

УДК 62-799

## Анализ устройств автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в аккумуляторных помещениях

А. В. Агунов, И. А. Терехин, Д. И. Фесак, Е. Г. Абишов, И. А. Баранов

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

**Для цитирования:** Агунов А. В., Терехин И. А., Фесак Д. И., Абишов Е. Г., Баранов И. А. Анализ устройств автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в аккумуляторных помещениях // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. — Т. 20. — Вып. 4. — С. 999–1003. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-4-999-1003

### Аннотация

**Цель:** Выполнить анализ существующих устройств автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в помещении. Проанализировать и сформировать предложение для устройства автономного мониторинга концентрации уровня газов в помещении аккумуляторной. **Методы:** Поиск и изучение патентов устройств автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в помещении, сравнение характеристик и принципов работы этих устройств. Ознакомление с соответствующими статьями и разработками. **Результаты:** В работе представлен анализ существующих устройств автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в помещении, даны комментарии относительно недостатков существующих устройств. Разработано и обосновано предложение нового устройства для мониторинга собственной разработки. **Практическая значимость:** Проведенный анализ показал необходимость создания нового устройства автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в аккумуляторных помещениях ввиду несовершенства и непригодности для аккумуляторных помещений существующих устройств.

**Ключевые слова:** Газоанализаторы, водородные аккумуляторы, аккумуляторные помещения, тяговые подстанции, непрерывный мониторинг, цифровая железная дорога, автоматизация, безопасность.

### Введение

В настоящее время на действующей инфраструктуре ОАО «РЖД» насчитывается значительное количество тяговых подстанций, каждый из объектов использует в качестве резервного источника питания аккумуляторные батареи [1] (в зависимости от типа и новизны объекта тяговой инфраструктуры могут использоваться как

открытые свинцово-кислотные, так и закрытые типы аккумуляторных ячеек [2]). При цикле заряда-разряда батареи выделяются токсичные для человека газы, способные при больших концентрациях привести к летальному исходу или несчастному случаю (в особых случаях — к взрыву). В данный момент времени устройства подобного типа не используются.

## Анализ

Сердцем любой подстанции является помещение аккумуляторной, где, как понятно из названия, хранятся, заряжаются и разряжаются аккумуляторные батареи. При любом из вышеперечисленных действий аккумуляторная батарея выделяет газы, такие как: сернистый, мышьяковистый водород (арсин), сурмилистый водород (стибин), хлористый водород и другие [2]. Высокая концентрация этих токсичных газов в воздухе очень вредна для человека и при больших концентрациях может привести к взрыву.

Известны газоанализаторы, содержащие датчик концентрации измеряемого компонента, выполненный в виде электрохимического сенсора, сообщающегося с контролируемым газом (воздухом), и устройство для обработки сигнала датчика и управления его работой [3]. Недостатками известных газоанализаторов являются отсутствие контроля доступа в анализируемое помещение, невозможность передачи информации по беспроводным телекоммуникационным сетям, в частности сетей GSM [4], что исключает автоматические оперативные оповещения об опасной концентрации газов, а также отсутствие возможности контроля температурно-влажностных показателей, что исключает возможность автономной ликвидации опасной концентрации газов [5].

Следовательно, необходим газоанализатор, содержащий: датчик концентрации измеряемого вещества, выполненный в виде полупроводникового прибора с нагревателем в керамической трубке (оксидом олова на этом нагревателе), который в нагретом состоянии при попадании на прибор измеряемого газа изменяет свое сопротивление, датчик температуры и влажности, состоящий из термистора и емкостного датчика влажности, микропроцессорное устройство, предназначенное для обработки, анализа и передачи данных с датчика, состоящее из: централь-

ного процессорного устройства, элемента памяти программ, аналого-цифрового преобразователя, соединенного с выходом датчика, элемент питания в виде литий-ионной батареи, внешний блок питания для зарядки устройства, GSM модем [6].

