

УДК 625.731.2:624.138.23

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КУЗБАССА**

Малыхин Р.Н., студент магистратуры гр. СДм-171  
Научный руководитель: Афиногенов О.П., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово

По данным Росстата за 2017 год в Российской Федерации почти 40% всей электроэнергии было выработано на тепловых электростанциях (ТЭС). При этом образовалось около 20 млн. т золошлаков, из которых утилизировано только 800 тыс. т, что составляет 4 %, причем ситуация с крайне низким уровнем утилизации многие годы остается неизменной [1]. Складирование такого объема золошлаковых материалов имеет негативные экологические аспекты: потребление воды, загрязнение почвы, сточные воды, отрицательное влияние на грунтовые воды, загрязнение воздуха при пылении отвалов. Поэтому решение проблемы утилизации золошлаков весьма актуально, особенно для Кузбасса.

Золошлаковые отходы ТЭС (ЗШО) - это твердые продукты сгорания углей, состоящие в основном из пороодообразующих компонентов. Минеральная часть угольного топлива на 85-95% состоит из глинистых минералов, аргиллитов, алевролитов. Остальные 5-15 % - соединения, главным образом, железа, кальция и микроэлементов [2].

Золошлаковые отходы представляет собой мелкозернистый материал, треть зёрен которого имеет размеры от 1 до 5 мм. Характеристики золошлаковых отходов различны на разных теплоэлектростанциях, так как зависят от особенностей минералогического состава угля, способа подготовки топлива к сжиганию, технологии сжигания, системы очистки дымовых газов от золы и способа её транспортировки в золоотвалы.

Анализ зарубежного опыта показывает, что одной из наиболее перспективных сфер их утилизации может быть дорожное строительство, однако в России дорожники золошлаковые отходы используют крайне редко. Причем, дальше призывов к применению ЗШО и обвинений в нежелании решать проблему дело не идет. Необходима объективная оценка ситуации, которая позволит решить проблему.

Из стран Западной Европы наиболее прогрессивной в решении проблемы применения топливных отходов ТЭС в дорожном строительстве считается Франция, где используется «сухое» удаление. Образующаяся зола-уноса, в зависимости от своего состава и свойств, используется во всех элементах дорожной конструкции: как в верхних слоях основания в качестве компонента

вяжущего, так и в нижних слоях дорожной одежды как минеральный материал, укрепленный гидравлическим вяжущим. Также золошлаковые смеси (ЗШС) применяют в теле дорожной насыпи как техногенный грунт. Для организации процесса утилизации во Франции существуют государственные льготы для бизнеса, использующего золу, и введены запреты на использование других, более затратных строительных материалов, таких как грунт и песок. Поэтому почти сто процентов золы идет в дальнейшую переработку и утилизацию.

В США употребляют для строительства золу-уноса и золу гидроудаления. Зола уноса используется в качестве замены портландцемента в бетоне и цементном растворе, в качестве заполнителя для дорожных оснований и насыпей. Использование данной золы позволяет улучшить некоторые характеристики бетонов, в том числе повысить их прочность и увеличить долговечность готового бетонного изделия. Зола гидроудаления утилизируется в качестве заполнителя для бетона и холодных типов асфальтобетонов, а также в качестве структурного наполнителя для насыпей и цементных оснований для строительства дорог.

Еще в 1983 г. в США были приняты нормы об обязательном применении зольных отходов в дорожном строительстве. Массовое использование золы в строительстве дорог началось с 1986 г. Сейчас, чтобы стимулировать более широкое использование продуктов сгорания угля, Федеральное агентство по охране окружающей среды, министерство энергетики и Федеральное управление автомобильных дорог, а также Американская ассоциация по производству золы угля и Группа по утилизации твердых бытовых отходов совместно спонсируют «Партнерство использования продуктов сжигания угля». Проект предназначен для того, чтобы помочь строительным организациям и энергетическим компаниям понять экологические преимущества и потенциальные последствия употребления продуктов сгорания угля в различных целях, а также стимулировать их полезное использование [5].

В Германии для продуктивного использования ЗШМ на многих электростанциях возводят силосы емкостью 40-60 тыс. т и обязательно строят небольшие силосы с суточной и двухсуточной емкостью, из которых впоследствии отбирают пробы для лабораторного анализа золы, и в которых она технологическими методами перемешивания и объемного дозирования по фракционному составу доводится до соответствия нормативным требованиям, после чего зола перегружается в основные силосы-хранилища. Побочные продукты ТЭС экспортируются в соседние страны. Для золы-уноса обязательно наличие сертификата о пройденных лабораторных испытаниях, если она идет в стройиндустрию. Ежегодно в Германии 3,1 млн. т цемента заменяется золой. За счет этого экономятся ресурсы и энергия, необходимая для производства цемента, а также окупаются затраты на силосы, транспорт и зарплату [7].

