

**Н. В. Корсаков Н.В<sup>1</sup>, А.О. Линьков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Иркутский государственный университет путей сообщений, г.Иркутск, Российская федерация*

## **Разработка устройства дистанционного контроля уровня песка в бункере электровоза**

***Аннотация:** Основной задачей в эксплуатации железнодорожного тягового подвижного состава мониторинг и прогнозирование его технологических характеристик, планирование и оптимизация проведения предиктивного ремонта с учетом инфраструктурных и технологических ограничений железнодорожного транспорта общего пользования.*

*В работе выполнен анализ отказов оборудования песочной системы электровозов переменного тока. Представлены существующие методы дистанционного контроля уровня сыпучих материалов. А также в работе рассмотрена разработка устройства дистанционного контроля уровня песка в бункере электровоза, которая позволит информировать локомотивные бригады о своевременной заправке песком, а также дистанционной передачи информации на сервера пунктов технического обслуживания и депо.*

***Ключевые слова:** Песочница, устройство дистанционного контроля уровня песка, песочный бункер.*

**Nikita V. Korsakow<sup>1</sup>, Aleksey O. Linkov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation*

## **DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR REMOTE MONITORING OF THE SAND LEVEL IN THE BUNKER OF AN ELECTRIC LOCOMOTIVE**

***Abstract:** The main task in the operation of railway traction rolling stock monitoring and forecasting of its technological characteristics, planning and optimization of predictive repairs taking into account the infrastructural and technological limitations of public railway transport.*

*In the work, the analysis of equipment failures of the sand system of alternating current electric locomotives was carried out. Existing methods of remote control of the level of bulk materials were provided. And also the development of a device for remote control of the sand level in the bunker of an electric locomotive was considered in the work, which will inform the locomotive crews about the timely filling with sand, as well as remote transmission of information to the servers of maintenance points and depots.*

***Keywords:** Sandbox, remote control device for sand level, sand bunker.*

### **Введение**

Подача песка на рельсы под колесные пары электровоза осуществляется для увеличения коэффициента сцепления колес с рельсами. Песок применяют для предупреждения боксования колес электровоза в режиме тяги, а также для исключения заклинивания колесных пар (юз) при пневматическом или электрическом торможении.

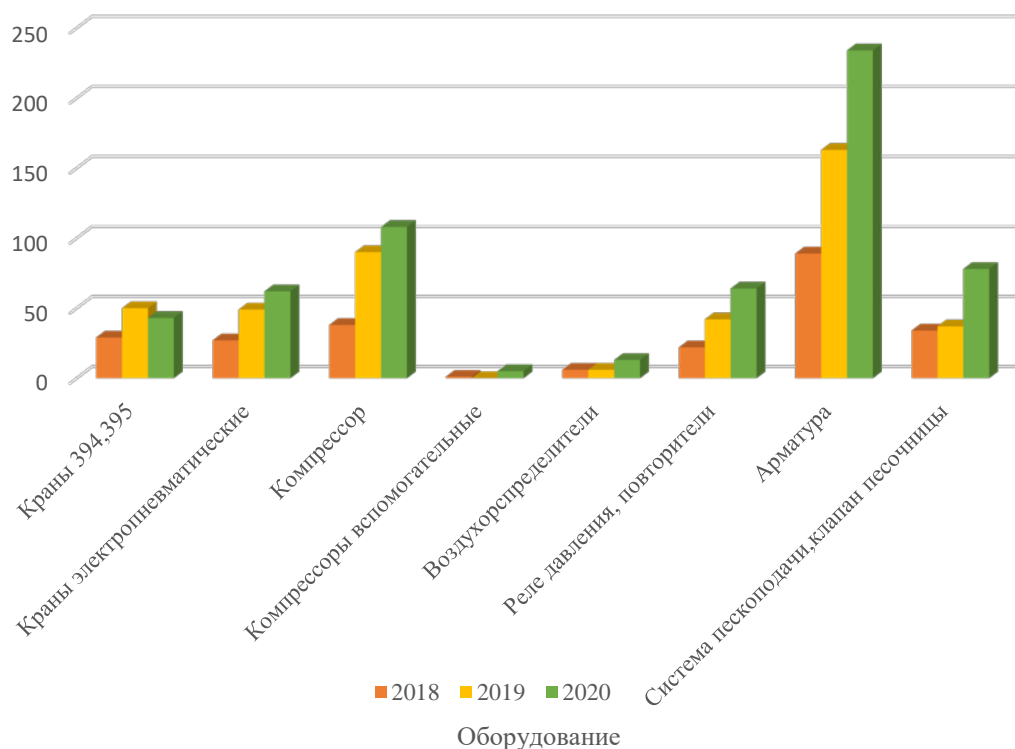
Уровень реализованных значений коэффициента сцепления колес локомотивов с рельсами оказывает существенное влияние на показатели эффективности железнодорожных перевозок. Сцепные свойства электровоза в условиях эксплуатации зависят от целого ряда факторов. При этом наиболее эффективным способом повышения и стабилизации сцепления колес с рельсами остается подсыпка кварцевого песка под движущие колеса.

