13,07
4	-10,5	13,02	13,07
5	-15,7	12,98	13,07
6	-10,3	13,02	13,07
7	-10,5	12,97	13,07
8	-16,4	12,93	13,07
9	-16,4	13,01	13,07
10	-18,0	13,01	13,07
11	-18,4	13,01	13,07
12	-9,7	13,01	13,07
13	-10,5	12,99	13,07
14	-16,5	12,97	13,06
15	-14,3	13,01	13,06
16	-13,6	13,01	13,06
17	-15,2	13,01	13,06
18	-17,0	13,00	13,06
19	-15,5	13,01	13,06
Конечное напряжение АКБ: $U_{\text{холод}} = 13,01$ В; $U_{\text{тепло}} = 13,06$ В			

Таким образом, исходя из полученных характеристик поведения аккумуляторной батареи, хранящейся на холоде, можно сделать вывод, что недлительное хранение электротранспортных средств вне отапливаемого помещения приемлемо и никак не влияет на характеристику остаточного пробега [7]. Также следует отметить то, что после проведенных испытаний аккумулятор из морозильной установки при температуре в 20 °С показал значение напряжения в $U = 13,5$ В.

Испытания аккумуляторных батарей с нагрузкой.

Первый этап испытаний аккумуляторов с нагрузкой занял 4 часа (таблица 3). За этот период времени была произведена оценка времени разряда аккумуляторов в разных условиях. Так, аккумулятор в холодильной камере разрядился до $U_{\text{холод}} = 5,1$ В за 2 часа и 9 минут. Аккумулятор в теплом помещении разрядился до схожих $U_{\text{тепло}} = 5.04$ В за сравнимо большее время в 3 часа 1 минуту. Разряд аккумуляторов представлен графиками на рисунке 3. После снятия нагрузки для аккумулятора из холодильной камеры напряжение на момент снятия нагрузки составило: $U_{\text{холод}} = 5,1$ В, аккумулятора в теплом помещении: $U_{\text{тепло}} = 2.82$ В, время восстановления напряжения для АКБ из холодильной камеры и для АКБ из теплого помещения составило 50 минут и 55 минут соответственно.

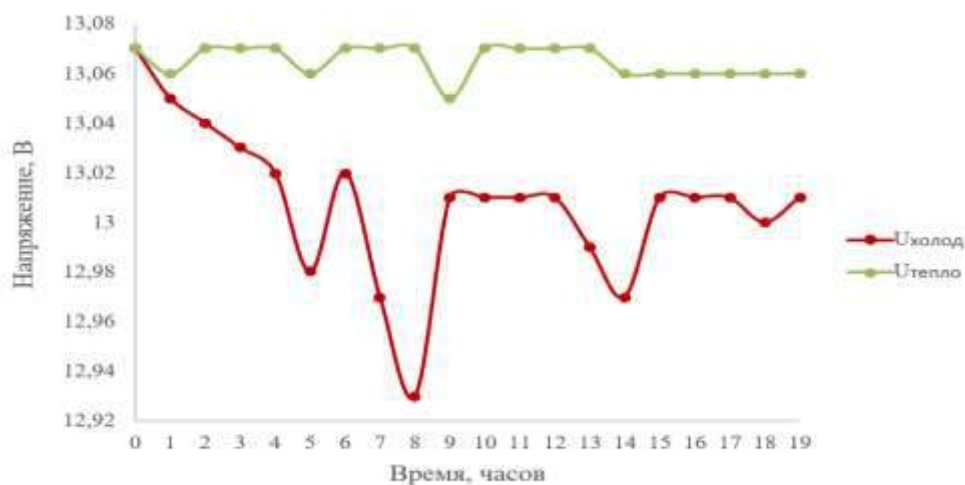


Рисунок 2 – Зависимость напряжения АКБ без нагрузки от времени

Figure 2 – Dependence of battery voltage without load on time

Таблица 3 – Испытание аккумуляторов на разряд аккумуляторов с нагрузкой в разных температурных условиях

