

Вторичное использование золошлаковых отходов в дорожном строительстве

Д.В. Яхонова¹, А.В. Вяльцев¹, А.Г. Ляшенко²

¹ Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск

² ООО «ПИК-МОДУЛЬ», Москва

Аннотация: Возрастающая проблема образования золоотвалов Ростовской области диктует необходимость поиска экологичных методов утилизации отходов теплоэнергетического сектора. На основании проведенного анализа химического и фракционного составов золошлаковой смеси, образующейся на угольной теплоэлектростанции, предложено использование золоотхода крупностью 10-100 мкм в качестве микронаполнителя в дорожном строительстве. Проведенные испытания контрольных образцов с применением золоотходов показали улучшение водонепроницаемости и морозостойкости бетона при сохранении его прочности.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, микронаполнитель, бетонная смесь, дорожное строительство.

Существенная доля генерируемой энергии Ростовской области принадлежит тепловой электрической станции Филиал ОГК-2-Новочеркасская ГРЭС, которая осуществляет свою работу с применением антрацитового штыба, являющегося отходами добычи угля и углеобогащения предприятий региона. В процессе деятельности угольных электростанций образуется большое количество золошлаковых отходов, которые складываются в золоотвалы без вторичного использования, и объем таких отвалов возрастает с каждым годом, что негативно влияет на природную окружающую среду [1].

Складирование золошлаковых отходов, как правило, осуществляется на открытых площадках, что требует отчуждения значительных земельных участков для этих целей, в том числе путем вывода из сельскохозяйственного оборота. Также такой способ хранения отходов приводит к пылеобразованию, попаданию токсичных компонентов золошлаковой смеси в почву и подземные воды при вымывании. Эти факторы приводят к

ухудшению экологической ситуации на прилегающих территориях, чаще всего относящихся к селитебным.

Золошлаковый отход можно использовать, как вторичный материальный ресурс, в качестве микронаполнителя в бетонной смеси для дорожного покрытия [2,3]. В данном случае зола будет заполнять пространство между цементом и крупным наполнителем, тем самым снижая пористость бетона [4], что позволяет улучшить водонепроницаемость и морозостойкость дорожного покрытия [5,6].

Благодаря схватываемости золы с бетоном [7,8] во время эксплуатации дорожных конструкций будет снижаться трещинообразование, так как бетон не будет удерживать в себе влагу, что приводит к снижению прочности и износостойкости покрытия, а также к его деформации.

Применение золы, как связующего материала, позволяет снизить влияние климатических условий и за счет этого удобоукладываемость готовой дорожной смеси повышается.

К качеству бетонного дорожного покрытия предъявляют строгие требования, в соответствии с ГОСТ Р 59300-2021.

Бетонная смесь дорожного покрытия состоит из [9]:

- гидрофобного пластифицированного цемента;
- мелкого заполнителя – песка;
- крупного заполнителя – щебня;
- воды без примесей и загрязняющих веществ;
- химических и минеральных добавок или органоминеральных

модификаторов.

Нами была проанализирована золошлаковая смесь Новочеркасской ГРЭС. Отход, образованный после работы угольной электростанции относится к IV классу опасности, что является малоопасным и может быть использован повторно без предварительной подготовки. Химический состав

золошлакового отхода Новочеркасской ГРЭС по содержанию оксидов по массе и потерям при прокаливании (ППП) представлен в таблице №1.

Таблица № 1

Химический состав золошлакового отхода Новочеркасской ГРЭС

Содержание оксидов по массе, %													
ППП	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	R ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O	P ₂ O ₅	∑	
48,62	20,94	11,51	2,88	1,51	0,61	0,85	4,09	1,50	0,13	0,07	7,05	99,76	

Для определения фракционного состава отхода нами была взята проба массой 6 кг. Шлак просеивали через набор сит с диаметрами 5; 10; 50; 100; 250; 500; 1000 мкм. Фракционный состав золоотхода представлен на рис.1.