Падение напряжения на нагретом до рабочей температуры оксида олова в составе датчика газоанализатора поступает в аналого-цифровой преобразователь (АЦП), далее, в виде цифрового сигнала, через линию связи поступает на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), выход ЦАП подключен ко входу микроконтроллера. Микроконтроллер, с постоянно запущенным внутри микрокодом, сравнивает полученный через линию связи сигнал с заданной константой. При превышении заданного константой уровня:

1. Микроконтроллер подает управляющий сигнал на управляющую обмотку реле (УОР). Замыкаясь, контакты реле (КР) создают путь для протекания тока привода вытяжной вентиляции, что приводит к активному спаду концентрации газов. С целью сохранения КР в пригодном для работы состоянии в микрокоде используется программная реализация петли гистерезиса.

2. Микроконтроллер подает кодированный сигнал в блок GSM/GPRS (УСС). УСС отправляет на заданный в настройках телефонный номер SMS о превышении уровня концентрации, заданного условиями газа в контролируемом помещении.

Таким образом, при решении поставленной задачи обеспечивается постоянный мониторинг концентрации газа, температуры и влажности воздуха в помещении, при этом в случае превышения установленной допустимой величины концентрации устройство с помощью УСС отправляет в GSM сеть на заданный телефонный номер SMS-оповещение о превышении заданного параметра, а также числовую информацию контролируемых параметров. Устройство позволит управлять средствами регулирования климата в



3D-модель аккумуляторного помещения

помещении, а также имеет световую индикацию предупреждения опасности, вынесенную за пределы контролируемого помещения.

Устройство будет включать в себя следующие функции:

1. Анализ содержания опасных для человека газов в помещении аккумуляторной.
2. Индикация степени концентрации газов.
3. Оповещение обслуживающего персонала о превышении уровня концентрации газов.
4. Поддержание заданного температурно-влажностного режима в помещении аккумуляторной.

Применение данного устройства не ограничивается только инфраструктурой ОАО «РЖД». Такие компании, как ФСК, «Россети», также имеют на балансе инфраструктуру, в которой нужно осуществлять мониторинг и учет параметров.

С целью математического моделирования разного рода штатных и нештатных ситуаций была произведена работа по 3D-сканированию действующего объекта НТЭ (тяговой подстанции) (рисунок).

В данный момент ведется работа по оцифровке, доводке и корректировке полученной 3D-модели для внесения ее в среду моделирования.

### **Благодарности**

Настоящая статья (работа) опубликована (выполнена) при поддержке Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» инициативных научных работ, выполняемых студенческими научными коллективами.

### **Заключение**

Таким образом, исходя из существующих устройств газоанализа, можно говорить о необходимости создания принципиально нового устройства автономного непрерывного мониторинга, оповещения и устранения опасного уровня газов в аккумуляторных помещениях ввиду вышеописанных недостатков существующих приборов.

## Библиографический список

1. Жматов Д. В. Автономные источники питания постоянного тока для цифровых подстанций и транспорта / Д. В. Жматов, Т. И. Кузнецова, В. П. Горкин // Энергобезопасность и энергосбережение. — 2015. — № 2.
2. Багаутдинов И. З. Тяговая трансформаторная подстанция / И. З. Багаутдинов // Форум молодых ученых. — 2017. — № 6(10).
3. Патент РФ на полезную модель № 67733. Автоматический пост для контроля качества воздуха / М. Ю. Аршинов, Б. Д. Белан, Д. К. Давыдов и др. — Опубл. 27.10.2007. Бюл. № 30.
4. Храмов И. А. Основные уязвимости сетей поколения GSM / И. А. Храмов // Форум молодых ученых. — 2019. — № 2(30).
5. Шнепс-Шнеппе М. А. Мобильная сеть GSM-R — основа цифровой железной дороги / М. А. Шнепс-Шнеппе, В. П. Куприяновский // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2016. — № 1.
6. Чуйков А. М. Анализ газовой среды с применением интеллектуального газоанализатора для анали-

за пожаровзрывоопасности / А. М. Чуйков, А. В. Мещеряков, А. А. Гапеев // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — 2014. — № 1.

