

*Исманжанов А.И., Джолдошева Т.Дж., Адылов Ч.А.*

### **Расчет горения углей и брикетов с органическими отходами**

1. Органические отходы, используемые при брикетировании углей и их характеристика.

Проблема полного уничтожения или утилизации бытового мусора - актуальна, прежде всего, с точки зрения их отрицательного воздействия на окружающую среду. Мусорный отход – прежде всего это богатый источник вторичных ресурсов, энергоноситель (бумага, листовой опал, резина, пластик, пищевые отходы [ 1 ]). В них высокое содержание углеродосодержащих материалов.

В настоящее время в мире подавляющая масса мусорных отходов складывается на мусорных свалках, которые занимают огромные территории. Разлагаясь, они образуют токсичные и вредные вещества и являются источниками загрязнения близлежащих территорий, наземных и подземных вод.

Опыт зарубежных стран показывает, что более 90 % мусорных отходов могут быть повторно использованы, в том числе часть из них – как энергетическое сырье [ 2 ].

При термическом сжигании 1000кг мусорных отходов выделяется теплота, эквивалентная сжиганию 250кг мазута. Реальная экономия в данном случае будет еще больше, поскольку здесь не учитывается сам факт сохранения первичного сырья – мазута и затраты на его добычу [2, 3].

В городе и в сельской местности регулярно образуются огромное количество мусорных отходов. Часть из них представляет собой углеродосодержащие вещества – бумажная макулатура, пищевые отходы, опилки. Осенью образуется в большом количестве листовой опал.

Теплота сгорания этих отходов на сухую массу достаточно высокая: у фруктовых отходов – 8,0 мДж/кг, бумажной макулатуры – 12,0 мДж/кг, листового опала - 11 мДж/кг, опилок – 13 мДж/кг, полиэтилена - 28 мДж/кг [4,5 ].

Кроме опилок, все отходы либо гниют на свалках, либо загрязняют городскую среду.

По данным санитарно-очистительных служб, только по городу Ош ежедневно образуется не менее 50 тонн горючих бытовых отходов. Их переработка и использование в виде топлива, в том или ином виде приносило бы двойную пользу: улучшилась бы экологическая обстановка и получился бы дополнительный источник тепловой энергии.

С мусорными отходами: фруктовые отходы, бумажная макулатура, листовой опал, опилки и полиэтилен, проведены исследования о возможности их использования в качестве добавок в состав брикетов низкосортных углей Кыргызстана.

### **2. Разработка технологии получения брикетов с мусорными отходами**

Нами исследовано брикетированность низкосортной угольной мелочи с лессовым суглинком с добавлением в них указанных мусорных отходов [6 ].

Эксперименты проведены с 5 видами мусорных отходов: листового опала, остатков фруктов, опилками, бумажной макулатуры, и отходами полиэтиленовых пленок и тары. Являясь горючими веществами, эти отходы должны способствовать улучшению теплотехнических характеристик брикетов. Кроме того, в них содержатся (хотя в небольшом количестве) масла органических связующих.

Как показали эксперименты, для смешивания с шихтой и получения однородной массы, мусорные отходы, должны быть измельчены до определенных размеров, пропускаются через сито с размерами ячеек 5 x 5мм, затем один из видов измельченной биомассы добавляются в

сухую массу, представляющей смесь угольной мелочи и суглинка. Лессовый суглинок является неорганическим связующим для брикетирования углей [7].

После тщательного перемешивания трех компонентов шихты добавляется вода. Вода добавляется в пределах оптимальной влажности шихты. Полученная масса отстаивается в течении суток, после чего прессуется.

На рис. 1 и 2 приведены зависимости прочности  $P$  и теплотворности  $Q$  брикетов для Алмалыкского угля от концентрации мусорных отходов: 1 и 1<sup>1</sup> – остатки фруктов; 2 и 2<sup>1</sup> – листовой опал и такая же зависимость для углей Каракичинского месторождения с мусорными отходами: 1 и 1<sup>1</sup> – макулатура, 2 и 2<sup>1</sup> – опилка.

