

## АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТБО В СМЕСИ С ОТХОДАМИ КХЗ

*Калинихин О. Н., Краснянский М. Е., Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина*

Проблема утилизации ТБО — это проблема общемирового масштаба. Каждая страна решает ее по-своему: Великобритания, например, 90% ТБО складировать на полигонах и 9% сжигает; густонаселенная Швейцария 18% ТБО складировать, а 80% сжигает (табл. 1).

Таблица 1

### Использование различных методов переработки ТБО в странах ЕС

| Страна          | Доля ТБО, перерабатываемых различными методами, % |               |             |
|-----------------|---|---------------|-------------|
|                 | Полигонное  | Биологическая | Термическая |
| Великобритания  | 90  | 1             | 9           |
| Германия        | 69  | 2             | 29          |
| Франция         | 47  | 8             | 45          |
| Швеция          | 34  | 10            | 56          |
| Швейцария       | 18  | 2             | 80          |
| В среднем по ЕС | Себестоимость операции, дол. США/т ТБО            |               |             |
|                 | 30  | 28            | 46          |

Евросоюз выразил отрицательное отношение к использованию полигонов ТБО, еще в 1999 г. приняв Директиву «Council Directive on the Landfill of waste — 1999/31/EU», в которой потребовал от стран ЕС к 2010 г. на 25% сократить объем ТБО, складированных на полигонах.

Нынешняя мировая тенденция — сжигать бытовой мусор в печах не «навалом», а в виде топливных брикетов, для чего в ТБО вводят добавки, улучшающие их энергетические и эксплуатационные характеристики, а затем брикетируют (так называемая технология «Refuse Derived Fuel» — RDF). В качестве добавок, как правило, используют промышленные отходы, содержащие смолы и/или углерод.

В Украине проблема утилизации ТБО находится в критическом состоянии. Однако системные исследования по сжиганию ТБО практически не проводятся. Поэтому при проектировании в Украине мусоросжигательного завода невозможно не только создать для него адекватный природоохранный комплекс — нельзя даже разработать на такой проект техническое задание.

Нами исследованы свойства топливных брикетов на основе ТБО г. Донецка в смеси с отходами КХЗ и продукты их сжигания. Брикеты массой 10 г получали прессованием. Сжигание проб осуществляли при 700 и 1 000 °С на лабораторной установке, состоящей из шахтной печи, реакционного сосуда, термодар, сборника конденсата и сборника отходящих газов. Анализ газовых проб выполняли на хроматографе «Поиск-2» и фотозлектроколориметре ФЭК-56-2. Анализ содержания тяжелых металлов проводили с помощью прибора «ИТ—118» по стандартным методикам.

Условия и результаты исследований представлены в табл. 2—5 и на рис. 1, 2.

Таблица 2

Результаты измерений высшей теплоты сгорания топливных смесей, кДж/кг

| Вид добавки   | Количество добавки, % |          |          |          |          |          |          |
|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | 10                    | 15       | 20       | 25       | 30       | 35       | 40       |
| Антрацит      | 10 456,1              | 11976,8  | 12 346,8 | 14 345,6 | 15013,1  | 16 346,7 | 18 109,1 |
| Кислая смолка | 9 753,0               | 10 221,4 | 12 492,2 | 13 861,9 | 14 567,7 | 16601,2  | 17 970,8 |
| Фусы          | 9611,1                | 9 967,67 | 12 208,5 | 13 507,2 | 14 805,9 | 16 104,6 | 17 403,3 |

Таблица 3

Состав топливных брикетов и температура сжигания

| Номер | Смолка, % | Фусы, % | ТБО, % | Температура |
|-------|-----------|---------|--------|-------------|
| 1     | 0         | 0       | 100    | 700         |
| 2     | 40        | 0       | 60     | 700         |
| 3     | 0         | 40      | 60     | 700         |
| 4     | 40        | 40      | 20     | 700         |
| 5     | 0         | 0       | 100    | 1000        |
| 6     | 40        | 0       | 60     | 1000        |
| 7     | 0         | 40      | 60     | 1000        |
| 8     | 40        | 40      | 20     | 1000        |