Table 3 – Battery discharge test with load under different temperature conditions

Испытание аккумуляторов с нагрузкой			
Начальное напряжение АКБ: $U_{\text{холод}} = 13,01$ В; $U_{\text{тепло}} = 13,07$ В			
Время	Температура холодильника, С°	Напряжение, $U_{\text{холод}}$, В	Напряжение, $U_{\text{тепло}}$, В
1	2	3	4
13:29	-19,1	13,01	13,07
13:30	-19,1	11,66	12,20
14:00	-17,4	11,57	12,07
14:30	-16,0	11,44	11,95
15:00	-18,8	11,27	11,78
15:30	-14,9	5,70	11,54
15:35	-20,2	5,17	11,53
15:40	-17,0	5,10	11,52
15:45	-16,1	10,50	11,39
15:50	-17,3	11,51	11,34
15:55	-15,2	11,70	11,27
16:00	-13,5	11,73	11,20
16:05	-14,5	11,79	11,09
16:10	-13,2	11,78	10,93

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
16:15	-12,7	11,79	10,71
16:30	-14,1	11,84	5,04
16:40	-7,9	11,83	2,82
16:40	-7,9	11,83	5,80
16:55	-11,2	11,83	10,20
17:05	-14,2	11,86	11,20
17:35	-15,6	11,88	11,20
Конечное напряжение АКБ без нагрузки: Ухолод = 11,88 В; Утепло= 11,2 В			

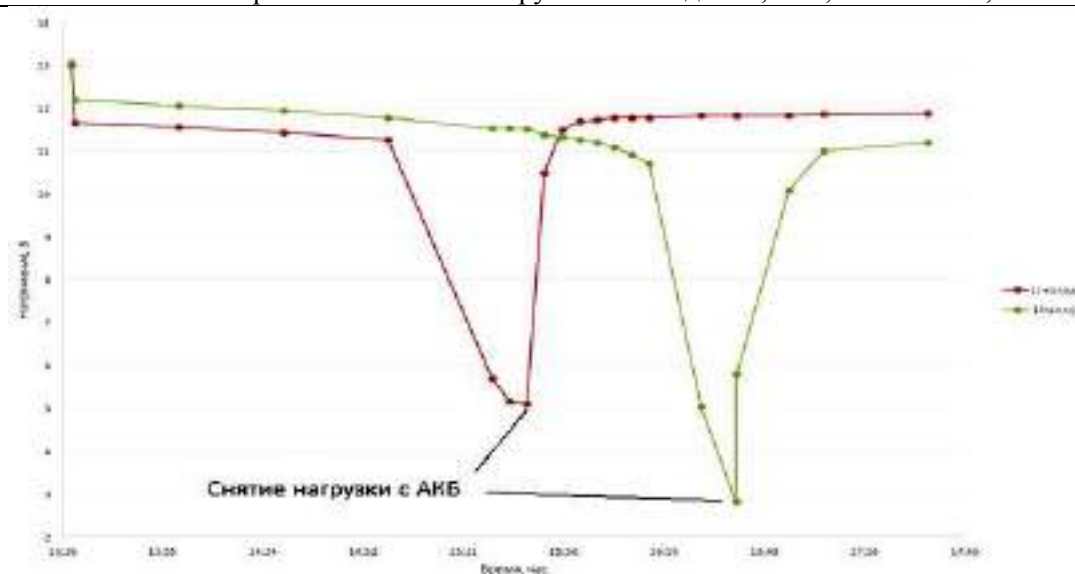


Рисунок 3 – Зависимость напряжения АКБ с нагрузкой от времени
Figure 3 – Dependence of battery voltage with load on time

