ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, 2026. Том 19. №2. С. 56–66

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ И СПОСОБА ПОДАЧИ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА СОСТАВ ДЫМОВОГО ГАЗА ПРИ СЖИГАНИИ*

Д. М. Головко[1], К. Ю. Вершинина[2], Д. С. Романов[3], В. В. Скорюпин[4], П. А. Стрижак[5]

Аннотация: Приведены результаты экспериментальных исследований влияния среды и способа подачи смесевого топлива на состав дымового газа при сжигании. В качестве базового компонента в смесях использовался каменный уголь марки Д. Добавками к углю являлись вода, отработанное моторное масло и опилки. Высокотемпературная среда, в которой сжигалось топливо, обогащалась водяным паром или дымовыми газами, полученными при термическом разложении каменного угля. Установлено, что при сжигании топливных компонентов в перемешанном виде концентрации NO и SO_2 в составе дымового газа снижаются на 25%–50%. Определено влияние среды на компонентный состав дымового газа. Использование водяного пара и дымовых газов в качестве модификатора среды привело к снижению концентраций компонентов дымовых газов в 1,5–2 раза. Предложены варианты технологических решений использования смесевых топлив в котельных агрегатах с целью снижения антропогенного воздействия.

Ключевые слова: антропогенные выбросы; водяной пар; дымовой газ; уголь; горение; смесевое топливо

DOI: 10.30826/CE26190206 **EDN:** TUPMJU

Литература

1. *Larki I., Zahedi A., Asadi M., Forootan M. M., Farajollahi M., Ahmadi R., Ahmadi A.* Mitigation approaches and techniques for combustion power plants flue gas emissions: A comprehensive review // Sci. Total Environ., 2023. Vol. 903. P. 166108. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166108.
2. *Jaiswal K. K., Chowdhury C. R., Yadav D., Verma R., Dutta S., Jaiswal K. S., Sangmesh B., Karuppasamy K. S. K.* Renewable and sustainable clean energy development and impact on social, economic, and environmental health // Energy Nexus, 2022. Vol. 7. P. 100118.
3. *Zataamani C., Supriyadi I., Tumanggor M., et al.* Environmental impact of implementing biomass cofiring at power plant // Int. J. Progressive Sciences Technologies, 2024. Vol. 44. No. 2. P. 227–234.
4. *Vershinina K. Y., Shlegel N. E., Strizhak P. A.* Recovery of waste-derived and low-grade components within fuel slurries // Energy, 2019. Vol. 183. P. 1266–1277.
5. *Tuan Le T., Sharma P., Bora B. J., et al.* Co-gasification of waste biomass-low grade coal mix using downdraft gasifier coupled with dual-fuel engine system: Multi-objective optimization with hybrid approach using RSM and Grey Wolf Optimizer // Process Saf. Environ., 2024. Vol. 191. P. 234–248.
6. *Alekseenko S. V, Dekterev A. A., Maltsev L. I., Kuznetsov V. A.* Implementation of a three-stage scheme for the co-combustion of pulverized coal and coal-water slurry in an industrial boiler to reduce NOx emissions // Process Saf. Environ., 2023. Vol. 169. P. 313–327.
7. *Wang X., Hu Z., Deng S., Xiong Y., Tan H.* Effect of biomass/coal co-firing and air staging on NOx emission and combustion efficiency in a drop tube furnace // Enrgy Proced., 2014. Vol. 61. P. 2331–2334.
8. *Buhre B. J. P., Elliott L. K., Sheng C. D., Gupta R. P., Wall T. F.* Oxy-fuel combustion technology for coal-fired power generation // Prog. Energ. Combust., 2005. Vol. 31. No. 4. P. 283–307.
9. *Liu S., Liu Z., Zhu H., Wang Z., Guo J., Zhang X., Yu H., Yue X., Ning P., Li B.* The roles of red mud as desulfurization and denitrification in flue gas: A review // J. Environmental Chemical Engineering, 2023. Vol. 11. No. 3. P. 109770.
10. *Shimizu T., Tachiyama Y., Kuroda A., Inagaki M.* Effect of SO_2 removal by limestone on NOx and N_2O emissions from a bubbling fluidized-bed combustor // Fuel, 1992. Vol. 71. No. 7. P. 841–844.
11. *Lin S., Wang Y., Suzuki Y.* High-temperature CaO hydration/$Ca(OH)_2$ decomposition over a multitude of cycles // Energ. Fuel., 2009. Vol. 23. No. 6. P. 2855–2861.
12. *Ren X., Sun R., Meng X., Vorobiev N., Schiemann M., Levendis Y. A.* Carbon, sulfur and nitrogen oxide emissions from combustion of pulverized raw and torrefied biomass // Fuel, 2017. Vol. 188. P. 310–323.
13. *Yan J., Wu Y., Zhang L., Huang S., Lei Z., Li Z., Zhang W., Ren S., Wang Z., Shui H.* Synergistic retention of heavy metals and in-situ reduction of NO and SO_2 by co-combustion of sewage sludge and coal gangue: A promising approach for contaminant management and emission reduction // Fuel Process. Technol., 2023. Vol. 252. P. 107984.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10098.

[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, dmg11@tpu.ru
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, vershininaks@tpu.ru
[3]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, dsr7@tpu.ru
[4]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, vvs127@tpu.ru
[5]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, pavelspa@tpu.ru

14. *Li L., Cheng L., Wang B., Ma Z., Zhang W.* Experimental study on the effect of limestone on SO_2 and NO emission characteristics during coal/coke combustion // J. Energy Inst., 2023. Vol. 111. P. 101403.

Поступила в редакцию 23.12.2024
После доработки 12.03.2026
Принята к публикации 16.03.2025