Таблица 4

Эмиссия газов при сжигании топливных брикетов

| Номер опыта | Концентрация компонента в газовых выбросах, мг/м <sup>3</sup> |                 |                 |                  |                                  |                 |      |      |                   |
|-------------|---|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------------|-----------------|------|------|-------------------|
|             | CO  | CO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH | NO <sub>2</sub> | HCL  | HCN  | CH <sub>2</sub> O |
| 1           | 678   | 203 636         | 8,77            | 13,67            | 5,7                              | 41              | 0,2  | 0,12 | 19,78             |
| 2           | 761   | 194311          | 144,74          | 45,78            | 32,1                             | 51              | 0,19 | 0,68 | 18,89             |
| 3           | 707   | 215 632         | 34,97           | 33,6             | 21,22                            | 47              | 0,22 | 1,1  | 14,45             |
| 4           | 700   | 181 351         | 177,28          | 68,1             | 20,7                             | 38              | 0,18 | 1,43 | 29,07             |
| 5           | 431   | 319 002         | 12,06           | 0,34             | 1,34                             | 98              | 0,33 | 0,08 | 10,06             |
| 6           | 438   | 268 677         | 158,61          | 111,6            | 26,77                            | 101             | 0,26 | 0,59 | 11                |
| 7           | 501   | 289 783         | 40,03           | 21,8             | 18,41                            | 88              | 0,3  | 0,91 | 9,78              |
| 8           | 392   | 221 670         | 191,06          | 34,8             | 19,2                             | 81              | 0,22 | 1,21 | 27,71             |

## Содержание тяжелых металлов в компонентах исходных смесей

| Компонет      | Содержание металла, мг/кг |     |     |      |       |    |    |
|---------------|---------------------------|-----|-----|------|-------|----|----|
|               | Pb                        | Ni  | Cr  | Si   | Zn    | Hg | Co |
| ТБО           | 511                       | 140 | 190 | 1270 | 2410  | 10 | 46 |
| Кислая смолка | 543                       | 94  | 270 | 720  | 2 990 | 0  | 45 |
| Фусы          | 466                       | 105 | 125 | 710  | 2 440 | 0  | 58 |