Разница во времени работы составила 33%. Исходя из полученных данных можно судить о времени работы всего транспортного средства при низких температурах. Пробег транспортного средства также уменьшится кратно уменьшению возможности аккумуляторных батарей держать заряд. Полученные зависимости позволят точнее определить пробег электротранспортного средства, а также впоследствии оценить разряд аккумуляторов под различной нагрузкой, вызванной сопротивлением движению транспортного средства [8-10]. Для оценки пригодности типа аккумуляторных батарей электротранспортного средства для климата с низкими температурными показателями окружающей среды учеными из Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета была разработана методика выбора электрохимического типа аккумулятора [11]. Также вопросы деградации аккумуляторных батарей, применяющихся в агрессивных условиях внешней среды, поднимали авторы из БНТУ: создана универсальная имитационная модель для оценки деградации аккумуляторных батарей в процессе эксплуатации [12]. Сотрудники ФГБНУ ФНАЦ ВИМ работали над методиками оценки новых типов транспортных средств при работе в агропромышленном комплексе, их труды также поднимали вопросы эффективности электропривода в транспортных и тяговых средствах [13], [14].

Второй этап испытаний с нагрузкой заключался в том, что аккумуляторные батареи не были дополнительно заряжены и температура окружающей среды не изменялась с первого этапа испытаний с нагрузкой. После регистрации на каждом аккумуляторе установившихся значений напряжений (таблица 4) была снова установлена

нагрузка. Второй этап испытаний занял значительно меньшее время относительно предыдущего этапа – всего 30 минут. Так, аккумулятор в холодильной камере разрядился до $U_{\text{холод}} = 4,8 \text{ В}$ за 15 минут. Аккумулятор в теплом помещении разрядился до $U_{\text{тепло}} = 5,7 \text{ В}$ за меньшее время 11 минут. Разряд аккумуляторов представлен графиками на рисунке 4. После снятия нагрузки для аккумулятора из холодильной камеры восстановление напряжения произошло за то же время, что и время восстановления аккумулятора из теплого помещения, однако конечная разница в оставшемся напряжении и начальном для АКБ из холодильной камеры и тёплого помещения составила – 0,05 и 0,1 В соответственно.

Таблица 4 – Результаты испытаний АКБ на сохранение функциональных характеристик в разных температурных условиях, повторное проведение испытаний

Table 4 – Results of testing the battery for maintaining functional characteristics in different temperature conditions, repeated testing

Испытание аккумуляторов с нагрузкой			
Начальное напряжение АКБ: $U_{\text{холод}} = 11,87 \text{ В}$; $U_{\text{тепло}} = 11,15 \text{ В}$			
Время	Температура холодильника, $^{\circ}\text{C}$	Напряжение, Холод, В	Напряжение, Тепло, В
11:40	-13,4	11,87	11,15
11:40	-13,4	11,27	11,13
11:50	-14,3	10,26	5,98
11:51	-9,8	10,24	5,7
11:51	-9,8	10,24	7,6
11:55	-16,2	4,8	10,7
11:55	-16,2	11,33	10,7
12:00	-13,2	11,8	11,1
12:10	-12	11,83	11,05
Конечное напряжение АКБ без нагрузки: $U_{\text{холод}} = 11,83 \text{ В}$; $U_{\text{тепло}} = 11,05 \text{ В}$			

