

УДК 621.355.2

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В АВТОБУСНЫХ ПАРКАХ

Яковлева Юлия Сергеевна, студент,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, julia.yakovleva99@mail.ru

Поживиллов Никита Васильевич, канд. техн. наук, доц.,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, nikita.pozhivilov@madi.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины отказов, выявлено значение наработки на отказ, определены показатели надежности и статистические характеристики малообслуживаемых кислотно-свинцовых аккумуляторных батарей (АКБ), устанавливаемых на городских автобусах. Проведенный анализ показал, что АКБ не вырабатывают свой нормативный ресурс. Основной причиной является сульфатация пластин аккумуляторов. Для решения этой проблемы на аккумуляторных участках в автобусных парках предлагается устанавливать зарядное устройство с функцией «десульфатация», направленное на повышение ресурса аккумуляторных батарей, также составлен технологический процесс «десульфатации» на примере аккумуляторной батареи 6СТ210 L на устройстве Зевс-Р-30А.32В. Для определения наработки, на которой необходимо проводить предлагаемое мероприятие был найден гамма-процентный ресурс, который соответствует моменту проведения второго ТО-2.

Ключевые слова: автобус, аккумуляторная батарея, сульфатация, десульфатация, ресурс, зарядное устройство.

METHOD FOR INCREASING BATTERY LIFE IN BUS FLEETS

Yakovleva Julia S., student,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, julia.yakovleva99@mail.ru

Pozhivilov Nikita V., Ph.D., associate professor,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, nikita.pozhivilov@madi.ru

Abstract. The article considers the main causes of failures, reveals the value of the time between failures, determines the reliability indicators and statistical characteristics of low-maintenance lead-acid batteries installed on city buses. The review showed that batteries do not develop their standard resource. The main reason is the sulfation of the battery plates. To solve this problem, it is proposed to install a charger with the “desulfation” function in battery areas in bus depots, aimed at increasing the battery life, a technological process of

“desulfation” was also drawn up using the example of a 6СТ210 L battery on the device. Zeus-R-30A.32V. To determine the operating time at which it is necessary to carry out the proposed event, a gamma-percentage resource was found, which corresponds to the moment of the second TO-2.

Key words: bus, storage battery, sulfation, desulfation, resource, charger.

Введение

На бензиновых, дизельных и газовых автобусах устанавливаются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи следующих типов: обслуживаемые, малообслуживаемые и необслуживаемые [1].

В настоящее время на автобусах устанавливаются малообслуживаемые аккумуляторные батареи (АКБ), которые требуют проведения следующих технологических процессов: зарядки-разрядки, проверки уровня и плотности электролита, а также доливки дистиллированной воды, поэтому аккумуляторные участки в автобусных парках не теряют своей актуальности.

По результатам исследования данных, предоставленных филиалом ГУП «Мосгортранс», большинство отказов аккумуляторных батарей связаны с тем, что они не обеспечивают напряжения, а также были зафиксированы случаи их взрывов. В основном это происходит из-за сульфатации пластин АКБ, вследствие чего их ресурс по данным филиала ГУП «Мосгортранс» снижается на 20%. Сульфатация – образование сернокислого свинца на пластинах аккумуляторных батарей, из-за которого возрастает сопротивление, зарядный ток не проходит, соответственно, зарядка АКБ становится невозможной, что приводит к необходимости их преждевременного списания [2, 3].

Таким образом, целесообразно разработать мероприятия, направленные на повышение ресурса аккумуляторных батарей и безопасности работников аккумуляторного участка.

Исследование наработки на отказ аккумуляторных батарей

Для анализа была сформирована выборка данных по наработке на отказ 21 аккумуляторной батареи 6СТ-210 L, которые устанавливаются на автобусах большой и особо большой вместимости (ЛиАЗ-529265 и ЛиАЗ-621365) автобусного автотранспортного предприятия (АТП).

Нормативный ресурс аккумуляторной батареи 6СТ-210 L составляет 2 года или 130 тыс. км [4].

В результате обработки данных выборки в программе Statistica 10 были выявлены основные статистические характеристики (табл. 1), построены зависимости (рис. 1-3) и график плотности распределения (рис.4).

