

*Н. Д. Шаванов, П. П. Панков, Н. А. Коновалова*

*Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация*

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Аннотация.** В настоящей работе представлен анализ проблемы накопления паровозных зол и шлаков, которые являются отходами прошлой хозяйственной деятельности железнодорожного транспорта. Показано, что за более чем 100-летний период эксплуатации паровозов на территории России накоплено значительное количество золошлаковых отходов, отвалы которых являются объектами накопленного вреда окружающей среде. Выявлено отсутствие данных об объемах накопления паровозных шлаков и отсутствие информации о них в перечне Федерального классификационного каталога отходов. Установлены экологические риски на прилегающих к отвалам территориях, а также отмечено, что накопление паровозных зол и шлаков вызывает ухудшение санитарного состояния территорий, снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий и оказывает негативное воздействие на здоровье человека. Показано, что эффективным способом восстановления нарушенных земель является ликвидация отвалов и последующее проведение лесохозяйственных и агротехнических мероприятий.

**Ключевые слова:** отходы железнодорожного транспорта, отвальные массивы, паровозные шлаки, антропогенное воздействие, рекультивация

*N. D. Shavanov, P. P. Pankov, N. A. Konvalova*

*Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Chita, the Russian Federation*

## **ANALYSIS OF THE PROBLEM OF THE IMPACT OF RAILWAY TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT**

**Abstract.** This paper presents an analysis of the problem of accumulation of steam locomotive ashes and slags, which are wastes of past economic activity of railway transport. It is shown that for more than 100 years of operation of steam locomotives on the territory of Russia, a significant amount of slag waste has been accumulated, the dumps of which are objects of accumulated harm to the environment. The absence of data on the volume of accumulation of steam locomotive slags and the lack of information about them in the list of the Federal Classification Catalog of Waste were revealed. Environmental risks in the territories adjacent to the dumps have been established, and it is also noted that the accumulation of locomotive ash and slag causes a deterioration in the sanitary condition of the territories, a decrease in the productivity of agricultural land and has a negative impact on human health. It is shown that an effective way to restore disturbed lands is the elimination of dumps and the subsequent conduct of forestry and agrotechnical measures.

**Keywords:** railway transport waste, dump massifs, steam locomotive slags, anthropogenic impact, recultivation

В настоящее время на территории Российской Федерации накоплено свыше 31,6 млрд. т производственных отходов, что способствует загрязнению биосферы и вызывает долгосрочное негативное воздействие на здоровье человека [1]. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, в 2020 г. образовано 6,96 млрд. т отходов производства и потребления, в том числе опасных – 98,1 млн. т., из которых 3,43 млрд. т утилизированы и обезврежены, 3,71 млрд. т размещены в местах хранения и захоронения. За период 2003–2020 гг. количество ежегодно образующихся отходов увеличилось с 2614 до 6956 млн. т. Количество отходов, направленных на захоронение, в 2020 г составило 832,3 млн. т, что в 2,3 раза превышает показатели 2003 г.

Ежегодно на территории России образуется более 3,7 млн. т отходов транспорта [2], в том числе железнодорожного: отходы сырья и материалов, золошлаковые отходы, отходы деталей при ремонте и обслуживании железнодорожного транспорта, отходы очистки и мойки грузовых вагонов и цистерн, отходы смазки на основе масел, накладки тормозных колодок и т.д.

Остаются нерешенными проблемы накопления паровозных шлаков, образованных в результате угольного отопления паровозов. Паровозостроение в России началось с 1843 г. в

период строительства Петербурго-Московской железной дороги и паровозная тяга просуществовала до 1984 г. [3].

На паровозах, отапливаемых тощими углями или антрацитами, были установлены зольники для регулирования подвода воздуха, сбора золы и шлака, а также для предотвращения их высыпания на междупутье в момент, когда клапаны открыты. При движении на паровозной тяге, очистку зольника осуществляли через каждые 100 км [4], что неизбежно приводило к крупнотоннажному накоплению паровозных золошлаков на протяжении более 130 лет. При этом информация об объемах накопления паровозных шлаков отсутствует и данный вид отходов, отвалы которых являются объектами накопленного вреда, не внесены в Федеральный классификационный каталог отходов.

