

ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ

3.5. Направления применения золошлаков энергетических углей

3.5.2. Дорожное строительство

3.5.2.3. Результаты мониторинга опытного участка земляного полотна автодороги из золошлаковой смеси

*В.В. Сиротюк, Е.В. Иванов, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, Омск, Россия
В.Р. Шевцов, ОАО «ТГК № 11», Новосибирск, Россия*

АННОТАЦИЯ

Анализ Перспективного плана крупнотоннажного вовлечения в оборот золошлаков ТЭС ОАО «ТГК-11» на 2011 – 2020 годы показывает, что использование золошлаковых материалов при вертикальной планировке горизонта неудобий, ликвидации последствий недропользования и строительстве автомобильных дорог самые крупнотоннажные объемы использования золошлаков в народном хозяйстве. Третьим по объемам является использование золошлаков ТЭС для строительства земляного полотна автомобильных дорог (объем потребления составляет от 20 до 100 тыс. м³ на 1 км). Действующие нормативные документы разрешают применять ЗШС для этой цели [1], однако разнообразные «мифы» о «большом вреде» золошлаковых отходов (радиация, радон, избыточное морозное пучение, сильная размываемость, неоднородность свойств и т.п.) и недостаточный опыт применения этих материалов в нашей стране вызывают настороженность заказчиков, негативное отношение проектировщиков и подрядчиков дорожных объектов.

ВВЕДЕНИЕ

В ходе разработки стандарта организации для Омского филиала ОАО «ТГК-11№» были выполнены лабораторные испытания ЗШС Омских ТЭЦ-2, ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5 [2]. Для детального изучения особенностей водно-теплого режима земляного полотна из ЗШС, определения расчётных параметров этого техногенного грунта и обоснования эффективности его применения для земляного полотна построен экспериментальный участок насыпи на территории СибАДИ. Для возведения насыпи использовано 120 м³ ЗШС из действующего золоотвала ТЭЦ-5 г. Омска (экибастузский уголь) и 60 м³ суглинка лёгкого пылеватого (для сравнения; типичный грунт для земляного полотна).

Конструкция представляет собой насыпь высотой 1,2 м с дорожной одеждой: щебень фракционный с расклиновкой 18 см, мелкозернистый, горячий асфальтобетон 7 см (рис.1).

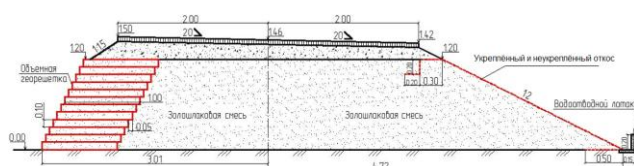


Рис. 1. Поперечный профиль дорожной конструкции опытного участка.

Протяжённость опытного участка 12 м, ширина проезжей части – 4 м. Уклон поверхности проезжей

части принят 20 % односкатный в сторону правого откоса. Слева откос укреплен объёмной георешёткой, уложенной в виде подпорной стенки с заложением 1:0,5 (рис. 2).



Рис. 2. Укрепление левого откоса дорожной насыпи по типу подпорной стенки.

Правый откос насыпи имеет заложение 1:2 и разделен на четыре равных участка с разным укреплением:

- 1) геомат с подложкой из нетканого геотекстильного материала покрытый слоем плодородного грунта с посевом трав (толщина геомата 13 мм, толщина слоя грунта 10 см);
- 2) геомат, покрытый слоем плодородного грунта, с посевом трав (толщина геомата 15 мм, толщина слоя грунта 10 см);
- 3) слой плодородного грунта с посевом трав толщиной 10 см;
- 4) откос из уплотненной ЗШС без укрепления и посева трав.

ЗШС отбиралась из золоотвала экскаватором, подвозилась автосамосвалами с пологом и укладывалась в насыпь с весовой влажностью $W = 35...40\%$. Отсыпка и разравнивание по слоям толщиной 0,3 м производилось вручную, уплотнение до $K_{упл} = 0,95$ – при помощи виброплиты и лёгкого виброролката.

По длине насыпь разделена на три подучастка (4 и 8 м из ЗШС и 4 м из суглинка) при помощи вертикальной геомембраны (рис. 3), а водоотводный лоток служит для отвода или удерживания воды у подошвы откоса.



Рис. 3. Укладка геомембраны и лотка

На участках установлены многозонные цифровые датчики температуры (термокосы), которые регистрируют изменение температуры грунта с точностью 0,1 °С, как по высоте, так и по ширине насыпи (рис. 4). Пробы на влажность отбираются из насыпи ручным горизонтальным бурением.