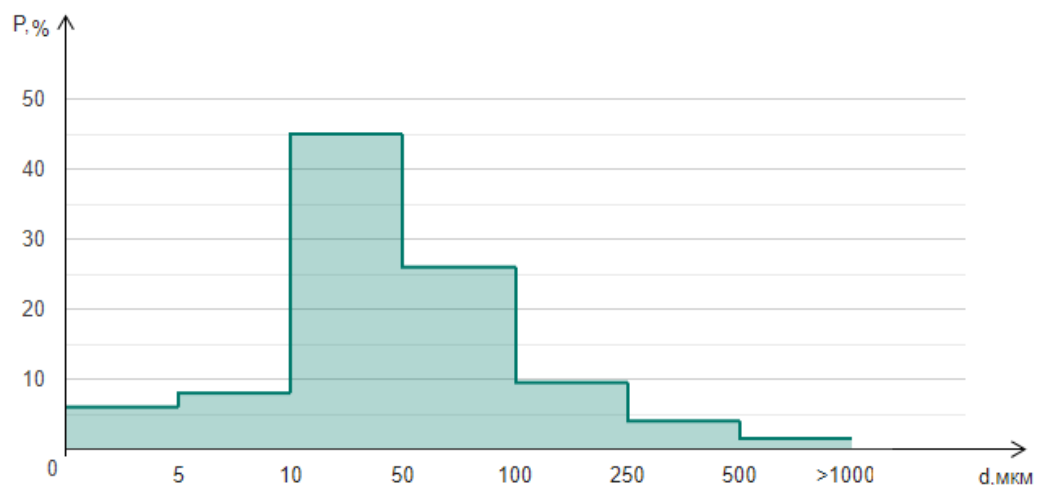


Рис.1. – Фракционный состав золы Новочеркасской ГРЭС

Из графика видно, что во фракционном составе золы преобладает диаметр частиц от 10 до 100 мкм, что позволяет сделать вывод о возможности применения исследуемых шлаковых отходов по своему гранулированному составу в качестве микронаполнителя при изготовлении цемента для бетонного покрытия.

Важным параметром качества дорожного покрытия является его прочность. Для исследования прочности дорожного покрытия с

использованием микрочастиц золы нами были изготовлены кубики из модифицированной бетонной смеси.

Для проверки сохранения прочности при частичной замене цемента золой были проведены испытания бетонных кубиков на сжатие [10,11] с помощью пресс-машины. Полученные данные представлены на рис.2.

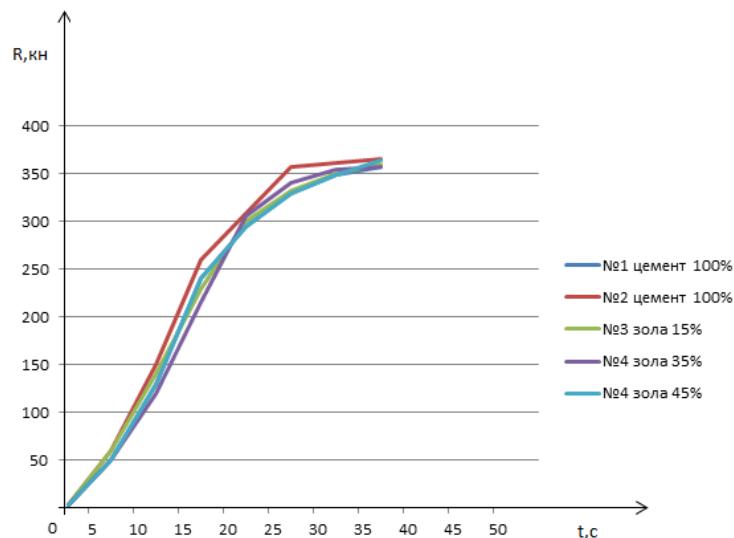


Рис.2. – Испытаний прочности контрольных образцов бетона с микронаполнителя

Полученные результаты испытаний позволяют сделать вывод, что частичная замена золой части цемента никак не отражается на прочности бетонной смеси.

Предложенный способ переработки золоотходов угольных теплоэлектростанций позволяет не только снизить экологическую нагрузку золошлаковых отвалов на окружающую природную среду за счет сокращения площади золоотвалов, но и повысить отдельные технические характеристики бетонного дорожного покрытия (водонепроницаемость, морозостойкость).