### **Анализ отказов оборудования песочной системы электровозов переменного тока**

Повышение пропускной и провозной способности железных дорог, увеличение производительности труда и снижение себестоимости перевозок во многом обусловлены надежностью тягового подвижного состава и эффективностью его использования.

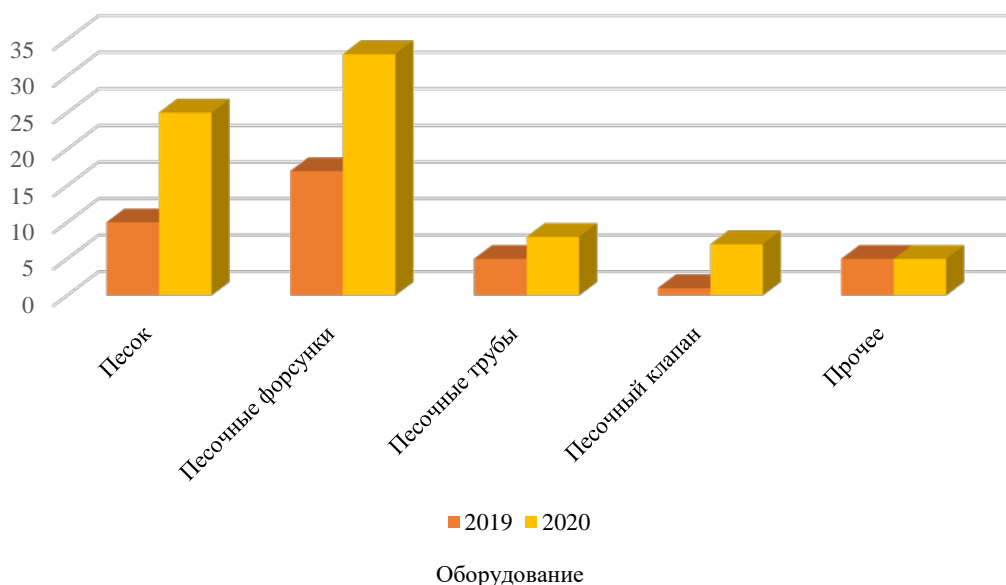
Тормозное оборудование является составной частью многоуровневой системы безопасности движения подвижного состава. Однако общее число неисправностей за 2018-2020 годы по Восточно-Сибирской дирекции тяги составляет 1365 отказов.

На рисунке 1.1 показаны неисправности тормозного оборудования электровозов Восточно-Сибирской дирекции тяги за 2018-2020 год.



**Рисунок 1.1 – Распределение отказов тормозного оборудования электровозов переменного тока по узлам по ВСДТ за 2018-2020 годы**

Статистические данные по отказам узлов тормозного оборудования электровозов за период с 2018 года по 2020 год свидетельствует о том, что на долю систем пескоподачи приходится 10-11 % от общего числа отказов. На рисунке 1.2 приведена гистограмма неисправностей песочного оборудования.



**Рисунок 1.2 – Распределение отказов систем пескоподачи электровозов переменного тока по узлам по ВСДТ за 2018-2020 годы**

Распространенными неисправностями, связанными с системой пескоподачи являются: песочные форсунки, система пескоподачи, перемерзание песка и песочные трубы. Количество данных неисправностей можно сократить с внедрением устройств диагностирования в систему пескоподачи электровозов переменного тока.

В настоящее время уровень заполнения бункеров песком на электроподвижном составе, в частности на электровозах и тепловозах, определяют, как правило, вручную, простукиванием стенок бункеров металлическим предметом и, по изменению акустического звучания, свойственному границе верхнего слоя песка, делают вывод об остатке песка в бункере. [3].