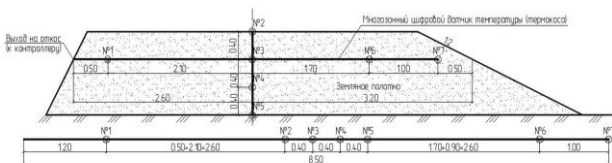


Рис. 4. Схема расположения датчиков термокосы в теле земляного полотна

Насыпь из ЗШС простояла под дождями (в том числе ливневыми) и в сухую жаркую погоду два месяца без укрепления. Никаких размывов или заметного пыления за этот период не установлено.

Перед зимой 2010-11 гг. насыпь дополнительно увлажнялась искусственным дождеванием. Но ввиду отсутствия герметичного лотка у подошвы мы не смогли выполнить полноценное подтопление насыпи осенью 2010 г. «В зиму» насыпь ушла с влажностью ЗШС 40...50 % (максимальная капиллярная влагоёмкость) и влажностью суглинка 15...17 % (в пределах допустимой).

Снятие отсчётов температурных показаний производилось с 01.11.2010 г. по 26.04.2011 г. Фиксировалась и среднесуточная температура воздуха по месяцам (рис. 5).

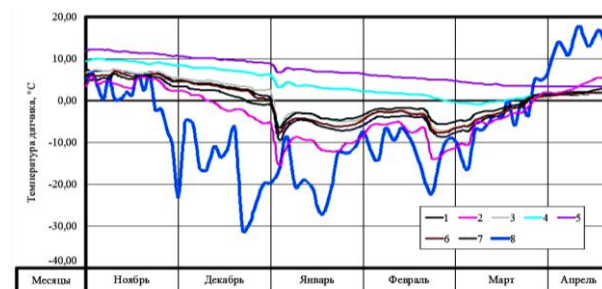


Рис. 5. Одна из диаграмм изменения температуры датчиков и воздуха по месяцам: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – среднесуточная температура датчиков термокосы (номера датчиков соответствуют рис.4), 8 – среднесуточная температура окружающего воздуха.

На основе этих данных построены графики промерзания и оттаивания земляного полотна из ЗШС и суглинка лёгкого пылеватого (рис. 6).

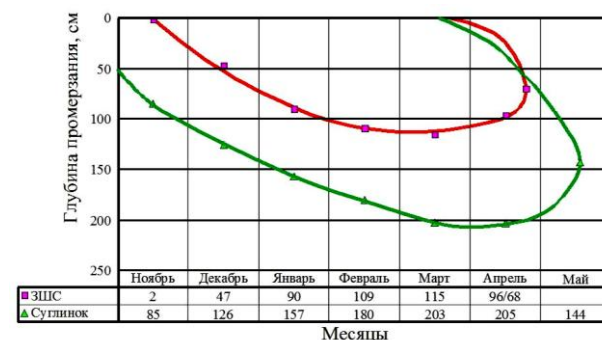


Рис. 6. График промерзания и оттаивания земляного полотна из ЗШС и суглинка лёгкого пылеватого

Результаты измерений свидетельствуют, что низкая теплопроводность ЗШС (даже при влажности 40 %) предопределяет более позднее промерзание и оттаивание земляного полотна. Глубина промерзания земляного полотна из ЗШС почти в два раза меньше, чем из суглинка. Нижний слой насыпи из ЗШС и грунт естественного основания под ней не замерзли, несмотря на довольно суровую зиму 2010-2011 гг.

В период зимнего промерзания производилась оценка величины морозного пучения верха дорожной конструкции при помощи нивелирования 15 фиксированных точек по оси и у кромок покрытия.

Оценка степени пучинистости грунтов выполнялась по ГОСТ 28622. Результаты определения степени пучинистости земляного полотна из ЗШС и

суглинка в конце срока промерзания представлены в табл. 1.

Результаты измерений на опытном участке подтверждают экспериментальные данные, полученные нами на приборах в лаборатории [3]. Величина относительного морозного пучения ЗШС в четыре раза меньше, чем у суглинка лёгкого пылеватого.

