

УДК 625.861, 666.972.16

**Н.В. Озерова, М.Д. Сосновский, Р.А. Хочуев, М.И. Дудогло,
А.А. Басистый, А.Т. Шахбанов, Б.М. Очиров**

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Москва, Россия

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГУСИНООЗЕРСКОЙ ГРЭС ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

***Аннотация.** 1 января 2025 г вступает в силу Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2024 N 2330-р, предусматривающее использование не менее 5 % зол-уноса для строительства автодорог. В статье обоснована эколого-экономическая эффективность использования вторичного сырья (золы-уноса) Гусиноозёрской ГРЭС для изготовления дорожно-строительных материалов.*

**N.V. Ozerova, M. D. Sosnovsky, R.A. Khochuyev, M.I. Dudoglo,
A.A. Basisty, A.T. Shakhbanov, B.M. Ochirov**

National Research University "MPEI"
Moscow, Russia

ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING ASH AND SLAG MIXTURES OF GISINOOZERSKAYA GRES FOR ROAD CONSTRUCTION WORKS

***Abstract.** On January 1, 2025, the Decree of the Government of the Russian Federation No. 2330-r of 08/28/2024 comes into force, providing for the use of at least 5% of fly ash for the construction of highways. The article substantiates the ecological and economic efficiency of using secondary raw materials (fly ash) of Gusinoozerskaya GRES for the manufacture of road construction materials.*

В соответствии с Указом Президента РФ к 2030 году необходимо увеличить долю соответствующих нормативным требованиям автомобильных дорог федерального и регионального значения до 85 и 60 процентов соответственно [1]. По итогам 2023 года на территории Республики Бурятия наблюдается увеличение темпов ремонта автомобильных дорог на 29 %, однако в среднем доля автомобильных дорог, отвечающих нормативным требованиям, не превысила 50 процентов. Республика Бурятия находится в Дальневосточном федеральном округе, особенностью данного региона является большая протяженность автомобильных трасс, составляющая более 15 тыс. км [2]. Дорожное полотно состоит из земляного полотна (естественное

основание или насыпной грунт), песчано-подстилающей слоя, щебеночного или гравийного слоя, асфальтобетонного покрытия.

В 2024 году в связи с недостатком стоимость природного песка в Республике Бурятия возросла на 93,2%, что частично обусловлено транспортно-логистическими проблемами. Золошлаковые отходы (ЗШО) являются альтернативой кварцевому песку в слоях дорожного покрытия. Их использование в дорожном строительстве снижает себестоимость производства дорожно-строительных материалов, способствует сохранению запасов нерудных природных материалов, предотвращает воздействие золоотвала на окружающую среду.

Гусиноозерская ГРЭС является крупнейшей в Забайкалье конденсационной электростанцией и одним из крупнейших предприятий Республики Бурятия. Установленная электрическая мощность станции составляет 1244 МВт. Основным топливом для станции является бурый уголь Окино-Ключевского разреза и Гусиноозёрского месторождения. Зольность бурый углей составляет более 20 %. Растопочным топливом является мазут. В результате своей работы электростанция производит большое количество золошлаковых смесей (зола-уноса), только за 2022 год образовалось 365860 тонн. Ежегодно на Гусиноозерской ГРЭС доступно к отгрузке более 90,4 тыс. тонн.

Золоотвалы Гусиноозерской ГРЭС занимают более 227 тыс. м².

Зола уноса – техногенное вторичное сырьё, которое можно использовать взамен природного первичного сырья для производства дорожно-строительных материалов (рис.1).

Таблица 1 - Усредненный Химический состав золошлаковых отходов Гусиноозерской ГРЭС [3].

Химический элемент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Недожог
Процент содержания %	57	25,6	1,7	8,7	3,3	2,1	1,1	0,1	0,5

По химическому составу зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС являются кислыми (высокремниевыми) с высоким содержанием SiO₂. Кремнистая (кислая) зола-уноса представляет собой тонкодисперсная пыль, состоящая в основном из сферических частиц с пуццоланическими свойствами. Состоит в основном из реакционноспособных диоксида кремния SiO₂ и оксида алюминия Al₂O₃ (таблица 1), что обуславливает формирование прочной структуры дорожного полотна [4].

В соответствии с распоряжением Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2024 № 2330-р утвержден перечень видов продукции (товаров), работ, услуг, производство, выполнение и оказание которых осуществляются с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в их составе. Настоящее распоряжение вступает в силу с 1 января 2025 г. В этом перечне есть дорожное строительство [5]. Т.о., использование золошлаковых отходов, образующихся в том числе на Гусиноозерской ГРЭС, необходимо для развития транспортной инфраструктуры Забайкалья. Минимальная доля применения вторичного сырья от общего количества, используемого в дорожном строительстве, составляет 5%.



