

*Ферганский политехнический институт. Фергана. Узбекистан.*

**ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ  
ТВЕРДОГО ТОПЛИВА УГОЛЬНЫХ ТЭС**

*Аннотация: В настоящей статье рассмотрены механические свойства и долговечность бетона, в котором цемент частично замещён летучей золой большого объема (HVFA). Увеличение процентного содержания летучей золы приводит к снижению механических свойств бетона HVFA, включая прочность на сжатие, изгиб, растяжение, при одновременном повышении некоторых свойств долговечности, включая водопоглощение, пористость и карбонизацию.*

*Ключевые слова: бетон, цемент, летучая зола, прочность, водопоглощение, пористость, карбонизация.*

**FOREIGN EXPERIENCE IN RECYCLING SOLID FUEL  
COMBUSTION PRODUCTS FROM COAL-FIRED POWER PLANTS**

*Abstract: This paper examines the mechanical properties and durability of concrete in which cement is partially replaced by high volume fly ash (HVFA). Increasing the percentage of fly ash results in a decrease in the mechanical properties of HVFA concrete, including compressive, flexural, and tensile strength, while increasing some durability properties, including water absorption, porosity, and carbonation.*

*Keywords: concrete, cement, fly ash, strength, water absorption, porosity, carbonization.*

Зольная пыль – это побочный продукт сжигания порошкообразного угля в теплоэлектростанциях. Проблема использования золошлаковых материалов (ЗШМ), образующихся на ТЭС при сжигании углей. ТЭС

работают на угле, содержащем до 63 % минеральных компонентов. При сжигании пылеобразного горючего при 1200–1700 °С образуются твердые отходы двух видов: зола уноса (летучая зола) и шлак. Примерно 80 % минеральной части угля переходит в золу уноса, улавливаемую в циклонах и на электрофильтрах, а до 20 % переходит в шлак, который накапливается в шлаковых бункерах под топкой [1]. Зола-унос относится к полиминеральным материалам, содержащим в зависимости от вида сжигаемого угля различное количество стекловидной фазы (40-65 %), в виде частиц шарообразной формы размером до 100 мкм, дегитратированные глинистые вещества, муллит, магнезит, кварц, различные соединения кальция, магния, серы. В отличие от породы углеобогащения в золе-уносе ТЭС уголь как таковой отсутствует, а горючая часть ее представлена различными модификациями коксовых остатков [2].

Лидером мирового рейтинга по объему переработки (до 30 млн. тонн ежегодно) является Индия. Экономический стимул: еще в начале 90-х индийские инженеры выработали свою технологию производства кирпича, в которой вместо привычной природной глины использовалась угольная зола. В итоге это привело к революции в строительной индустрии, и Индия начала увеличивать темпы застройки благодаря потоку зарубежных инвестиций в страну. Помимо изготовления кирпича, в Индии зола уноса применяется также для укрепления грунтов насыпи и для устройства покрытия. Лишь засыпка мокрых низин золой с дальнейшим продуктивным использованием земель оказалась нецелесообразным.

В Западной Европе ведущая роль среди стран в решении вопроса применения топливных отходов ТЭС в дорожном строительстве принадлежит Франции. Золы уноса используются во всех частях дорожных конструкций. В зависимости от их состава и свойств они могут включаться в тело насыпи как техногенный грунт и как минеральный материал, укрепленный гидравлическим вяжущим, в нижних слоях основания; в

верхних слоях основания как компонент смешанного вяжущего или в качестве самостоятельного вяжущего; в асфальтобетонных покрытиях как минеральный порошок, в цементобетонных - как добавка, улучшающая характеристики бетона. Также в Нидерландах и Дании процент применения зол составляет почти 100 %.