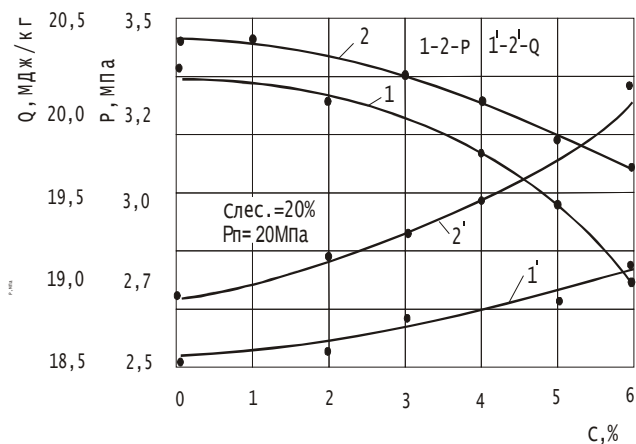


Рис.1. Зависимость прочности  $P$  и теплотворности  $Q$  брикетов для Алмалыкского угля от концентрации: 1 и 1<sup>1</sup> – остатки фруктов; 2 и 2<sup>1</sup> – листовой опал.

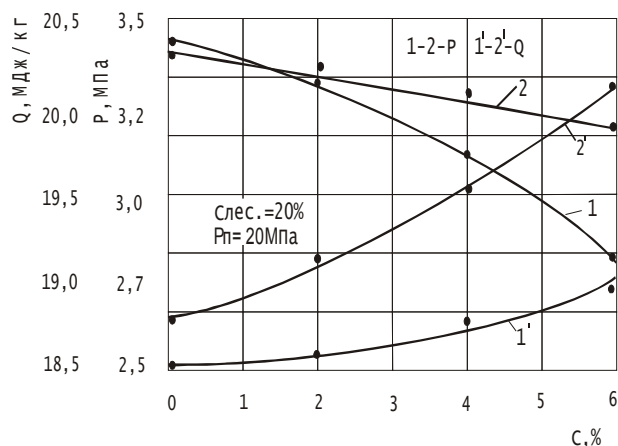


Рис.2. Зависимость прочности  $P$  и теплотворности  $Q$  брикетов в шихте для Каракичинского угля: 1 и 1<sup>1</sup> – макулатура; 2 и 2<sup>1</sup> – опилка.

Экспериментами было установлено, что прочность получаемых брикетов и их теплотворность, зависит от вида мусорных отходов, их концентрации.

В результате серии экспериментов, проведенных использованием методов математического планирования эксперимента (схема состав-свойство), нами найдены оптимальные концентрации мусорных отходов, позволяющие получать наиболее прочные брикеты с удовлетворительной теплотворностью.

При этом концентрация связующего – лессового суглинка равнялась ее оптимальной величине-20%. С ростом концентрации мусорных отходов наблюдается снижение прочности брикетов, а теплотворность несколько повышается.

### 3. Расчет горения углей и брикетов с мусорными отходами

В традиционных топках с периодической загрузкой топлива температура камеры топки и состав продуктов сгорания непрерывно изменяются, температура газов также колеблется и после загрузки топлива падает, так как часть тепла расходуется на прогрев топлива и испарения из него влаги; количество газов, поступающих в печь, также меняется с течением времени.

Ниже приводятся расчетные данные по сжиганию углей и брикетов в традиционных колосниковых печах.

Техническая характеристика углей Каракичинского месторождения были взяты из опытов, а их элементарные составы взяты по данным Назаровой Н.И. [ 8 ].

Для удобства расчет ведется на 1кг топлива.

1. Низшая теплота сгорания –  $Q_{н}^P = 18,7$  МДж/кг

2. Влажность рабочего топлива  $W^P = 26,0 \%$
3. Зольность рабочего топлива  $A^P = 10,0 \%$
4. Содержание летучих веществ  $V^d = 3,7 \%$
5. Приведенная зольность топлива –  $A^n = \frac{A^P \cdot 100}{Q_H^P} = 0,000535 \%$
6. Приведенная влажность топлива –  $W^n = \frac{W^P \cdot 100}{Q_H^P} = 0,00139 \%$
7. Температура уходящих дымовых газов из опыта  $t_{yx} = 148^\circ\text{C}$
8. Газовый состав уходящих газов:  
По данным топливной лаборатории ТЭЦ г. Бишкек  
 $\text{CO}_2 = 5,2 \%$ ,  $\text{O}_2 = 15,8 \%$ ,  $\text{CO} = 0,015 \%$ ,  $\text{N}_2 = 19,74 \%$
9. Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах

$$\alpha_{yx} = \frac{N_2}{N_2 - 3,76 \cdot (\text{O}_2 - 0,5 \cdot \text{CO})} \approx 4,0$$