Следует отметить, что места захоронения отходов оказывают существенное воздействие на атмосферный воздух, почву и водоемы. Известно, что на каждом гектаре, на котором размещены отходы, ежегодно образуется около 1000 м<sup>3</sup> высокотоксичного фильтрата, а отсутствие систем сбора, очистки и отведения фильтрата вызывает загрязнение поверхностных и грунтовых вод [5-7], нарушение в них экологического равновесия, увеличение количества колиформных бактерий и эвтрофикации [8].

Водная миграция химических веществ с последующим вторичным минералообразованием способствует изменению и усреднению состава подземных вод, что создает опасность загрязнения питьевых вод. Взаимодействие золошлаковых отходов с водой приводит к гидратации свободного оксида кальция и формированию щелочной реакции среды [9]. Это может вызывать изменение миграционной способности анионов и катионов, а также формирование техногенных геохимических ореолов.

Существенную нагрузку на окружающую среду оказывает пыление отвалов золошлаковых отходов, так как высокодисперсные золы, длительное время находящиеся в воздухе, вызывают загрязнение грунтов, поверхностных вод и снега, изменение геохимии ландшафтов, формирование техногенных горизонтов грунтовых вод, деградацию почв и наносят ущерб здоровью населения [10-12]. Отмечено, что накопление золошлаковых отходов приводит к существенному ухудшению санитарного состояния прилегающих к отвалам территорий, а также снижается продуктивность сельскохозяйственных угодий. Присутствие в воздухе высокодисперсных частиц золы оказывает негативное воздействие на здоровье человека, приводит к росту заболеваемости дыхательных путей [13].

Следовательно, экологические риски в местах накопления паровозных шлаков можно свести к следующим:

- пылевые загрязнения в результате ветровой эрозии;
- изменение гидрологического режима рек и озёр;
- изменение уровня грунтовых вод и ухудшение их качества (в том числе питьевой воды);
- изъятие земель лесного фонда;
- деградация земель и изменение ландшафтов;
- разрушение почвенных слоев и снижение биопродуктивности прилегающих территорий;
- изменение среды обитания и видового состава, а также уничтожение флоры и фауны.

Несмотря на то, что техногенные ландшафты посредством ландшафтообразующих факторов со временем трансформируются в естественные, длительность трансформации может быть существенно растянутой во времени. Так в работе [14] показано, что длительность трансформации, с учетом формирования почвы и новой растительности, может занимать десятки или сотни лет.

Отвалы паровозных шлаков, которые являются техногенным субстратом и не имеют аналогов в природе, выступают объектами накопленного вреда окружающей среде. Так как на поверхности отвалов отсутствует растительность, то высокодисперсные частицы золы разносятся ветром на десятки километров, что приводит к загрязнению прилегающих территорий. Восстановить процессы почвообразования в данном случае невозможно, а проведение комплекса мероприятий по рекультивации является неэффективным.

Санитарно-гигиеническая рекультивация отвалов золы и шлака (ГОСТ 17.5.1.01-78; РД 34.02.202-95) предполагает проведение следующих мероприятий: разравнивание поверхности, внесение плодородного слоя почвы (15-20 см - 20000 м<sup>3</sup>/га) и удобрений (5 ц/га), посев злаков и бобовых растений с последующей высадкой саженцев, а также уход за посаженными растениями. При этом в данных нормативных документах отмечено, что рекультивированные поверхности таких отвалов нельзя использовать под выпас скота или сенокошение, прокладку тропинок или автодорог, так как биомасса высаженных растений может содержать опасные для здоровья человека и животных микроэлементы. В связи с этим данные мероприятия по рекультивации отвалов зол и шлаков не являются экологичными и не способствуют решению проблем восстановления нарушенных экосистем. На наш взгляд, более эффективным способом восстановления нарушенных земель является реализация мероприятий по ликвидации отвалов, за счет утилизации паровозных зол и шлаков, с последующим проведением лесохозяйственных или агротехнических мероприятий.

Эффективность технологий ликвидации данных объектов накопленного вреда напрямую будет зависеть от количества накопленных паровозных золошлаков, степени их опасности для окружающей среды, размера и времени существования отвалов, в каких природно-климатических условиях они расположены, масштабов их воздействия на окружающую среду, наличия инфраструктуры для успешной реализации технологий.

