



*Владимир Дмитриев, д.т.н., профессор, генеральный директор «УралДорНИЦ»,  
Сергей Чудинов, к.т.н., доцент, заместитель генерального директора «УралДорНИЦ»,  
Евгений Кошкаров, д.э.н., ведущий научный сотрудник,  
Роман Черняк, заместитель генерального директора по развитию ООО «ПРОФИНТЕХ»*

## ЗОЛЫ ТЭЦ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### УРАЛЬСКИЕ УЧЕНЫЕ ПРЕДЛАГАЮТ НОВЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ ЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ РОССИЙСКИХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Местные дорожно-строительные материалы, к которым относят техногенные отходы различных производств, такие как доменные и сталеплавильные шлаки, золошлаковые отходы теплоэлектростанций (ТЭС), вскрышные горнорудные и отвальные породы, отходы переработки строительных материалов и конструкций, фрезаж асфальтобетонных покрытий, нефтешламы – все это ценный вторичный минеральный и органоминеральный ресурс, требующий квалифицированного применения в дорожном строительстве.

Уральской научной дорожной школой, в связи с присутствием значительного количества промышленных предприятий и техногенных образований на территории Урала, с давних пор традиционно изучаются и рассматриваются местные техногенные материалы как потенциальный ресурс дорожного строительства. Эта работа выполнялась ранее Уральским филиалом «ГИПРОДОРНИИ» и Уральским филиалом ФАУ «РОСДОРНИИ». Как пример этой работы был разработан и актуализирован «Каталог местных техногенных дорожно-строительных материалов». В настоящее время исследования продолжают научными организациями и предпри-

ятиями дорожного хозяйства, среди которых расположенный в Екатеринбурге Уральский дорожный научно-исследовательский центр («УралДорНИЦ»), во взаимодействии с рядом ТЭС. Хотелось бы обратить внимание на результаты выполненных работ в отношении исследованных зол уноса и золошлаковых отходов крупнейшей на Урале Рефтинской ГРЭС и ряда теплоэлектростанций Сибири и Дальнего Востока.

Особенностью работы действующих тепловых электростанций на твердом топливе является выработка значительного количества зол уноса (ЗУ), накапливаемых в виде золошлаковых отходов (ЗШО) в отвалах ТЭС. Количе-

ство вырабатываемой золы уноса только на Рефтинской ГРЭС в Уральском регионе составляет более 4 млн тонн в год. Всего по стране, по данным ФАУ «РОСДОРНИИ», накоплено в отвалах более 1,7 млрд тонн ЗШО. Золы уноса и отвальные ЗШО – это вторичный крупнотоннажный минеральный ресурс для строительной индустрии, но масштаб использования его в дорожном строительстве мал и сдерживается, на наш взгляд, недостаточной изученностью зол уноса текущего производства и отвальных ЗШО действующих теплоэлектростанций как потенциального сырья для дорожного строительства. На каждой ТЭС сложилась определенная технология переработки твердого

топлива (каменного или бурого угля, торфа, сланцев), поставляемого с конкретных месторождений и обладающего характерным минералогическим и вещественным составом зольной части, переходящей в ЗУ и ЗШО. Также на ситуацию негативно влияет отсутствие разработок новых эффективных дорожно-строительных материалов (ДСМ) на основе зол уноса действующих производств, для использования в современных дорожно-строительных и ремонтных технологиях, таких как ресайклинг, ЩМА-покрытия, наполнение минеральной частью геосинтетических дорожных конструкций. Кроме того, нет должной проработки нормативных, технических, технологических документов и типовых проектных решений по вовлечению зол уноса и ЗШО региональных ТЭС в дорожное строительство с учетом современных требований к устройству оснований и покрытий автомобильных дорог. Еще один негативный фактор – снижение объема и интенсивности научных исследований в данном актуальном научно-техническом направлении по применению зол уноса и ЗШО действующих ТЭС в региональном дорожном строительстве. К сожалению, приходится говорить и об отсутствии заинтересованности ряда подрядных дорожных организаций отступать от ранее принятых проектных решений строительства и ремонта дорог с использованием традиционных природных дорожно-строительных материалов, таких как щебень, песок, ПЩС, минеральный порошок. Ко всему этому необходимо добавить еще и отсутствие системных решений по во-

влечению ЗШО в региональное дорожное строительство и проработанных технико-экономических обоснований применения ДСМ на основе ЗШО, в том числе необходимых для принятия обоснованных решений по использованию этих техногенных материалов органами управления дорожным хозяйством и проектными организациями.

Некоторые золоминеральные композиции характеризуются пуццолановыми свойствами, а именно – постепенным набором прочности, развитой аморфно-кристаллической пространственно-молекулярной структурой после твердения, которые определяют их высокие физико-механические свойства после набора прочности и долговечность в условиях эксплуатации автомобильных дорог.

Целью исследований была разработка и опытно-экспериментальное внедрение эффективных дорожно-строительных материалов и технологий на основе зол уноса действующих теплоэлектростанций. В качестве объектов исследования были использованы ЗШО крупных теплоэлектростанций Урала, Сибири и Дальнего Востока. Теоретические предпосылки заключались в том, что дорожно-строительные материалы, основания и покрытия дорожных одежд, изготовленные и устроенные с использованием зол уноса и ЗШО ТЭС, как пуццолановые ДСМ, обладают улучшенными прочностными, теплофизическими и эксплуатационными свойствами. Кроме того, они, как правило, значительно более экономичны, особенно в районах с дефицитом кондиционных каменных

дорожно-строительных материалов, включая регионы Восточной и Западной Сибири, Дальнего Востока.