Расчет потерь тепла и КПД

1. Содержание горючих газов в золе уноса (по стандарту)  $a_{зл} = 5\%$
2. Содержание горючих газов в шлаке (из опыта) –  $46\%$
3. Потери от механической неполноты сгорания:

$$q_4 = \frac{7830 \cdot A^P}{Q_H^P} \cdot \left[ \frac{a_{шл} \cdot \Gamma_{шл}}{(100 - \Gamma_{шл})} + \frac{a_{зл} \cdot \Gamma_{зл}}{(100 - \Gamma_{зл})} \right] \approx 51 \%$$

$$a_{шл} = 1 - a_{ул}$$

4. Потери тепла с уходящими газами:

$$q_2 = (K \cdot a_{ул} + C) \left( t_{yx} - \frac{\alpha_{yx}}{\alpha_{yx} + \epsilon} \cdot t_{xв} \right) (0,982 + 0,00012 \cdot t_{yx}) (1 - 0,01 \cdot q_4) \cdot K_q \cdot 10^{-2} + 0,2 \cdot A^n \cdot a_{зл} \cdot t_{yx} \cdot 10^{-3} \approx 15 \%$$

Приведенные коэффициенты:

$$K \approx 3,46; \quad C \approx 0,5; \quad \epsilon \approx 0,16$$

5. Потери от химического недожога:

$$q_3 = 1,1 \cdot (\alpha_{yx} - \rho) \cdot 30,2 \cdot \text{CO} \cdot (1 + 0,0006 \cdot W^n) (100 - q_4) \cdot 10^{-3} \approx 0,11$$

$$\rho = 0,02 \text{ для угля}$$

6. Потери в окружающую среду:  $q_5 = 4,6 \%$  норма

7. Потери с физической теплотой шлака

$$q_6 = \frac{A^P \cdot a_{шл} \cdot C_{шл} \cdot t_{шл} \cdot 100}{Q_H^P \cdot (100 - \Gamma_{шл})} \approx 1 \%$$

$$t_{шл} \approx 300^\circ\text{C}$$

$$C_{шл} = 0,21 \text{ ккал/кг град} = 0,878 \text{ кДж/кг град}$$

$$\text{Доля шлака } a_{шл} \approx 30\%$$

8. Коэффициент полезного действия печи:

$$\eta_{п} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) = 100 - (15 + 0,11 + 51 + 4,6 + 1) = 100 - 71,7 = 28,3 \%$$

**Выводы:**

1. Бытовые отходы как фруктовые остатки, листовой опал, бумажная макулатура, опилки могут быть применены в качестве горючих добавок к брикетам.

2. Коэффициент полезного действия печи составило 28,3 %, что на более 5 % больше, чем печи. Когда сжигается уголь.

***Литература***

1. *Бельков В.М.* Методы технологии и концепции утилизации углеродсодержащих промышленных и твердых бытовых отходов. Источник: WWW. Promeco. h1. ru.
2. *Пан Л.Н.* Экология и технологические процессы современных методов переработки твердых бытовых отходов. Источник: Sci Teclibregy. com.
3. *Шантарин В.Д., Шинкеев Г.М., Ивлев П.П.* и др. Переработка твердых бытовых отходов. Источник: WWW. Promeco. h1. ru.
4. *Дарулис П.В.* Отходы областного города. Сбор и утилизация. Смоленск, 2000,-520с.
5. *Бобович Б.Б., Рывкин М.Д.* Твердые бытовые отходы – возобновляемый источник энергии//Возобновляемая энергия. 1998, № 3. - С. 55-57.
6. *Джолдошева Т.Дж.* «Утилизация низкосортных углей Кыргызстана окислением с неорганическими связующими»//Дисс.на соис.канд.техн.наук. Ош,2005.С.161.
7. *Исманжанов А.И., Джолдошева Т. Дж.* Исследование брикетированности низкосортных углей со связующим лессовой глиной// Наука, образование, техника .- 2000. - №2. -С.130- 134.

\* \* \*