Дата поступления: 12.09.2023

Решение о публикации: 30.10.2023

### Контактная информация:

АГУНОВ Александр Викторович — д-р техн. наук, проф.; alexagunov@mail.ru

ТЕРЕХИН Илья Александрович — канд. техн. наук, доц.; terekhin@pgups.ru

ФЕСАК Данил Ильич — студент; danilfesak@gmail.com

АБИШОВ Ербол Гайдарович — аспирант; abishov@pgups.ru

БАРАНОВ Иван Александрович — аспирант; baranov@pgups.ru

## Analysis of Devices for Autonomous Continuous Monitoring, Alerting and Elimination of Dangerous Gas Levels in Battery Rooms

A. V. Agunov, I. A. Terekhin, D. I. Fesak, E. G. Abishov, I. A. Baranov

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

**For citation:** Agunov A. V., Terekhin I. A., Fesak D. I., Abishov E. G., Baranov I. A. Analysis of Devices for Autonomous Continuous Monitoring, Alerting and Elimination of Dangerous Gas Levels in Battery Rooms // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2023, vol. 20, iss. 4, pp. 999–1003. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2023-4-999-1003

### Summary

**Purpose:** To analyze the existing devices for autonomous continuous monitoring, alerting and elimination of dangerous gas level in the room. To analyze and form a proposal of a device for autonomous monitoring of gas level concentration in a battery room. **Methods:** Search and study of the patents for devices of autonomous continuous monitoring, alerting and elimination of dangerous gas level in the room, comparing the characteristics and working principles of these devices. Review of relevant articles and developments. **Results:** The paper presents an analysis of existing devices for autonomous continuous monitoring, alerting and elimination of hazardous indoor gas levels, along with comments on the shortcomings of existing devices. A proposal for

a new monitoring device, developed and substantiated, is provided in the paper. **Practical significance:** The analysis conducted has revealed the necessity of creating a new device for autonomous continuous monitoring, alerting, and elimination of hazardous gas levels in battery rooms due to the imperfections and unsuitability of existing devices for battery rooms.

**Keywords:** Gas analyzers, hydrogen batteries, battery rooms, traction substations, continuous monitoring, digital railroad, automation, safety.

## References

1. Zhmatov D. V., Kuznecova T. I., Gorkin V. P. Avtonomnye istochniki pitaniya postoyannogo toka dlya cifrovyyh podstancij i transporta [Standalone DC power supplies for digital substations and transportation]. *Energobezopasnost' i energosberezhenie* [Energy safety and energy saving]. 2015, Iss. 2. (In Russian)

2. Bagautdinov I. Z. Tyagovaya transformatornaya podstanciya [Traction transformer substation]. *Forum molodyh uchenyh* [Forum of Young Scientists]. 2017, Iss. 6(10). (In Russian)

3. Arshinov M. Y., Belan B. D., Davydov D. K. et al. *Avtomaticheskij post dlya kontrolya kachestva vozdukh* [Automatic post for air quality control]. Patent RF, no. 67733, 2007. (In Russian)

4. Hramcov I. A. Osnovnye uyazvimosti setej pokoleniya GSM [The main vulnerabilities of GSM generation networks]. *Forum molodyh uchenyh* [Forum of Young Scientists]. 2019, Iss. 2(30). (In Russian)

5. Shneps-SHnepe M. A., Kupriyanovskij V. P. Mobil'naya set' GSM-R — osnova cifrovoj zheleznoj dorogi [Mobile network GSM-R — the basis of digital railroad]. *Sovremennye informacionnye tekhnologii i*

*IT-obrazovanie* [Modern Information Technologies and IT Education]. 2016, Iss. 1. (In Russian)

6. Chujkov A. M., Meshcheryakov A. V., Gapeev A. A. Analiz gazovozdushnoj sredy s primeneniem intellektual'nogo gazoanalizatora dlya analiza pozharovzryvoopasnosti [Analysis of gas-air environment using an intelligent gas analyzer for analyzing fire and explosion hazard]. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij* [Problems of ensuring safety in emergency situations liquidation]. 2014, Iss. 1. (In Russian)

Received: September 12, 2023

Accepted: October 30, 2023

## Author's information:

Alexander V. AGUNOV — Dr. Sci. in Engineering, Professor; alexagunov@mail.ru

Ilya A. TEREKHIN — PhD in Engineering, Associate Professor; terekhin@pgups.ru

Danil I. FESAK — Student; danilfesak@gmail.com

Erbol G. ABISHOV — Postgraduate Student; abishov@pgups.ru

Ivan A. BARANOV — Postgraduate Student; baranov@pgups.ru