#### **Разработка технического решения устройства контроля песка в электровозе**

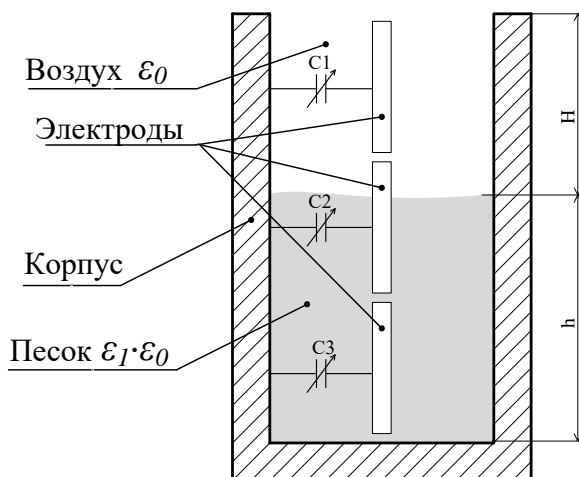
На данный момент существует множество устройств способных дистанционно контролировать уровень сыпучего материала в емкостях, среди наиболее известных являются: вибрационные уровнемеры, принцип работы которых основан на различии резонансных колебаний чувствительного элемента в сыпучем материале, поплавковый уровнемер, работа которого основана на поддерживающей способности сыпучего материала, ультразвуковые уровнемеры, которые работают по принципу измерения времени прохождения волны расстояния от датчика до уровня загруженного материала.

Среди всех этих устройств дистанционного контроля уровня сыпучего материала отсутствуют те, которые можно установить в бункер электровоза из-за ряда недостатков таких как: несовместимость работы с песком, невозможность точного измерения уровня, высокая стоимость, ложные срабатывания вследствие налипания контролируемого сыпучего продукта на зонд.

Измерение уровня песка на разрабатываемом устройстве происходит на базе контроля границы изменения ёмкости конденсатора, которая полностью зависит от изменения внутренней среды в бункере, т.е. ёмкость конденсатора изменяется при появлении или исчезновении сыпучего продукта.

В состав устройства входит чувствительный элемент, который предназначен для определения уровня песка в бункере электровоза и состоит из набора датчиков первичного преобразователя с чувствительными электродами уровня, расположенными на расстоянии друг от друга (на один песочный бункер электровоза устанавливается один чувствительный

элемент). Схема контроля уровня сыпучего материала с применением ёмкостного уровня представлена на рисунке 1.3.



**Рисунок 1.3 – Схема контроля уровня сыпучего материала с применением ёмкостного уровнемера**

Чувствительный элемент состоит из десяти расположенных в ряд электродов, которые могут быть частично или полностью погруженными в контролируемый материал.

Электроды образуют конденсатор,  $\epsilon$  - электрическая проницаемость, где межэлектродное пространство нижних электродов заполнено сыпучей смесью на высоту  $h$ , а межэлектродное пространство верхних электродов, высотой  $H$  - воздушной смесью.

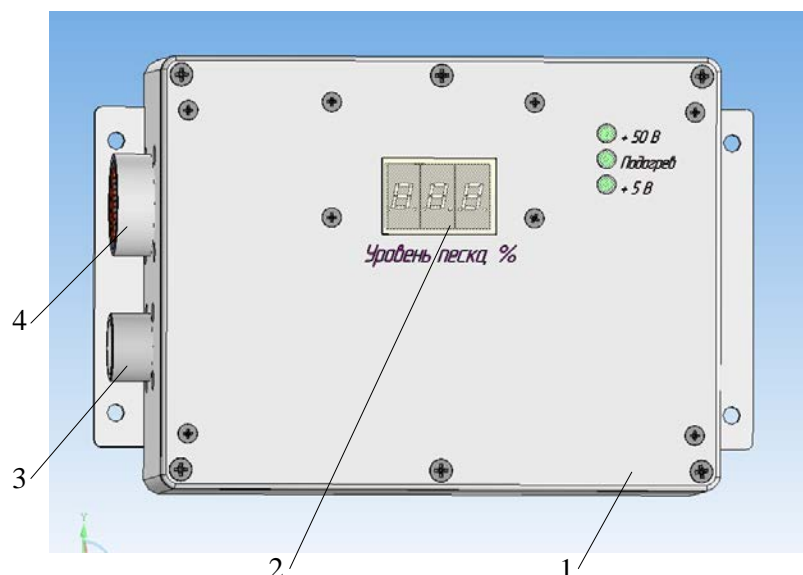
Чувствительный элемент, размещается вертикально в стенке песочного бункера и состоит из продолговатого жёлобообразного металлического корпуса. Внешний вид чувствительного элемента устройства контроля расхода песка (УКРП) представлен на рисунке 1.4



- 1 – корпус чувствительного элемента;
- 2 – электроды;

**Рисунок 1.4 – Чувствительный элемент СИРП вид с боку на электроды**

Все изменения ёмкости конденсатора фиксируются первичным преобразователем и преобразовываются в цифровое значение текущего уровня продукта. Значение выводится на индикаторный дисплей блока измерения уровня песка (БИУ) рисунок 1.5, который расположен рядом с каждым песочным бункером электровоза.