Таблица 1

Основные статистические параметры выборки наработки на отказ аккумуляторной батареи 6СТ-210 L городских автобусов

N	$\bar{X}$	X_{max}	X_{min}	ΔX	σ	v
21	109,9	160,2	66,8	17,4	27	0,25

N – количество наблюдаемых объектов, ед.;

$\bar{X}$ – среднее значение наработки на отказ АКБ, тыс. км;

X_{max} – максимальное значение наработки на отказ, тыс. км;

X_{min} – минимальное значение наработки на отказ, тыс. км;

ΔX – величина интервала, тыс. км;

σ – стандартное отклонение, тыс. км;

v – коэффициент вариации.

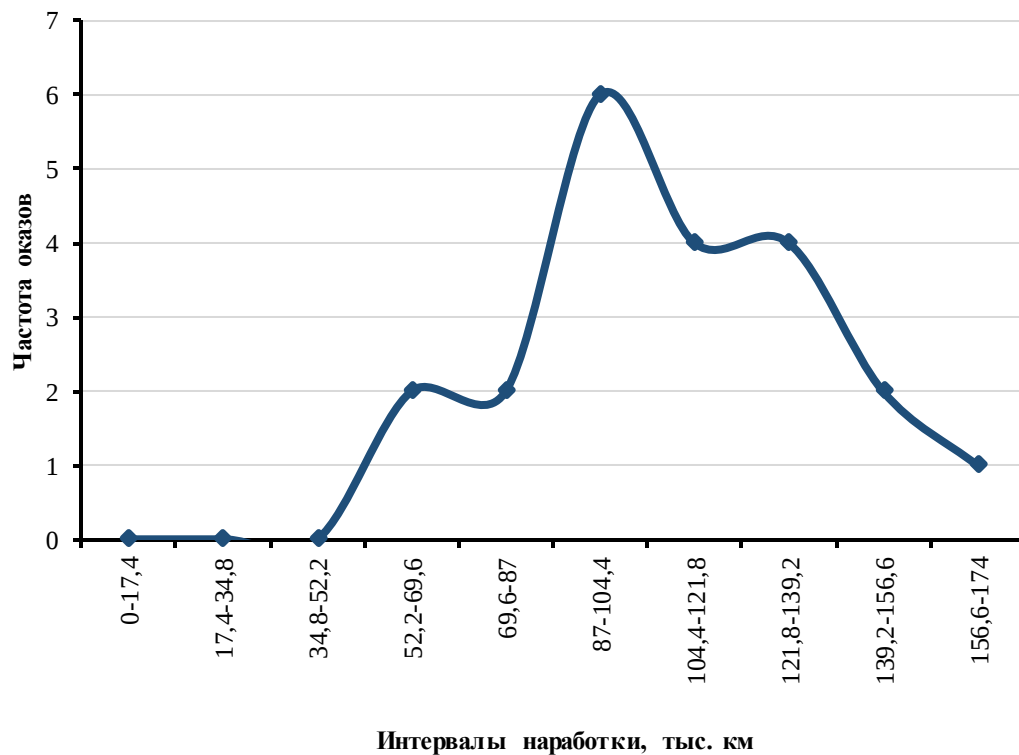


Рис. 1. Частота отказов АКБ 6СТ-210 L на интервалах наработки

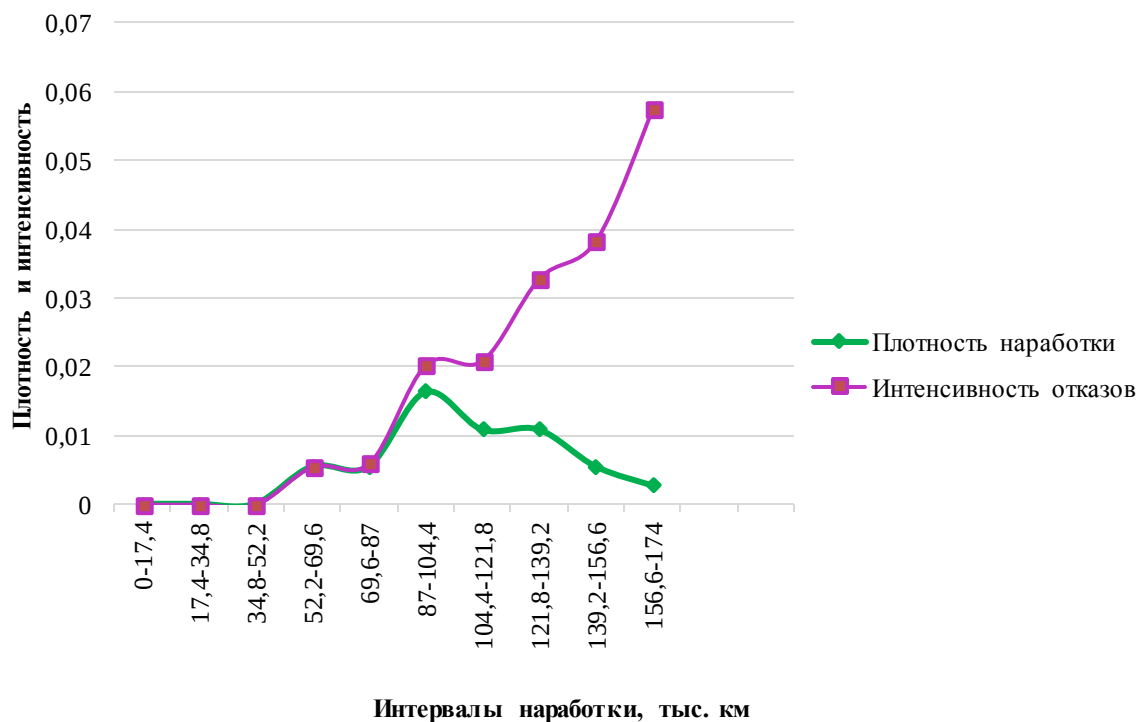


Рис. 2. Плотность наработки и интенсивность отказов АКБ 6СТ-210 L

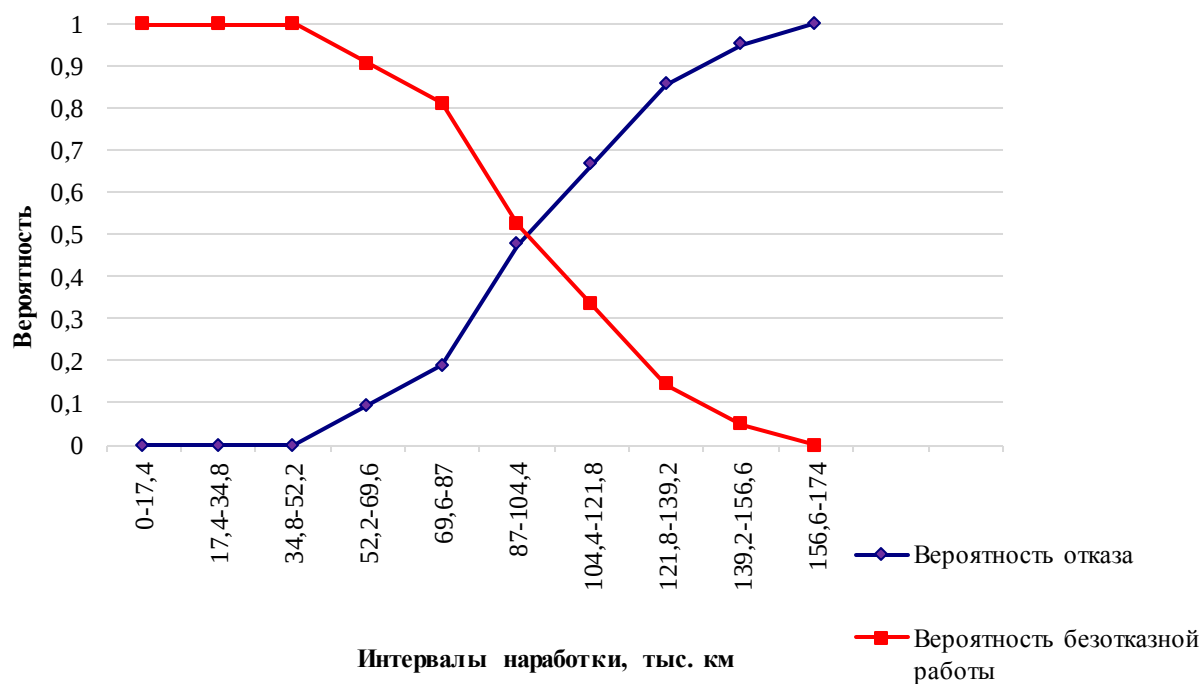


Рис. 3. Вероятность отказа и вероятность безотказной работы АКБ 6СТ-210 L

Так как коэффициент вариации $v < 0,3$ график плотности распределения имеет нормальный закон.