Применение зол уноса и ЗШО особенно важно на прилегающих к ТЭС промышленных и гражданских объектах дорожного строительства за счет более низкой стоимости доставки, технико-экономической целесообразности. При этом комплексно решается важная межотраслевая экологическая проблема утилизации техногенных образований и сохранности прилегающих к теплоэлектростанциям природных территорий.

В результате проведенных исследований и опытно-экспериментальных работ с ЗШО уральской Рефтинской ГРЭС и дальневосточными Богословской ТЭЦ и Хабаровской ТЭЦ-3 предложено решение актуальной научно-технической проблемы по эффективному применению зол уноса и золошлаковых отходов действующих тепловых электростанций. К эффективным ДСМ, получаемым на основе ЗШО, можно отнести золоминеральные смеси (ЗМС) для устройства оснований автомобильных дорог, минеральные порошки для асфальтобетонных смесей дорожных покрытий, МП-3 по ГОСТ 32761-2014, цемент низкой водопотребности (ЦНВ), полученный на основе кальциевых активных сухих зол уноса, минеральный наполнитель морозозащитного слоя и тела насыпи земляного полотна.

Вот основные научно-технические результаты выполненных исследований. Во-первых, предложена и экспериментально реализована на Рефтинской ГРЭС и предприятиях



Дальнего Востока, входящих в РАО «Энергетические системы Востока», комплексная система обращения с крупнотоннажными техногенными образованиями, золами уноса и ЗШО тепловых электростанций, в интересах региональных дорожных хозяйств, с получением дорожно-строительных материалов, типовыми нормативно-техническими, проектными и технологическими решениями по их производству и применению. Во-вторых, разработаны новые составы золоминеральной смеси на основе ЗШО Рефтинской ГРЭС и технология ее приготовления для устройства долговечных оснований дорожных одежд, патент РФ на изобретение № 2597903. В-третьих, разработаны научно-технологические основы применения сухих зол уноса в качестве активированных и неактивированных минеральных порошков из вторичных ресурсов для получения асфальтобетонных смесей и дорожных покрытий. Также предложены новые морозозащитные материалы на основе ЗШО в конструкции дорожной одежды и земляном полотне с улучшенными теплофизическими свойствами для строительства автомобильных дорог в условиях вечной мерзлоты, патент РФ на полезную модель № 158032. Даны и научно-практические рекомендации по развитию производственной базы предприятий ТЭК и дорожного хозяйства с целью эффективного использования ЗШО при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Построены

опытные участки автомобильных дорог, где осуществлена производственная проверка новых ДСМ и предложенных проектных решений. Кроме того, разработан алгоритм оценки ожидаемой экономической эффективности проектных решений по внедрению ЗШО, дорожно-строительных материалов и технологий с их применением. Оценка технико-экономической эффективности строительства автомобильных дорог с применением золоминеральной смеси, минеральных порошков и морозозащитных слоев земляного полотна. Наиболее результативным применением ЗШО, с точки зрения ожидаемого экономического эффекта, является их использование в качестве морозозащитного слоя в составе тела насыпи земляного полотна в районах дорожного строительства на вечномёрзлых грунтах. Ожидаемый экономический эффект составил 12 млн руб. км региональной автомобильной дороги III категории, экономия прямых затрат может составить более 40%.

Таким образом, исследованные золы уноса и ЗШО крупных действующих тепловых электростанций – это ценный строительный материал, на основе которого разработаны востребованные в дорожном хозяйстве дорожно-строительные материалы из вторичных минеральных ресурсов. Подтверждена возможность применения зол уноса ТЭС в составе золоминеральных смесей для устройства прочных и долговечных оснований

автомобильных дорог, в качестве минеральных порошков для асфальтобетонных покрытий, в дорожных цементах низкой водопотребности. Предложен минеральный наполнитель из ЗШО для земляного полотна автомобильной дороги, устраиваемой на вечной мерзлоте.

#### ДЕТАЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ БОЛЕЕ ПОДРОБНО ОТРАЖЕНЫ В НАУЧНЫХ РАБОТАХ:

– Пути использования зол уноса тепловых электростанций в дорожном строительстве // *Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография (научное издание), под ред. д.т.н., проф. В.Н. Дмитриева / В.Н. Дмитриев, Е.В. Кошкаров, С.А. Чудинов и др. – Екатеринбург, 2015. – С. 216–227;*

– *Опытно-производственные исследования применения золошлаковых отходов в дорожном строительстве / С.А. Чудинов, Р.Д. Черняк, В.Н. Дмитриев и др. // Дороги и мосты. – 2022. – № 48. – С. 254–268;*

– *Исследование золы уноса Рефтинской ГРЭС с целью применения в дорожном строительстве / Е.В. Кошкаров, Р.Д. Черняк, Е.Н. Шаламова и др. // Материалы Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». – Екатеринбург: УГГУ, 2020. – С. 259–265.*

Подготовил Леонид Григорьев