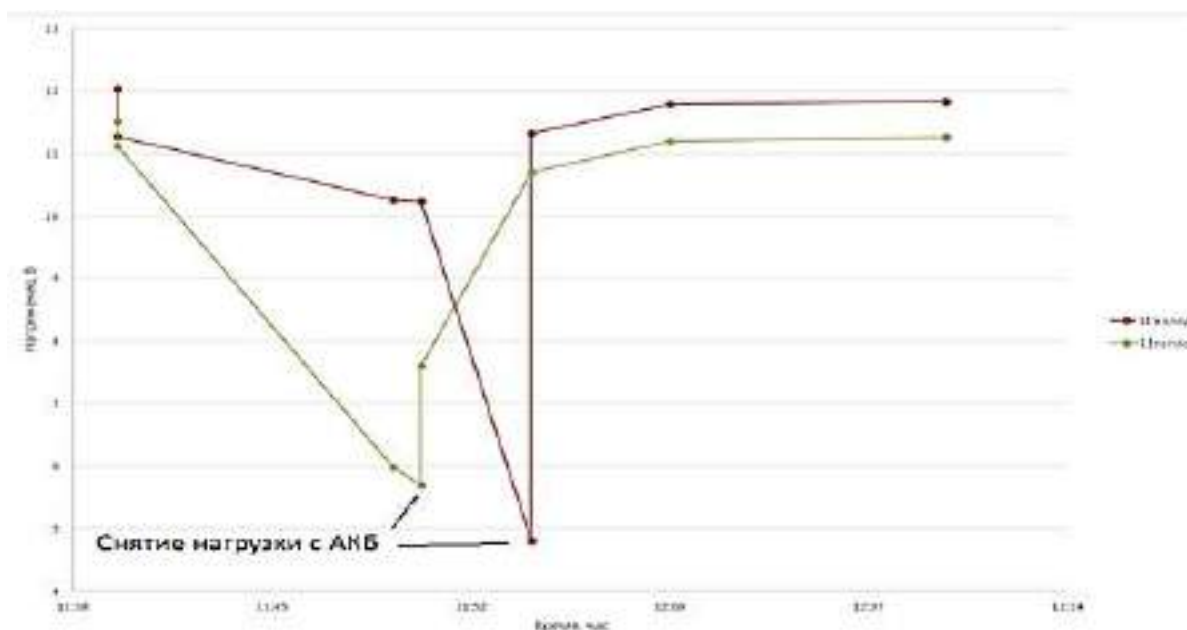


Рисунок 4 – Зависимость напряжения АКБ с нагрузкой от времени. Второй этап эксперимента

Figure 4 – Dependence of battery voltage with load on time. Second stage of the experiment

Закключение. При оценке саморазряда оба АКБ, как теплый, так и холодный, за 19 часов испытаний разрядились практически одинаково на 0,05 В (Рисунок 2). При оценке разряда АКБ под нагрузкой при одновременных замерах в морозильной камере и при комнатной температуре выяснилось, что холодный АКБ разряжается быстрее на 2-3 часа, но при снятии нагрузки быстрее регенерируется – восстанавливает уровень заряда практически до исходного – 11,9 В (Рисунок 4).

Проведенными испытаниями установлена зависимость разряда аккумулятора от температурных условий их работы. Также, исходя из полученных данных, можно поводить оценку уменьшения времени работы транспортного средства на 33% при средней температуре воздуха в -15 С°.

По полученным данным можно судить об изменении пробега электротранспортного средства на полном заряде аккумуляторных батарей. Полученные зависимости разряда АКБ относительно температуры окружающей среды позволят также строить имитационные модели работы электротранспортного средства в различных климатических условиях.

Conclusions. When assessing self-discharge, both batteries, both warm and cold, were discharged almost equally by 0.05 V during 19 hours of testing (Figure 2). When assessing battery discharge under load with simultaneous measurements in the freezer and at room temperature, it turned out that a cold battery discharges faster by 2-3 hours, but when the load is removed, it regenerates faster - restores the charge level almost to the original – 11.9 V (Figure 4).

The tests carried out have established the dependence of battery discharge on the temperature conditions of their operation. Also, based on the data obtained, it is possible to estimate a reduction in vehicle operating time by 33% at an average air temperature of -15 C°.

Based on the data obtained, one can judge the change in the mileage of an electric vehicle on a fully charged battery. The obtained dependences of the battery discharge relative to the ambient temperature will also make it possible to build simulation models of the operation of an electric vehicle in various climatic conditions.