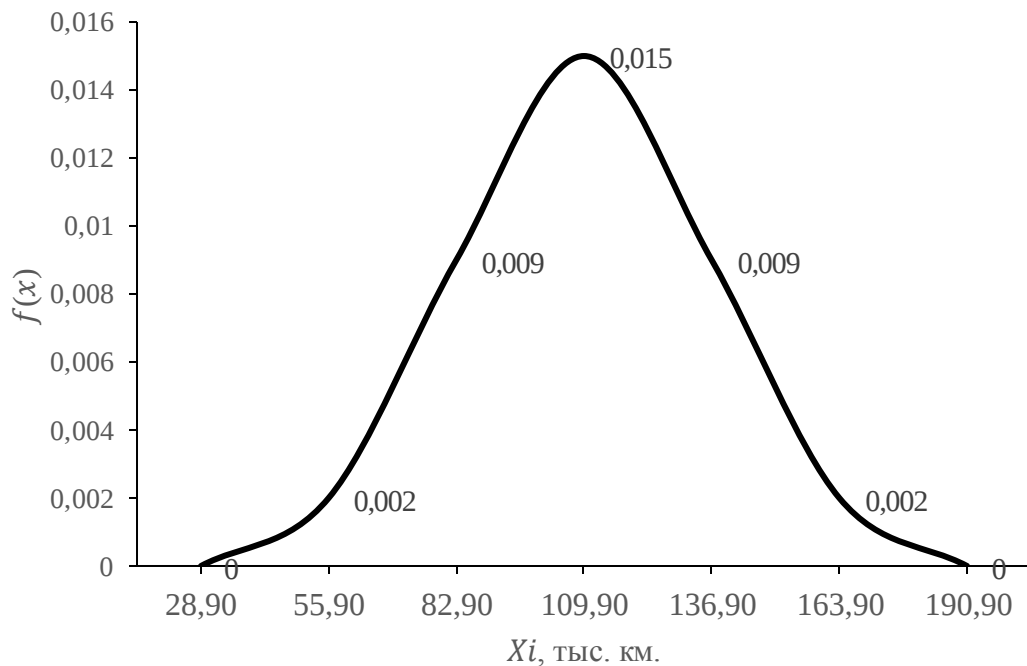


Рис. 4. График плотности распределения выборки

На основе данных характеристик можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее частые отказы АКБ 6СТ-210 L городского автобуса возникают на интервале наработки 87-104,4 тыс. км.
2. С увеличением наработки интенсивность отказов АКБ увеличивается.
3. Вероятность безотказной работы АКБ 6СТ-210 L с увеличением наработки снижается, особенно интенсивно, начиная с 70 тыс. км.

При дальнейшем анализе было определено значение гамма-процентного ресурса АКБ, при котором гарантируется безотказная работа у задаваемого в данных условиях эксплуатации необходимого по технико-экономическим показателям процента автомобилей. Значение гамма принималось равным 90%, что соответствует вероятности безотказной работы равной 0,9.

Для вычисления гамма-процентного ресурса АКБ в программе Statistica 10 были вычислены следующие статистические характеристики: среднее, стандартное отклонение, стандартная ошибка среднего, доверительный интервал среднего значения (-95% - +95%) и границы процентилей (10% и 90%) (табл. 2).

Таблица 2

Статистические характеристики для определения гамма-процентного ресурса АКБ 6СТ-210 L городского автобуса

Доверит. -95%	Доверит. 95%	Процентиль 10%	Процентиль 90%	Стандартная ошибка
тыс. км				
96,97	121,68	76,30	140,60	5,92

Приблизительное значение гамма-процентного ресурса можно определить по показателю «Процентиль 10%», который соответствует

наработке 76,30 тыс. км. Однако при этом не будет учтена неизбежная ошибка, связанная с вероятностными 95%-ми верхними и нижними границами оценки среднего значения. Поэтому значение гамма-процентного ресурса целесообразно найти при условии нижней границы доверительного интервала среднего значения -95%, равного 96,97 тыс. км по следующей формуле (1):

$$L_{G(\text{скр})=0,9} = \text{"Доверит -95\%"} - 1,3 \cdot \nu \cdot \text{"Доверит -95\%"} \quad (1)$$

где ν – коэффициент вариации;

1,3 – округленное значение нормированной функции Лапласа, соответствующее значению вероятности $\Phi(1,3)=0,4$ и обеспечивающее 90%-ный гамма-процентный ресурс.