В Южной Африке золу-уноса усиливали различными видами цементов и использовали в качестве стабилизатора грунта в дорожном строительстве. Результаты специальных исследований показали, что зола-уноса, обогащенная цементом, не является вредной. Кроме того, доказано, что смеси золы-

уноса с инертными материалами (песок, рисовая шелуха и т.д.) достигают от 50 до 70 % прочности материалов, укрепленных цементом. В целом использование золы-уноса для стабилизации грунтов в дорожном строительстве имеет технические преимущества при правильном использовании. В настоящее время в ЮАР, при финансовой государственной поддержке, проводится экспериментальное строительство автомобильных дорог из золы-уноса [3].

Однако утилизация золошлаковых отходов в строительстве имеет определенные технические и организационные проблемы. Зола неоднородна по своему составу и размеру частиц, а строительная промышленность предъявляет жесткие требования к тому и другому. Также, из-за неоднородности своего происхождения, в составе золы могут присутствовать компоненты, нежелательные для тех или иных производств. Например, использование золошлаковых материалов для производства пористых заполнителей лимитируется содержанием серы, углерода, а также оксидов железа, кальция и магния. В производстве кирпича нормируются оксиды кальция, серы, алюминия.

В большинстве случаев требуется, чтобы материал был сухим, а в золоотвале он всегда влажный, что также добавляет трудностей строительным организациям. Золошлаки, образующиеся при сжигании углей из разных месторождений, имеют существенно разнящийся минералогический и химический состав и, поэтому, требуют индивидуального выбора процесса переработки и рациональных направлений эксплуатации. Эти процессы подразумевают трудоёмкие лабораторные и заводские испытания [4].

С учетом мирового опыта можно предложить следующие меры по активизации применения золошлаковых отходов в дорожном строительстве Кузбасса:

1. Поскольку себестоимость производства электроэнергии включает транспортирование, складирование и хранение золошлаковых отходов, ТЭС должны отпускать их потребителям бесплатно, что следует установить на законодательном уровне.

2. С целью сокращения объемов золоотвалов (и связанных с ними затрат) энергетикам может быть выгодно взять на себя часть затрат на транспортирование ЗШО. Вопрос можно решить специальными соглашениями Администрации области, энергетиков и дорожников.

3. Необходимо выполнить региональные исследования по изучению строительных свойств ЗШО основных ТЭС Кузбасса для предоставления проектным организациям необходимой информации.

4. На региональном уровне обязать проектные организации предусматривать использование ЗШМ в проектах автомобильных дорог. Например, с использованием золоотвалов Кемеровской ГРЭС и Новокемеровской ТЭЦ вполне можно возвести земляное полотно Северного обхода г. Кемерово, строительство которого предполагается начать в ближайшие годы.

5. Необходимо предусмотреть меры экономической поддержки дорожных организаций, применяющих ЗШО, и их экономического стимулирования.

6. В современных условиях применять отходы практически не допускается: дорожные работы следует выполнять с применением строительных материалов, которые должны обладать набором строго нормированных характеристик (зерновой состав, морозостойкость и т.д.), поэтому тепловые электростанции должны предлагать на рынок именно строительные материалы (шлаковый щебень, песок и т.д.), а не отходы.

### Список литературы:

1. Данные Росстата по образованию, использованию, обезвреживанию и размещению отходов производства и потребления в Российской Федерации за 2017 год. URL: <http://www.gks.ru>.
2. Борисенко, Л.Ф. Перспективы использования золы угольных тепловых электростанции [Текст]: монография / Л.Ф. Борисенко, Л.М. Делицын, А.С. Власов. – М.: Геоинформмарк, 2001. – 68 с.
3. Brooks, R. M. Soil stabilization with fly ash and rice husk ash. // International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences. – 2009. – Vol. 1(3). – P. 209-217.
4. Самусева, М.Н. Золошлаковые материалы – альтернатива природным материалам / М.Н. Самусева, Т.И. Шишелова // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 2. – С. 75-76;
5. Lindon, K. A. Properties and use of coal fly ash: Use of fly ash for road construction, runways and similar projects. – London, 2015. – 132 p.
6. Мелентьев, В.А Состав и свойства золы и шлаков ТЭС. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 185 с.
7. Hinweise zur Verwendung von Braunkohlenflugasche aus Kraftwerken mit Kohlenstaubfeuerung im Erdbau// Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen. – 2003. - №.627. – S. 150-153