Таблица 1. Степень пучинистости грунтов опытного участка

Наименование грунта	Среднее значение вертикальной деформации, м	Относительная деформация пучения, д.ед.	Степень пучинистости
Золошлаковая смесь	0,025	0,021	слабопучинистый
Суглинок лёгкий пылеватый	0,067	0,096	сильнопучинистый

В осенний период 2011 г. организовано не только интенсивное дождевание, но и постоянное подтопление откоса земляного полотна из ЗШС на одном подучастке. Это позволит нам установить величину относительного морозного пучения при третьем типе местности по условиям увлажнения, и влажности ЗШС 60...65 % (полная влагоёмкость). Второй подучасток дополнительно не увлажнялся, влажность ЗШС стабилизировалась на уровне 20...25 %.

В настоящее время наблюдение за опытным участком продолжается. На 31.01.2012 г. средняя глубина промерзания насыпи из ЗШС и дорожной одежды составила около 1 м (грунта в открытом поле – около 1,6 м). Величина морозного пучения на подучастке с дополнительным увлажнением и подтоплением откоса не превышает 2,0 см, без дополнительного увлажнения – ±0,5 см.

Кроме исследования водно-теплового режима на опытном участке проводятся штаповые испытания (в том числе с усилением конструкции плоской георешёткой), определяется устойчивость откосов и др. Однако результаты этих испытаний выходят за пределы данной публикации.

ВЫВОДЫ

1. Наши исследования, анализ нормативно-методических документов и широкого зарубежного опыта применения золошлаковых отходов ТЭС в дорожном строительстве позволили разработать по заданию ОАО «ТГК-11» Стандарт предприятия СТО 82982783.01-2010 «Материалы золошлаковые Омских ТЭЦ для дорожного строительства. Технические условия». В этом документе указаны все свойства и расчётные параметры золошлаков, конструктивно-технологические решения, необходимые и достаточные для проектирования и строительства дорожных объектов.

2. Лабораторные исследования и мониторинг опытного участка доказали, что ЗШС из отвалов Омских ТЭЦ могут применяться для строительства земляного полотна автомобильных дорог всех технических категорий без опасности существенного

морозного пучения даже при увлажнении ЗШС до полной влагоёмкости.

3. Низкая теплопроводность ЗШС способствует уменьшению глубины промерзания насыпей из этого техногенного грунта в 1,5...2 раза по сравнению с насыпями из природного суглинистого грунта. При этом высота насыпи из ЗШС более 1,2 м в нашем регионе предопределяет предохранение от промерзания естественного грунтового основания, что способствует снижению вероятности зимнего капиллярного поднятия влаги из грунтовых вод.

4. Особенностью ЗШС является сравнительно высокая водопроницаемость (по сравнению с суглинками и глинами), поэтому вода от дождевых осадков и стекающая с дорожного покрытия не течёт по поверхности откоса, размывая его, а впитывается в золошлаки на обочине и откосе, фильтрует через него, и вытекает у подошвы откоса. Поэтому откосная часть насыпи из ЗШС не подвержена поверхностному размыву осадками. Однако, необходимо дополнительно исследовать общую устойчивость откосной части высоких насыпей из ЗШС с крутыми откосами. Мы считаем, что применение геосинтетических материалов для этих целей наиболее эффективно.

5. Работая с ЗШС в жаркий летний период, мы не отмечали значимого пыления этого грунта (не более чем при работе с мелким пылеватым песком). ЗШС в отвале, как правило, имеет влажность не ниже 20 %, а пыление может происходить при влажности менее 3 %. Тем не менее, при её транспортировке в автосамосвалах целесообразно закрывать кузова полками.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. **Сиротюк В.В.** Формирование нормативно-технической базы по применению золошлаков ТЭС. Вестник МАНЭБ /Научно-технический журнал. – С-Петербург, - Изд-во МАНЭБ, 2011. –Том 17, № 2. –С.8-13.
2. **Сиротюк В.В., Иванов Е.В.** Исследование свойств золошлаковых отходов Омских ТЭЦ для применения в дорожном строительстве. Вестник МАНЭБ /Научно-технический журнал. – С-Петербург, - Изд-во МАНЭБ, 2011. –Том 17, № 2. –С.66-74.
3. **Иванов Е.В.** О методике оценки морозного пучения грунтов / Е.В. Иванов, А.Б. Самойленко // Вестник ТГАСУ. – 2010. – №3. – с. 234-238.
4. **Шевцов В.Р.** Перспективный план крупнотоннажного использования золошлаков ТЭС ОАО «ТГК-11».

В.В. Сиротюк, Е.В. Иванов, В.Р. Шевцов. Результаты мониторинга опытного участка земляного полотна автодороги из золошлаковой смеси // Материалы IV научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 19–20 апреля 2012 г. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 85 – 88.