Расчет значения гамма-процентного ресурса АКБ для рассматриваемой выборки представлен ниже (2):

$$L_{G(\text{скр})=0,9} = 96,97 - 1,3 \cdot 0,25 \cdot 96,97 = 65,46 \text{ тыс. км} \quad (2)$$

Значения гамма-процентного ресурса оказалось ниже показателя «Процентиль 10%», что даёт дополнительную гарантию предотвращения отказа АКБ в эксплуатации.

Мероприятия, направленные на увеличение ресурса аккумуляторных батарей

Гамма-процентный ресурс показывает, что с 90% вероятностью до наработки 65,46 тыс. км отказов аккумуляторных батарей не будет.

В целях предотвращения отказов АКБ городских автобусов для предприятия были разработаны рекомендации по снижению количества отказов АКБ и увеличения их фактического ресурса. Рекомендации заключаются в том, что при втором ТО-2 автобуса на пробеге 60 тыс. км стоит проводить процедуру десульфатации пластин, а при необходимости углубленное диагностирование АКБ для предотвращения их отказов.

В настоящий момент в АТП при ТО-2 проводятся следующие мероприятия по обслуживанию аккумуляторных батарей автобусов, предусмотренные нормативно-технической документацией:

- Осмотр аккумуляторной батареи;
- Смазка клемм и перемычек;
- Проверка плотности и уровня электролита;
- Проверка напряжения АКБ под нагрузкой;

Стоит отметить, что эти мероприятия не позволяют избавиться от сульфатации аккумуляторов и продлить их срок службы.

Самым эффективным способом решить данную проблему является установка на аккумуляторном участке зарядных устройств с функцией «десульфатация», которую целесообразно добавить к основным мероприятиям, проводимым при ТО-2.

Одним из самых эффективных зарядных устройств с функцией «десульфатация» является прибор российского производителя Зевс-Р-30А.32В (рис.5).



Рис. 5. Зарядное устройство Зевс-Р-30А.32В

Десульфатация выполняется посредством попеременной зарядки-разрядки АКБ с подачей импульсного тока [5].

На рисунке 6 показаны основные этапы технологического процесса «десульфатации» на примере аккумуляторной батареи 6СТ-210 L устройством Зевс-Р-30А.32В.

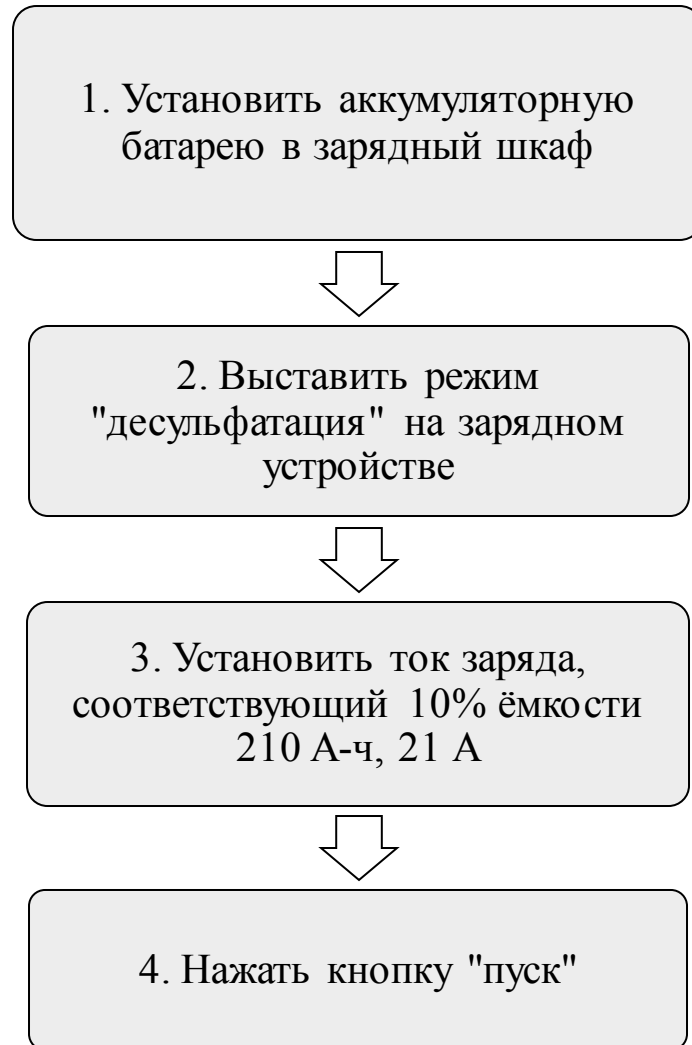


Рис. 6. Блок-схема технологического процесса десульфатации на примере аккумуляторной батареи 6СТ-210 L устройством Зевс-Р-30А.32В