В Великобритании впервые золу уноса от сжигания каменного угля применили в начале 60-х годов прошлого века в качестве материала для возведения насыпей. По результатам исследований выяснилось, что зола является подходящим материалом для сооружения насыпей и устройства нижних слоев основания дорожной одежды, которые должны располагаться на глубине не менее 40 см от поверхности покрытия, так как они недостаточно морозоустойчивы. Такие же исследования золошлаковых смесей из отвалов тепловых электростанций показали их пригодность для устройства оснований дорожных одежд и сооружения насыпей. Но было рекомендовано не сооружать насыпи из мелкого и влажного материала.

В России всего не более 10 % от 3 тонн ежегодно образующейся золы используется для последующей переработки в строительной индустрии, дорожном строительстве и прочих промышленных отраслях. В то время как в развитых странах используют 70-95 % от выхода ЗШО [3].

Несмотря на то, что было проведено множество исследований по «high-volume fly ash (англ.) – летучая зола большого объема» (HVFA), имеется мало данных о технических характеристиках бетона с HVFA, включая ряд используемых дополнительных добавок. Рашад и др. рассмотрены исследования HVFA, проведенные до 2014 г., основанные на различных свойствах летучей золы и бетона HVFA, а также прироста характеристик бетона с HVFA с добавлением других дополнительных материалов. Hemalatha et al. также рассмотрели высокий объем использования летучей золы в бетоне и влияние факторов, влияющих на механические свойства и долговечность. С 2014 года было проведено

много новых исследований с использованием бетона HVFA, которые еще не подвергались систематическому обзору [4].

**Заключение.** В современных условиях усиливается острота проблемы утилизации золошлаковых материалов, получаемых в результате сжигания углей тепловых электростанций. Их накопление в возрастающих объемах приводит к стремительному росту экологических, социальных и экономических издержек из-за крайне низкого уровня утилизации.

Таким образом, применение золошлаковых отходов позволяет сэкономить на стоимости основных дорогостоящих материалов без ущерба качеству изделия, одновременно решая проблему утилизации золошлаковых материалов.

Были рассмотрены механические свойства и долговечность бетона HVFA, когда цемент был заменен летучей золой с (без ряда микро) нанодобавок. Следующие выводы можно резюмировать на основе общего обзора в рамках этого исследования.

– Бетон HVFA имеет низкую начальную прочность из-за медленной пущолановой реакции летучей золы в раннем возрасте. Однако со временем непрореагировавшая летучая зола вступает в реакцию и приводит к увеличению прочности бетона из HVFA.

– Увеличение процентного содержания летучей золы приводит к снижению механических свойств бетона HVFA, включая прочность на сжатие, прочность на изгиб, прочность на растяжение при расщеплении и модуль упругости, при одновременном повышении некоторых свойств долговечности, включая водопоглощение, пористость и карбонизацию.

### **Literature:**

1. Адеева Людмила Никифоровна, Борбат Владимир Федорович. "Зола ТЭЦ перспективное сырье для промышленности" Вестник Омского университета, no. 2, 2009, pp. 141-151.

2. У.А. Газиев, Ш.Т. Рахимов «Оценка современного состояния использования золы тепловых электростанций в растворных смесях и бетонах» IV всероссийская конференция «Химия и химическая технология: достижения и перспективы» Кемерово, 27–28 ноября 2018 год.
3. <https://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody>
4. Charith Herath, Chamila Gunasekara, David W. Law, Sujeeva Setunge Performance of high volume fly ash concrete incorporating additives: A systematic literature review. Civil & Infrastructure Engineering, School of Engineering, RMIT University, Melbourne, Victoria 3000, Australia.
5. Alimovich, M. M., Abdullaevich, M. H. (2022). Investigation of the Effect of Plasticizers on the Properties of Binders Based on Gypsum-Containing Waste. Journal of Architectural Design, 6, 1-4
2. Абдимоминов, И. И., Орипов, З. Б., Арисланов, А. С., Пахратдинов, А. А., Маматов, Х. А., & Рўзметов, Ф. Ш. (2022). Шаҳар магистрал кўчаларининг транспорт-эксплуатацион ҳолатини транспорт шовқинига таъсирини баҳолаш ва прогнозлаш (Тошкент шаҳри мисолида). Образование, 8(9),
3. Mirzajonov Mamurjon Alimovich Mamatov Xamidulla Abdullayevich Karimova Mukhtasar Isroiljon kizi In volume 6, of Journal of Architectural Design (JAD) May, 2022 ISSN (E): 2795-7608
7. X.A. Mamatov Vliyanie keramzita na svoystva penobetona Ekanoma I sotsium ISSN: 2225-1545 Vol.4, No 4(94), 2022
4. Mamatov Xamidulla Abdullyevich. (2022). Physical and mechanical properties cement stone with chemical additive kdj-3. *Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development*, 9, 308–313. Retrieved from