Библиографический список

1. Владимиров С. Н. Влияние автотранспорта на показатели здоровья населения Москвы. Бюллетень науки и практики. 2016. № 5 (6).
2. Gumasing M. J. J., Araga D. C., Baez F. L. D. Sustainability Model of E-Trike Operations in the City of Manila. IEEE 6th International conference of industrial engineering and applications (ICIEA). Tokyo, 2019. Pp. 770-774.
3. Berzi L., Delogu M., Pierini M. Development of driving cycles for electric vehicles in the context of the city of Florence. Transportation research part d-transport and environment. 2016. V. 6. Pp. 299-322.
4. Rekswardojo I. K., Arya R. R., Budiman B. A., Islameka M. Energy Management System Design for Good Delivery Electric Trike Equipped with Different Powertrain Configurations. World Electric Vehicle Journal. 2020. № 4.
5. Кочеров А. В. Курмакаев Д. Р., Сизов А. Ю. и др. Выбор типа электрохимической системы аккумулятора электромобиля LCV-сегмента. Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2018. № 2 (121).
6. Шамарова Н. А. Анализ методов оценки уровня заряда аккумуляторных батарей. Вестник КГЭУ. 2022. № 1 (53).
7. Хандорин М. М., Букреев В. Г. Методика оценки остаточной емкости литий-ионной аккумуляторной батареи при изменении температуры аккумулятора. Доклады ТУСУР. 2017. № 2.
8. Вахрушев М. А., Беляев Д. С., Генсон Е. М. Теоретическое исследование зависимости потребления электроэнергии электромобилем от внешних факторов. ТТПС. 2022. № 4 (62).
9. Тарасик В. П., Пузанова О. В. Методика определения основных параметров и характеристик электромобиля. Вестник Белорусско-Российского университета. 2020. № 4 (69).

10. Клименко В. И., Шуклинов С. Н., Леонтьев Д. Н. и др. Анализ методов определения коэффициента сопротивления качению колёс автомобиля. Автомобильный транспорт. 2020. № 46.
11. Терентьев Е. Е., Блянкинштейн И. М. Методика выбора типа аккумулятора для эксплуатации электромобилей в регионах с холодным климатом. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 1.
12. Доброго К. В., Бладыко Ю. В. Моделирование аккумуляторных батарей и их сборок с учетом деградации параметров. Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2021. № 1.
13. Лобачевский Я. П. и др. Научно-технические достижения агроинженерных научных организаций в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства. Техника и оборудование для села. 2023. № 4 (310). С. 2-5.
14. Лобачевский Я. П., Дорохов А. С. Цифровые технологии и роботизированные технические средства для сельского хозяйства. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021 № 4. С. 6-10.

References

1. Vladimirov S. N. The influence of motor vehicles on the health indicators of the population of Moscow. Bulletin of Science and Practice. 2016. № 5 (6).
2. Gumasing M. J. J., Araga D. C., Baez F. L. D. Sustainability Model of E-Trike Operations in the City of Manila. IEEE 6th International conference of industrial engineering and applications (ICIEA). Tokyo, 2019. Pp. 770-774.
3. Berzi L., Delogu M., Pierini M. Development of driving cycles for electric vehicles in the context of the city of Florence. Transportation research part d-transport and environment. 2016. V. 6. Pp. 299-322.
4. Reksowardojo I. K., Arya R. R., Budiman B. A., Islameka M. Energy Management System Design for Good Delivery Electric Trike Equipped with Different Powertrain Configurations. World Electric Vehicle Journal. 2020. № 4.
5. Kocherov A. V. Kurmakaev D. R., Sizov A. Yu., etc. Choice of the type of electrochemical battery system of the LCV-segment electric vehicle. Works of NSTU named after R.E. Alekseeva. 2018. № 2 (121).
6. Shamarova N. A. Analysis of methods for assessing battery charge level. Bulletin of KGEU. 2022. № 1 (53).
7. Handorin M. M., Bukreev V. G. Methodology for Assessing the Residual Capacity of a Lithium-Ion Battery when the Battery Temperature Changes. TUSUR reports. 2017. № 2.
8. Vakhrushev M. A., Belyaev D. S., Genson E. M. Theoretical study of the dependence of electric vehicle electricity consumption on external factors. TTPS. 2022. № 4 (62).
9. Tarasik V. P., Puzanova O. V. Methodology for determining the main parameters and characteristics of an electric car. Bulletin of the Belarusian-Russian University. 2020. № 4 (69).
10. Klimenko V. I., Shuklinov S. N., Leontyev D. N., etc. Analysis of methods for determining the rolling resistance coefficient of car wheels. Road transport. 2020. № 46.
11. Terentyev E. E., Blyankinstein I. M. Methodology for choosing the type of battery for the operation of electric vehicles in regions with a cold climate. Intelligence. Innovation. Investments. 2023. № 1.
12. Dobrego K. V., Bladyko Yu. V. Modeling of batteries and their assemblies taking into account parameter degradation. Energy. News of higher educational institutions and energy associations of the CIS. 2021. № 1.
13. Lobachevsky Ya. P. et al. Scientific and technical achievements of agroengineering scientific organizations in the context of digital transformation of agriculture. Machinery and equipment for the village. 2023. № 4 (310). Pp. 2-5.
14. Lobachevsky Ya. P., Dorokhov A. S. Digital technologies and robotic technical means for agriculture. Agricultural machinery and technology. 2021 № 4. Pp. 6-10.