Выполняя предложенное мероприятие, можно повысить ресурс аккумуляторной батареи до 20%. На данный момент по проведенному анализу средний ресурс АКБ составляет 109,9 тыс. км. С учетом проведения процедуры десульфатации при ТО-2 ожидается увеличение ресурса АКБ до 130 тыс. км, что соответствует нормативному. За счет

повышения надежности АКБ уменьшится число отказов, будет сведена к минимуму вероятность взрывов АКБ, время простоя городских автобусов в ремонте уменьшится и затраты на покупку новых аккумуляторных батарей сократятся, что в конечном итоге окажет положительное влияние на степень удовлетворенности пассажиров.

Заключение

В автобусных парках эксплуатируется подвижной состав с малообслуживаемыми аккумуляторными батареями, например на современных автобусах ЛиАЗ-529265 и ЛиАЗ-621365 устанавливаются АКБ 6СТ-210 L. Производственно-техническая база большинства автобусных парков не предполагает возможности очищения аккумуляторов от сульфата свинца. Однако от оснащения участков предприятия зависит эффективность обслуживания и эксплуатации подвижного состава, поэтому рекомендуется устанавливать в аккумуляторных участках зарядные устройства с возможностью десульфатации (например устройство Зевс-Р-30А.32В), а также дополнить список операций, проводимых при ТО-2 для предотвращения отказов аккумуляторных батарей.

Список литературы

1. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / В.Е. Ютт. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006 г. – 440 с. – ISBN 5-93517-243-7.
2. Головин, В.В. Оценка влияния условий эксплуатации на ресурс аккумуляторной батареи. / В.В. Головин, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // COLLOQUIUM-JOURNAL. – 2022 г. – №4. – С. 36-40.
3. Картуков, А.А. Анализ неисправностей автомобильных аккумуляторных батарей и способов их устранения / А.А. Картуков, Н.С. Алексеев, В.Д. Тябин // Актуальные вопросы перспективных направлений применения вооружения, военной и специальной техники: сборник научных трудов I Межведомственной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 30 октября 2019 г. – Санкт-Петербург: Изд-во ООО "Медиапапир", 2019. – с. 147-155.

4. ГОСТ Р 53165-2008. Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные для автотракторной техники. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 959-2002, ГОСТ 29111-91; введ. 2009-07-01. – Москва: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. N 604-ст; М.: Изд-во стандартов, сор. 2008. – 34 с.

5. Тимохин, С.В. Повышение надежности устройств для зарядки автомобильных аккумуляторных батарей / С.В. Тимохин, И.С. Боронин, Д.С. Чекмарев, В.А. Кондрашин // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Пенза, 15–16 октября 2019 г. – Пенза: Изд-во Пензенский государственный аграрный университет (Пенза), 2019 г. – С. 123-128.

References

1. Yutt V.E. *Elektrooborudovanie avtomobilej* (Vehicle electrical equipment), Moscow, Goryachaya liniya-Telekom, 2006, 440 p.
2. Golovin V.V., Nesterenko G.A., Nesterenko I.S. *COLLOQUIUM-JOURNAL*, 2022, no. 4, pp. 36-40.
3. Kartukov A.A., Alekseev N.S., Tyabin V.D. *Aktual'nye voprosy perspektivnyh napravlenij primeneniya voorueniya, voennnoj i special'noj tekhniki*, Sbornik statei, St. Petersburg, 2019, pp. 147-155.
4. Batarei akkumulyatornye svincovye starternye dlya avtotraktornoj tekhniki. Obshchie tekhnicheskie usloviya. GOST R 53165-2008 (Batteries lead accumulator starter for motor-tractor equipment. General specifications), Moscow, Standarty, 2008, 34 p.
5. Timohin S.V., Boronin I.S., Chekmarev D.S., Kondrashin V.A. *Ekspluatatsiya avtotraktornoj i sel'skohozyajstvennoj tekhniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy*, Sbornik statei, Penza, 2019, pp. 123-128.

Рецензент: Л.Л. Зиманов, канд. техн. наук, доц., МАДИ