5. Mamatov Xamidulla Abdullyevich, & Sabirova Dilfuza Tillavalievna. (2022). Prospects for the production of new generation makeup products in the republic. *Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development*, 9, 296–301. Retrieved from
6. Mamatov Xamidulla Abdullyevich, & Sabirova Dilfuza Tillavalievna. (2022). Optimal compositions for local cellular concrete raw materials. *Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development*, 9, 290–295. Retrieved from
7. X.A. Маматов, З.Б. Махмудов Влияние зола унос на свойства пенобетона SCIENTIFIC PROGRESS VOLUME 3 | ISSUE 7 | 2022 ISSN: 2181-1601 Scientific Journal Impact Factor (SJIF 2022=5.016) Passport: <http://Page 1 SCIENTIFIC PROGRESS VOLUME 3>
8. Samigov N.A., Karimov M.U., Mamatov X.A. Physicochemical Structure And Properties Of Cement Stones With A Complex Chemical Additive KDj-3CHMB. | The American Journal of Engineering and Technology (ISSN – 2689-0984 Published: April 25, 2021 | Pages: 42-53 Doi: <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume03Issue04-07>
9. XA Маматов, УМ Абдуллаев, Заполнители для шлакощелочных легких бетонов Vol. 1 No. 5 (2022): Innovative Development in Educational Activities (IDEA) 31-38
10. Маматов Хамидулла Абдуллаевич, Влияние керамзита на свойства пенобетона, Экономика и социум 4 (4), 2022/4 1-5
11. Mirzaev B. K., Otakulov B.A., Mamatov X.A.,Abdug'aniyev N.N., Solijonov X.S. “The Effect Of Local Ingredients Based On The Physical-Mechanical Properties Of Ceramzite Concrete Based On Chemical Complex” Eurasian Journal of Engineering and Technology Volume 25| December 2023 ISSN: 2795-7640
12. Mirzaev B. K., Otakulov B.A., Mamatov X.A.,Abdug'aniyev N.N., Solijonov X.S. “Study of the Main Types of Scientific Research” Eurasian

Journal of Engineering and Technology Volume 25| December 2023 ISSN: 2795-7640

13. Mirzaev B. K., Otakulov B.A., Mamatov X.A.,Abdug'aniyev N.N., Solijonov X.S. "Research Of Dispersed Reinforced Concrete " Eurasian Journal of Engineering and Technology Volume 25| December 2023 ISSN: 2795-7640
14. Mirzaev B. K., Otakulov B.A., Mamatov X.A.,Abdug'aniyev N.N., Solijonov X.S., Majidova G.A "The Effect Of Complex Chemical Additives on Foam and Its Properties" Eurasian Journal of Engineering and Technology Volume 25| December 2023 ISSN: 2795-7640
15. Mirzaev B. K., Otakulov B.A., Mamatov X.A.,Abdug'aniyev N.N., Solijonov X.S., Majidova G.A "Electron Microscopic Analysis of Modified Foam Concrete" Eurasian Journal of Engineering and Technology Volume 25| December 2023 ISSN: 2795-7640