Таким образом, актуальным является изучение состава и свойств паровозных золошлаков, которые могут выступать в качестве нетрадиционного минерального сырья, а также разработка эффективных способов их утилизации. Это соответствует стратегическим целям ОАО «РЖД» на период до 2030 г., которые заключаются в рациональном использовании ресурсов, сохранении и восстановлении экосистем, обеспечении их безопасности в зонах влияния объектов инфраструктуры, а также предотвращении и ликвидации экологического ущерба от деятельности компании. Особо отмечена актуальность ликвидации объектов накопленного экологического вреда, связанного с прошлой хозяйственной деятельностью, а также вовлечение отходов, как дополнительных источников сырья, в хозяйственный оборот.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стёпкин Ю.И. Оценка и управление риском при обращении с отходами / Ю.И. Стёпкин, Е.П. Гайдукова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97 – № 8. – С. 693-698.
2. Павлова Е.И. Экология транспорта / Е.И. Павлова, В.К. Новиков. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 418 с.
3. Раков В.А. Локомотивы отечественных железных дорог (1845-1955 гг.) / В.А. Раков. – М.: Транспорт, 1995. – 564 с.
4. Хмелевский А.В. Паровоз (Устройство, работа и ремонт) / А.В. Хмелевский, П.И. Симушков. – М.: Транспорт, 1973. – 416 с.
5. Calderón Márquez A.J. Landfill mining as a strategic tool towards global sustainable development / A.J. Calderón Márquez, P.C. Cassettari Filho, E.W. Rutkowski et al. // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 226. – P. 1102-1115.
6. Chang H. Statistical correlations on the emissions of volatile odorous compounds from the transfer stage of municipal solid waste / H. Chang, H. Tan, Y. Zhao et al. // Waste Management. – 2019. – Vol. 87. – P. 701-708.
7. Sözer H. Waste capacity and its environmental impact of a residential district during its life cycle / H. Sözer, H. Sözen // Energy Reports. – 2020. – Vol. 6. – P. 286-296.
8. Kasemodel M.C. Potentially toxic metal contamination and microbial community analysis in an abandoned Pb and Zn mining waste deposit / M.C. Kasemodel, I.K. Sakamoto, M.B.A. Varesche et al. // Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 675. – P. 367-379.
9. Кузнецов Г.И. Влияние золошлаковых отложений на фильтрацию из золоотвала / Г.И. Кузнецов, Н.В. Балацкая, Д.А. Озерский // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – № 1. – С. 60-64.

10. Borm P.J.A. Toxicity and occupational health hazards of coal fly ash (CFA). A review of data and comparison to coal mine dust / P.J.A. Borm // *Annals of Occupational Hygiene*. – 1997. – Vol. 41. – Issue 6. – P. 659-676.
11. Ксенофонтов Б.С. Проблемы токсичности золошлаковых отходов / Б.С. Ксенофонтов, И.А. Буторова, А.С. Козодаев, А.В. Афонин, Р.А. Таранов // *Экология и промышленность России*. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 4-9.
12. Ribeiro J. Fly ash from coal combustion – an environmental source of organic compounds / J. Ribeiro, T.F. Silva, J.G. Mendonça Filho et al. // *Applied Geochemistry*. – 2014. – Vol. 44. – P. 103-110.
13. Глущенко Н.Н. Экологическая безопасность энергетики. Свойства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле / Н.Н. Глущенко, И.П. Ольховская // *Известия РАН. Энергетика*. – 2014. – № 1. – С. 20-27.
14. Кожевников Н.В. Проблема хранения плодородного слоя почвы в горнодобывающей отрасли промышленности / Н.В. Кожевников, А.В. Заушинцева // *Вестник Кемеровского государственного университета*. – 2015. – Т. 4. – № 1 (61). – С. 10-14.