- 1 – корпус блока измерения;
- 2 – индикаторный дисплей;
- 3 – разъем для подключения питания;
- 4 – разъем для подключения чувствительного элемента.

**Рисунок 1.5 – Блок измерения уровня песка**

Внедрение систем измерения песка в песочницах электровоза переменного тока позволит:

- контролировать уровень песка в заправочном отделении при экипировке локомотива с точной оценкой количества заправленного песка;
- автоматически определять текущий объём песка в песочнице электровоза;
- дистанционная передача информации на сервера пунктов технического обслуживания и депо;
- контролировать расход песка на всём пути следования, с возможностью выполнения экипировки по фактическому опустошению бункеров.

Устройства контроля расхода песка позволит контролировать состояние тягового подвижного состава в режиме реального времени и перейти к его обслуживанию «по состоянию», что должно снизить затраты на ремонт и сократить простои локомотивного парка.

### **Заключение**

На основе статистических данных по тормозному оборудованию приведенных выше можно сделать вывод, что на долю систем пескоподачи приходится 10-11% от общего числа отказов.

В ходе работы были рассмотрены все существующие методы контроля уровня сыпучего материала.

Рассмотрена работа устройства уровня контроля расхода песка.

При разработке устройства контроля расхода песка были проведены предварительные испытания, на которых была проверена работоспособность устройства и точность измерения заполнения емкости песком. Погрешность значений составила менее 10%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электровоз магистральный 2ЭС5К (3ЭС5К) : Руководство по эксплуатации. Книга 6. Описание и работа. Электронное оборудование. Преобразователи. ИДМБ.661142.009.РЭ6. – Новочеркасск : ВЭЛНИИ, 2004. – 60 с. – Текст: непосредственный.
2. Статистика отказов по Восточно-Сибирской дирекции тяги за 2018-2019 годы.
3. Распоряжение 814р об утверждении технологической инструкции, техническое обслуживание электровозов и тепловозов эксплуатации, от 01.04.2014г., п. 5.2.3
4. Перспективы развития систем подачи песка электровозов / И.В. Волков, Ю.П. Булавин, И.В. Больших, П.Ю. Коновалов// Труды РГУПС – 2018. - №4. – С.25-29.
5. Распоряжение от 4 декабря 2014 г. N 2851р «Об утверждении временных технических требований "песок для песочниц локомотивов»

## REFERENCES

1. Elektrovoz magistral'nyi 2ES5K (3ES5K): Rukovodstvo po ekspluatatsii. Kniga 6. Opisanie i rabota. Elektronnoe oborudovanie. Preobrazovateli (Main electric locomotive 2ES5K (3ES5K). Manual. Book 6. Description and operation. Electronic equipment. Converters). Novochoerkassk: VELNII Publ., 2004, 60 p.
2. Failure statistics for the East Siberian Traction Directorate for 2018-2019.
3. Order 814r on the approval of technological instructions, maintenance of electric and diesel locomotives in operation, dated 01.04.2014, Clause 5.2.3
4. Prospects for the development of sand supply systems for electric locomotives / I.V. Volkov, Yu.P. Bulavin, I. V. Bolshikh, P.Yu. Konovalov // Proceedings of the RGUPS - 2018. - №4. - S.25-29.
5. Order of December 4, 2014 N 2851r "On the approval of temporary technical requirements" sand for sandboxes of locomotives»

## Информация об авторах

*Корсаков Никита Витальевич* – студент группы ПСЖ. 3-16-1, факультета «Транспортные системы», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: korsakow-nikita@mail.ru

*Линьков Алексей Олегович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроподвижной состав», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: linkovalex@mail.ru

## Authors

*Nikita Vitalievich Korsakow* - student of the PSG group. 3-16-1, Faculty of Transport Systems, Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: korsakow-nikita@mail.ru

*Aleksey Olegovich Linkov* - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Rolling Stock, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: linkovalex@mail.ru