Информация об авторах

Дмитриев Кирилл Сергеевич, младший научный сотрудник, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (Российская Федерация, 109428, г. Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5), e-mail: kir0597@yandex.ru

Author's Information

Dmitriev Kirill Sergeevich, Junior researcher at the Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Russian Federation, 109428, Moscow, 1st Institutsky proezd, 5), e-mail: kir0597@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-59

FIELD STUDIES OF THE SUPPORTING PERFORMANCE OF AN EXPERIMENTAL VEHICLE ON DRY BULK SAND

A. S. Myasnikov¹, S. D. Fomin²

¹Volgograd Gazprom College named after. I. A. Matlashov

²Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: fsd_58@mail.ru

Received 10.09.2023

Submitted 30.11.2023

Abstract

Introduction. Self-propelled machinery plays an important role in agriculture, in particular crop production. Each stage of the technological cycle for cultivating agricultural crops is associated with the operation of general-purpose (tractor, transport vehicles) and special-purpose equipment, which in field conditions move across agricultural lands and dirt roads of various conditions. The ability of equipment to operate in field conditions is determined by the bearing capacity of the supporting surface and the terrain, and their greatest impact affects the operation of transport equipment, the main mission of which is the timely and high-quality transportation of agricultural goods. One of the important conditions for the movement of transport equipment during field work is the condition of dirt roads and their bearing capacity. One of the most difficult bases for the supporting surface for the movement of automobile cargo vehicles is dry bulk sand, when moving along which, significant slipping of the loaded vehicle occurs or it gets completely stuck and further movement without external force becomes impossible. In turn, the use of additional units of equipment to pull out a stuck vehicle entails temporary losses, which reduces the quality of the transported cargo, as well as disrupts logistics chains and generally reduces the efficiency of the enterprise.

One of the possible directions for solving this problem is the development and use of motor vehicles with a combined mode of movement – rolling and walking, which allows, when driving on dirt roads with sufficient load-bearing capacity, to move by rolling, and in areas where it is not enough to switch to an alternative mode – walking functionally providing self-pulling. For the study, an experimental vehicle was designed and technically implemented with the ability to choose a method of movement – rolling or stepping. **Object.** The object of the study is the support patency of an experimental vehicle on dry bulk sand. **Materials and methods.** The reference cross-country ability of an experimental vehicle on dry bulk sand was determined in the field by studying parameters – the amount of current consumed by the engines, the distance traveled, the depth of the rut, the degree of soil compaction. The parameters of the supporting cross-country ability on dry bulk sand were determined and a comparative analysis was made without using the originality of the technical solutions included in the design of the experimental vehicle, and with their use. **Results and conclusions.** An analysis of the results of field tests of an experimental vehicle on a base of dry bulk sand showed that: the maximum load during rolling movement is less than 350 N, after which complete slipping occurs and the vehicle gets stuck, in contrast to walking movement, which provides translational movement and is performed up to a load of 500 N, the limitation of which is determined only by the strength indicators of structural assemblies; the peak current consumption of the propulsion motors at a load of 350 N is 0.132 A, while when moving by walking and a load of 500 N it is 0.130 A; the maximum rut depth when mov-