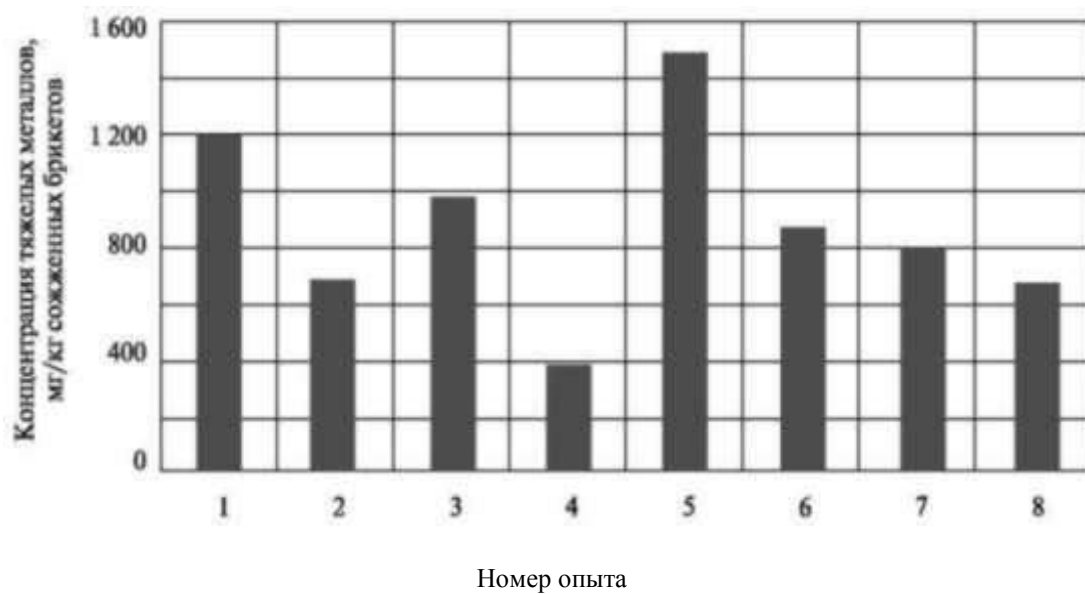


Рис. 1. Эмиссия тяжелых металлов в атмосферу при сжигании брикетов

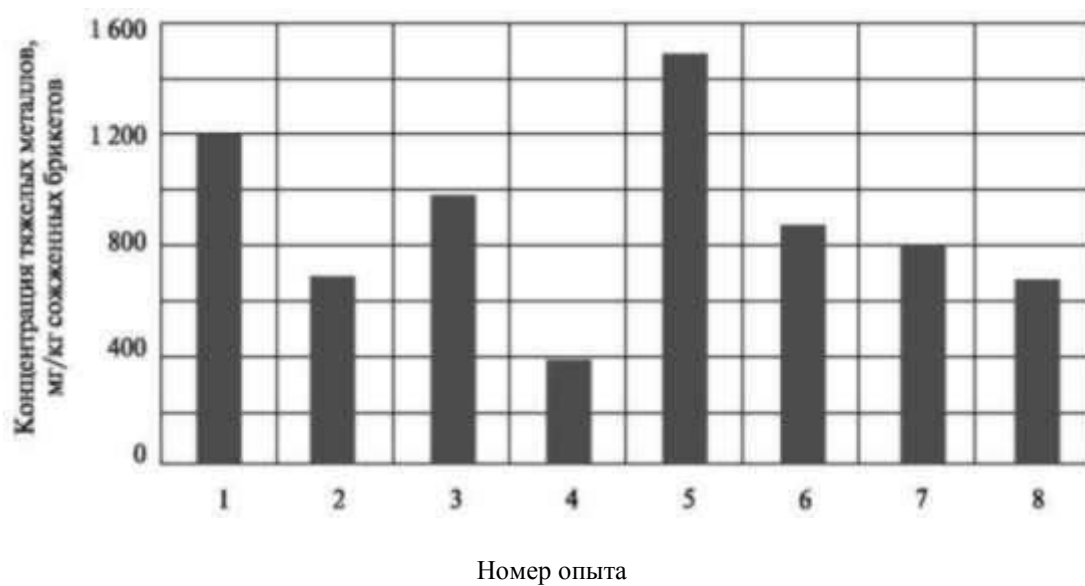


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в золе при сжигании брикетов

Таким образом, добавки смолистых отходов КХЗ значительно улучшают технологические свойства топливных брикетов на основе ТБО. Однако при сжигании происходит интенсивное загрязнение окружающей среды, что требует применения многоступенчатой и дорогостоящей природоохранной системы. Полученные авторами результаты исследований могут стать основой для разработки технического задания на проектирования такой системы.

#### THE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS ASSOCIATED WITH THE MSW INCINERATION IN COMBINATION WITH COKING PLANT WASTE

*Kalinikhin O. N., Krasnyanskiy M. E., Donetsk National Technical University, Donetsk Ukraine*

The study has been undertaken to examine the properties of mixtures containing municipal solid waste (MSW) and coking plant waste (resins and acid tars), and their comparison with the properties of anthracite, in order to assess the feasibility of developing and using waste-derived briquetted fuel for industrial furnaces. The study included the determination of ash content, flue gas emission levels, calorific value, stack gas levels and concentrations of heavy metals.

Сведения об авторах

**Калинихин Олег Николаевич**, аспирант, кафедра прикладной экологии, Донецкий национальный технический университет, ул. Б. Хмельницкого, 106, Донецк, 83000, Украина

**Краснянский Михаил Ефимович**, д-р. хим. наук, проф., кафедра прикладной экологии, Донецкий национальный технический университет. Для переписки: а/я 7940, Донецк-55, 83055, Украина. Тел. (062) 337-11-31. [E-mail](#)