Литература

1. Шамбер О. Ю. К вопросу о возможности применения золошлаков // Символ науки: международный научный журнал. 2017. №1. С. 117-119.
 2. Калашников В.И., Тараканов О.В., Белякова Е.А, Мороз М.Н. Новые направления использования зол ТЭЦ в порошково-активированных бетонах нового поколения // Региональная архитектура и строительство. 2013. №3. С. 22-27.
 3. Ram, A.K., Mohanty, S. State of the art review on physiochemical and engineering characteristics of fly ash and its applications // International Journal of Coal Science and Technology. 2022. №9 (1). № 9. URL: researchgate.net/publication/359044010_State_of_the_art_review_on_physiochemical_and_engineering_characteristics_of_fly_ash_and_its_applications.
 4. Tan, Y., He, Y., Cui, X., Liu, L. Design and performance optimization of alkali-activated waste coal bottom ash/slag porous concrete // 2022 Construction and Building Materials 359,129413. URL: sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030690.
 5. Щербань Е.М., Стельмах С.А., Чернильник А.А., Кучеренко Д.Ю., Федорченко В.А., Яновская А.В. Сравнение показателей морозостойкости тяжелых бетонов класса В35, полученных вибрированием и центрифугированием // Инженерный вестник Дона, 2019, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5802.
 6. Лесовик В.С., Урханова Л.А., Федюк Р.С. Вопросы повышения непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем // Вестник ВСГУТУ. 2016. №1 (58). С. 5-10.
 7. Ефименко Ю. В., Некипелов И. Н., Толстенко С. К., Чугунова С. Влияние золы на свойства бетона // Вологдинские чтения. 2012. №80. С. 26-27.
-



8. Несветаев Г.В., Догова А.В., Пстой Л.В. К вопросу оценки морозостойкости бетонов по критерию прочности // Инженерный вестник Дона, 2019, № 7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2019/6106.

9. Елкин С.В., Боцман А.Н., Лунев Р.С. Использование цементно-бетонных покрытий в дорожном строительстве // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ Им. В.Г. Шухова. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1531-1536.

10. Каприелов С.С. Модифицированные бетоны нового поколения в практике современного транспортного строительства // Дороги России XXI века. 2003. № 1. С. 28-32.

11. Manthena, S.L., Boddepalli, K.R. Effect of tile aggregate and flyash on durability and mechanical properties of self-compacting concrete // 2022 Journal of Building Pathology and Rehabilitation 7(1), 68. URL: link.springer.com/article/10.1007/s41024-022-00209-7.

References.

1. SHamber O. IU. Simvol nauki: mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal. 2017. No1. pp. 117-119.

2. Kalashnikov V.I., Tarakanov O.V. Beliakova E.A, Moroz M.N. Regional'naia arkhitektura i stroitel'stvo. 2013. No3. pp. 22-27.

3. Ram, A.K., Mohanty, S. International Journal of Coal Science and Technology. 2022. №9 (1). № 9. URL: researchgate.net/publication/359044010_State_of_the_art_review_on_physiochemical_and_engineering_characteristics_of_fly_ash_and_its_applications.

4. Tan, Y., He, Y., Cui, X., Liu, L. 2022 Construction and Building Materials 359,129413. URL: sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030690.



5. SHCHerban' E.M., Stel'makh S.A., CHernil'nik A.A., Kucherenko D.IU., Fedorchenko V.A., IAnovskaia A.V. Inzhenernyi vestnik Dona, 2019, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5802.
6. Lesovik V.S., Urkhanova L.A., Fediuk R.S. Vestnik VSGUTU. 2016. No1 (58). pp. 5-10.
7. Efimenko IU. V., Nekipelov I. N., Tolstenko S. K., CHugunova S. Vologdinskie chteniia. 2012. No80. pp. 26-27.
8. Nesvetaev G.V., Dogova A.V., Postoi L.V. Inzhenernyi vestnik Dona, 2019, № 7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2019/6106.
9. Elkin S.V., Botsman A.N., Lunev R.S. Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia molodykh uchenykh BGTU Im. V.G. SHukhova. Belgorod: Belgorodskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet im. V.G. SHukhova, 2017. pp. 1531-1536.
10. Kaprielov S.S. Dorogi Rossii XXI veka. 2003. No 1. pp. 28-32.
11. Manthena, S.L., Boddepalli, K.R. 2022 Journal of Building Pathology and Rehabilitation 7(1), 68. URL: link.springer.com/article/10.1007/s41024-022-00209-7.