## REFERENCES

1. Stepkin Yu.I., Gaydukova E.P. [Estimation and risk management in the waste treatment], *Gigiena I sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 2018, no. 8 (97), pp. 693-698. (In Russ.)
2. Pavlova E.I., Novikov V.K. [Ecology of Transport], *Ekologiya transporta* [Moscow publishing house Yurayt], 2021. – 418 p. (In Russ.)
3. Rakov V.A. [Locomotives of domestic railways (1845-1955)], *Lokomotivy otechestvennykh zheleznykh dorog (1845-1955 gg.)* [Moscow publishing house Transport], 1995. – 564 p. (In Russ.)
4. Khmelevsky A.V., Simushkov P.I. [Steam locomotive (Construction, operation and repair)], *Parovoz (Ustrojstvo, rabota i remont)* [Moscow publishing house Transport], 1973. – 416 p. (In Russ.)
5. Calderón Márquez A.J., Cassettari Filho P.C., Rutkowski E.W. et al. Landfill mining as a strategic tool towards global sustainable development, *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 226, pp. 1102-1115.
6. Chang H., Tan H., Zhao Y. et al. Statistical correlations on the emissions of volatile odorous compounds from the transfer stage of municipal solid waste, *Waste Management*, 2019, vol. 87, pp. 701-708.
7. Sözer H., Sözen H. Waste capacity and its environmental impact of a residential district during its life cycle, *Energy Reports*, 2020, vol. 6, pp. 286-296.
8. Kasemodel M.C., Sakamoto I.K., Varesche M.B.A. et al. Potentially toxic metal contamination and microbial community analysis in an abandoned Pb and Zn mining waste deposit, *Science of the Total Environment*, 2019, vol. 675, pp. 367-379.
9. Kuznetsov G., Balatskaya N., Ozersky D. Influence of Water Permeability of Ash Slags on the Filtration from Ash Dump, *Ecology and Industry of Russia*, 2015, vol. 19, no 1, pp. 60-64 (In Russ.)
10. Borm P.J.A. Toxicity and occupational health hazards of coal fly ash (CFA). A review of data and comparison to coal mine dust, *Annals of Occupational Hygiene*, 1997, vol. 41, no 6, pp. 659-676.
11. Ksenofontov B., Butorova I., Kozodaev A., Aфонin A., Taranov R. Problems of Toxicity of Ash and Slag Waste, *Ecology and Industry of Russia*, 2017, vol. 21, no 2, pp. 4-9 (In Russ.)
12. Ribeiro J., Silva T.F., Mendonça Filho J.G. et al. Fly ash from coal combustion – an environmental source of organic compounds, *Applied Geochemistry*, 2014, vol. 44, pp. 103-110.
13. Glushchenko N.N., Olkhovskaya I.P. [Environmental safety of the energy sector. Properties of fly ash particles from coal-fired power plants], *Izvestiya RAN. Energetika*, 2014, no 1, pp. 20-27 (In Russ.)

14. Kozhevnikov N.V., Zaushinzena A.V. [The problem of storing the fertile soil layer in the mining industry], *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, vol. 4, no 1 (61), pp. 10-14 (In Russ.)

#### **Информация об авторах**

*Шаванов Николай Дмитриевич* – аспирант, ассистент кафедры «Техносферная безопасность», Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», e-mail: [zabizht\\_engineering@mail.ru](mailto:zabizht_engineering@mail.ru)

*Панков Павел Павлович* – старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность», Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», e-mail: [zabizht\\_engineering@mail.ru](mailto:zabizht_engineering@mail.ru)

*Коновалова Наталья Анатольевна* – к.х.н., доцент кафедры «Техносферная безопасность», Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиала ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», e-mail: [zabizht\\_engineering@mail.ru](mailto:zabizht_engineering@mail.ru)

#### **Information about the author**

*Shavanov Nikolay Dmitrievich* – post-graduate student, assistant of the Department of Technosphere Safety, Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, e-mail: [zabizht\\_engineering@mail.ru](mailto:zabizht_engineering@mail.ru)

*Pankov Pavel Pavlovich* – senior teacher of the Department of Technosphere Safety, Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, e-mail: [zabizht\\_engineering@mail.ru](mailto:zabizht_engineering@mail.ru)

*Konovalova Natalia Anatolievna* – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Zabaikalsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, e-mail: [zabizht\\_engineering@mail.ru](mailto:zabizht_engineering@mail.ru)