

УДК 662.81:66.097.3

**ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА НА  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ**

Еремеев Е. А., студент гр. ТЭб-231, III курс

Вилисов Н. Д. аспирант гр. ТТа-241, II курс

Научный руководитель: Ушаков К. Ю., к.т.н., доцент кафедры теплоэнергетики КузГТУ

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачёва  
г. Кемерово

Одним из способов переработки мелкой фракции твердого горючего полезного ископаемого является его брикетирование [1]. Однако в настоящее время актуальным становится не только вопрос о способах переработки или поиске нужных рецептур, но и о качественном и недорогом повышении технических характеристик полученных топливных брикетов. В условиях современного рынка, который предоставляет большой ассортимент товаров, необходимо находить новые способы развития и улучшения своего продукта. Ключевым показателем качества топливных брикетов является теплота сгорания, определяющая количество тепловой энергии, выделяемой при его полном сгорании на единицу массы. Помимо этого, важной энергетической характеристикой является время задержки зажигания. Время задержки зажигания - параметр, характеризующий период тепловой подготовки топлива от начала нагрева до момента устойчивого воспламенения.

Традиционный способ повышения калорийности брикетов заключается в добавлении в состав высококалорийного материала. Таким материалом может выступить коксовая пыль или высококалорийные пиролизные масла [2-4]. При этом чтобы значительно увеличить значение теплоты сгорания необходимо добавить существенный процент добавочного материала, что неизбежно приведет к увеличению себестоимости топлива. Альтернативным способом улучшения товарных характеристик брикетов является присадка катализатора горения. Целью настоящей работы является оценка влияния катализаторов на основе оксида железа на энергетические характеристики топливных брикетов.

В рамках исследования были использованы катализаторы-активаторы «АктивКарбо» (от компании ООО «Технохим») на основе оксида железа, которые добавлялись в состав брикетов с различным видом исходного сырья: смесь углей марок «Г» и «Ж», антрацит м. А и антрацит марки А + серпентинитомagnesит. Добавление катализаторов производилось в момент изготовления смеси (механического смешения) в количестве 0,5%, 1% и 3 %. Смесь представляла из себя исходное сырье и связующее вещество, в качестве которого выступило «жидкое стекло» в количестве 20%. Формирование брикетов

осуществлялось с использованием гидравлического пресса при усилии сжатия 2 т.с. После изготовления образцов определялась теплота сгорания, а также измерялось время задержки зажигания с использованием высокоскоростной камеры и муфельной печи. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Энергетические характеристики брикетов

| Наименование                         | Процентное содержание катализатора; % | Q, МДж/кг | t <sub>заж.</sub> с. |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------------|
| Антрацит м. А                        | -                                     | 26,91     | 3,94                 |
|                                      | 0,5                                   | 27,09     | 5,41                 |
|                                      | 1                                     | 26,76     | 6,05                 |
|                                      | 3                                     | 26,37     | 6,17                 |
| Антрацит м. А + серпентинитомagnesит | -                                     | 9,44      | 18,76                |
|                                      | 0,5                                   | 11,16     | 18,67                |
|                                      | 1                                     | 12,55     | 22,17                |
|                                      | 3                                     | 10,48     | 12,63                |
| Смесь углей марок «Г» и «Ж»          | -                                     | 7,96      | 5,91                 |
|                                      | 0,5                                   | 8,1       | 3,16                 |
|                                      | 1                                     | 3,99      | 3,55                 |
|                                      | 3                                     | 8,31      | 2,12                 |

Анализ полученный данных показывает, что влияние добавки на основе оксида железа носит неоднозначный характер и зависит от вида исходного сырья.

Для антрацита м. А введение катализатора в количестве 0,5% приводит к увеличению теплоты сгорания, однако дальнейшее увеличение процентного содержания катализатора приводит к уменьшению значения теплоты сгорания. При этом наблюдается увеличение времени задержки зажигания, что может быть связано с ростом доли минеральной фазы в составе брикета.

В случае с антрацитом м. А+ серпентинитомagnesит наиболее выраженный эффект наблюдается при добавлении 1% катализатора: значительное увеличение теплоты сгорания и времени задержки зажигания.

Для смеси углей марки «Г» и «Ж» добавление катализатора в количестве 0,5% и 3% способствует увеличению теплоты сгорания по сравнению с исходным образцом (без катализатора), тогда как при добавлении 1% наблюдается резкое снижение показателя. Время задержки зажигания уменьшается при увеличении процентного содержания катализатора.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что минимальное добавление катализатора на основе оксида железа в ряде случаев способствуют улучшению энергетических характеристик топливных брикетов, это связано с тем что катализатор выполняет функцию активатора окислительных реакций, снижая энергию активации и обеспечивает более полное и глубокое окисление углеродосодержащих компонентов топлива за

счет двухстадийного механизма горения угля [5]. Однако увеличение процентного содержания катализатора не приводит к пропорциональному улучшению показателей и может вызвать их снижение из-за увеличения доли минеральной составляющей, не участвующей в горении.

### Список литературы:

1. Крохин В. Н. Брикетирование углей / В. Н. Крохин // Учебник для горных техникумов. – Москва : Недра. – 1974. – 216 с.
2. Александров, А. В. Оптимизация композиционного состава топливных брикетов из углеродсодержащих компонентов / А. В. Александров, В. А. Петров // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2015. – с. 120-125. – URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25720798> (дата обращения: 02.03.2026)
3. Александрова, Т. Н. Оптимизация композиционного состава топливных брикетов / Т. Н. Александрова, Н. В. Николаева, И. С. Артамонов // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2022. – с. 149-160. – DOI: 10.25018/0236\_1493\_2022\_62\_0\_149
4. Gustan PARI Initial Ignition Time and Calorific Value Enhancement of Briquette with Added Pine Resin / Gustan PARI, Lisna EFIYANTI, Saptadi DARMAWAN et al. // J. Korean Wood Sci. Technol, 2023. – p. 207-22. – DOI: <https://doi.org/10.5658/WOOD.2023.51.3.207>
5. Шуатаев, М. К. Активация процесса горения каменного угля нитратом железа и отходами металлопрокатного производства / М. К. Шуатаев, А. Ж. Калтаев, К. Б. Ларионов // Химия твердого топлива. – 2024. – № 3. – С. 59-66. – DOI 10.31857/S0023117724030085. – EDN NBVCOR.