Рис.1 - Золошлаковые отходы топливно-энергетического комплекса

С 1 марта 2023 года предприятие вправе не оплачивать плату за размещение отходов в случае отнесения части отходов, оставшихся после хозяйственной деятельности, к побочному продукту (вторичному сырью) при условии их использования в готовом продукте.

Отечественная и зарубежная практика системного вовлечения ЗШО в автодорожное строительство формировалась на базе успешно реализованных пилотных проектов в течение более, чем 50 лет. Например, в период с 1970 по 1985 гг. в США было реализовано 6 пилотных проектов по использованию ЗШО для строительства асфальтированных автомобильных дорог в Хьюстоне, Вашингтоне и Филадельфии. В рамках данных проектов ЗШО были использованы при сооружении всех слоев дорожной одежды. Успешная реализация пилотных проектов позволила подтвердить, что при соблюдении всех требований технологического регламента ЗШО могут быть использованы в проектах автодорожного строительства.

По данным Национальной ассоциации развития вторичного использования сырья (АРВИС), в России ежегодно образуется до 18

млн. тонн золошлаковых отходов. Из них утилизируется не более 12%, остальное — складывается на золоотвалах. При этом в Евросоюзе вторично используется 98% образующихся золошлаков, в Японии — 96%, в Китае — 80%. По мнению экспертов Минэнерго РФ, повышение объема утилизации золошлаков даст экономический эффект в 113,7 млрд рублей, приведет к сохранению в обороте более 3 тысяч га земель, сбережению нерудных природных ресурсов и сокращению выбросов парниковых газов в стройиндустрии.

В рамках реализации Энергетической стратегии Российской Федерации подготовлен комплексный план на период до 2035 года, где установлен целевой показатель по увеличению доли утилизируемых золошлаков тепловых электростанций и котельных от годового объёма образования в 15% к 2024 году и в 50% к 2035 году.

Золоотвалы оказывают негативное воздействие на окружающую среду. В зонах их воздействия формируются неблагоприятные экологические ситуации из-за пылеобразования, вымывания компонентов золы и их попадания в почву и подземные воды. Это негативно влияет на местную флору, фауну и здоровье человека.

Использование золошлаковых отходов в дорожном строительстве предотвращает:

1. загрязнение приземного атмосферного воздуха;
2. загрязнение поверхностных слоев почв и грунтов;
3. загрязнение подземных вод и формирование техногенного горизонта грунтовых вод от загрязнённого фильтрата золоотвала.

Предотвращение воздействия золы-уноса на окружающую среду, ежегодно образующейся на Гусиноозерской ГРЭС, в случае ее использования в дорожном строительстве может быть оценено в сумму более 6 млн. рублей в соответствии с действующей методикой расчета.

Снижение себестоимости дорожных работ при использовании 5 % золошлаковых отходов в составе сырья может составить более 400 тыс. рублей.

Экологизация промышленности становится одним из ключевых национальных приоритетов для Российской Федерации. Подтверждением тому является присоединение к международным соглашениям, например, к Парижскому соглашению в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата и принятие национальных стратегических документов.

Энергетическая политика России начинает смещаться от традиционного ресурсно-сырьевого подхода к ресурсно-инновационному развитию, которое предполагает переход на экономику замкнутого цикла или циркулярную экономику. Это

изменение фокусируется не только на количественном росте экономических показателей, но и на качественной трансформации структуры отраслей. Это будет достигнуто через государственную поддержку, развитие комплексного использования сопутствующих ресурсов и вторичных материалов, а также через постепенное соответствие нормативных требований в области охраны окружающей среды мировым стандартам. Разработаны и реализуются планы по стимулированию природоохранных инициатив, включая переработку отходов и рекультивацию земель.

Список использованных источников

1. Указ Президента России от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».
2. О состоянии автомобильных дорог в 2023 году. Информационное сообщение для СМИ. 28 июня 2024, Улан-Удэ//Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. URL: https://03.rosstat.gov.ru/storage/document/document_publication_plan/2024-07/04/press_20240628.pdf (дата обращения: 7.11.2024).
3. Гусиноозерская ГРЭС. URL: <https://irao-generation.ru/stations/gusozerg/> (дата обращения: 7.11.2024).
4. Озерова Н.В., Мамина Д.Х. Использование отходов угольной отрасли как фактор повышения экологической безопасности // Денисовские чтения [Электронный ресурс]: сборник материалов Международной научной конференции в рамках Года экологии Российской Федерации. Выпуск 8. Геоэкологические проблемы национальной безопасности России, техногенез, инженерная геодинамика и мониторинг инженерных сооружений. (г. Москва, 20 апреля 2017 г.) / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (3,6 Мб). — Москва: Издательство МИСИ — МГСУ, 2018. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38544760>).
5. Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2024 № 2330-р «О перечне видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе».