

**О.И. Горинов, В.А. Горбунов, О.Б. Колибаба, О.В. Самышина**

Ивановский государственный энергетический университет

Горинов Олег Иванович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Ивановский энергетический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики теплотехнологий и газоснабжения Ивановского государственного энергетического университета. Имеет 120 печатных работ в области тепловых процессов в теплотехнологических установках.

Тел.: 8(4932) 38-47-88



Горбунов Владимир Александрович родился в 1955 г. окончил в 1982 г. Ивановский энергетический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики теплотехнологий и газоснабжения Ивановского государственного энергетического университета. Имеет 110 печатных работ, 3 изобретения в области тепловых процессов в теплотехнологических установках.

Тел.: 8(4932) 38-47-88



Колибаба Ольга Борисовна родилась в 1984 г., окончила Ивановский энергетический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики теплотехнологий и газоснабжения Ивановского государственного энергетического университета. Имеет 50 печатных работ в области тепловых процессов в теплотехнологических установках.

Тел.: 8(4932) 38-47-88



Самышина Ольга Васильевна окончила в 1998 г. Ивановскую химико-технологическую академию, инженер кафедры энергетики теплотехнологий и газоснабжения Ивановского государственного энергетического университета. Имеет около 10 печатных работ в области тепловых процессов в теплотехнологических установках.

E-mail: tevp@tvp.ispu.ru



## **О ВЛИЯНИИ ВЛАЖНОСТИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ДРЕВЕСИНУ, НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ**

Представлены результаты исследования влияния влажности и массовой доли неорганической части твердых бытовых отходов (ТБО) на температурный режим термической переработки, при которых не требуется предварительная подготовка ТБО и привлечение дополнительного источника энергии для их термического разложения. Определен диапазон влажности, при котором возможно термическое уничтожение ТБО.

*Ключевые слова:* твердые бытовые отходы, термическая переработка, температурный режим, влажность.

Твердые бытовые отходы, являющиеся отходами сферы потребления и образующиеся в результате бытовой деятельности населения, включают в себя пищевые отходы, стекло, металл, пластиковую упаковку, тряпье, древесину и продукты ее переработки (бумага, картон и т.д.).

Любые ТБО состоят из органической и неорганической субстанций и физической воды. Вода обуславливает такое важное свойство ТБО, как влажность. Органическая субстанция (горючая масса) при соответствующей подготовке или переработке является нетрадиционным возобновляемым источником энергии. Существующие способы переработки органической части ТБО мало изучены, в связи с чем эти исследования представляет особый интерес. При этом следует учитывать, что древесина и продукты ее переработки занимают примерно 36 % в элементарном составе органической части ТБО.

Среднестатистический морфологический состав ТБО приведен в табл. 1 [1].

Таблица 1

Отходы	Процентное соотношение компонентов	
	ТБО в целом	Органическая часть ТБО
Металл	4,5	–
Бумага	22	34,0
Древесина	1,5	2,0
Текстиль	5,5	–
Пластмасса	2,0	3,5
Резина, кожа	1,5	–
Пищевые отходы	35	54,0
Стекло	7,5	–
Керамика, камни	1,5	–
Полимерная пленка	4,0	6,5
Кости	1,0	–
Прочее	14,0	–
<i>Итого</i>	100,0	100,0

Соотношение органической и неорганической составляющих ТБО не постоянно и зависит от целого ряда факторов, к которым относятся время года, климатические условия, степень благоустройства зданий и др. При выборе метода и технологии обезвреживания ТБО необходимо иметь полную информацию о морфологическом составе и теплотехнических свойствах среднестатистических ТБО [4].

Твердые бытовые отходы опасны в санитарно-гигиенических и пожарных отношениях, являются благоприятной средой для развития патогенной микрофлоры, питательной средой для насекомых и грызунов – переносчиков инфекций. В условиях достаточного снабжения кислородом начинается аэробное разложение ТБО, сопровождающееся саморазогревом внутренних слоев до температуры 70...90 °С. При этом верхний слой быстро высыхает и легко воспламеняется. При большой увлажненности (85...95 %) и недостатке кислорода начинается анаэробное разложение ТБО с выделением сероводорода и таких соединений, как индол и скатол. Выделяющаяся при этом влага приводит к загрязнению почвы и грунтовых вод. Таким образом, проблема полного уничтожения ТБО актуальна, прежде всего, с точки зрения их отрицательного воздействия на окружающую среду. Кроме того, ТБО – это богатый источник вторичных энергоресурсов и «бесплатный» энергоноситель, из которого можно выделить газообразное топливо.

Известен ряд методов хранения и переработки ТБО: предварительная сортировка, санитарная земляная засыпка, биотермическое компостирование, термическая переработка (сухой пиролиз, огневая переработка).

В основу термической переработки (огневого метода) положен процесс высокотемпературного разложения и окисления токсичных компонентов отходов с образованием нетоксичных или малотоксичных дымовых газов и золы. В зависимости от химического состава отходов дымовые газы могут содержать  $SO_x$ , P,  $N_2$ , HCl и инертные газы.

Для достижения требуемой санитарно-гигиенической полноты обезвреживания отходов необходимо, как правило, расчетно-экспериментальное определение оптимальной продолжительности и температуры процесса. При этом большую роль играет влажность составляющих ТБО и массовая доля в них неорганической части.

Целью данного исследования является определение диапазона влажности и массовой доли неорганической части ТБО, при которых не требуются предварительная подготовка (сортировка и сушка) и привлечение дополнительных источников энергии для термической переработки.

В табл. 2 приведен элементный морфологический состав и теплотехнические свойства органической части ТБО [5].

Таблица 2

Отходы	Элементный состав, %						Удельная теплота сгорания (на сухую массу), кДж/кг
	Влажность	Углерод	Водород	Кислород	Азот	Зола	
Бумага:							
газетная	6,0	46,2	5,6	40,5	0,05	1,5	19 700
журнальная	4,5	31,5	4,8	36,8	0,07	22,2	12 700
картонная	5,2	41,5	5,4	42,8	0,09	4,8	17 300
упаковочная	3,5	57,2	8,9	29,0	0,12	1,2	27 200
Пищевые отходы	39,0	36,5	5,8	16,0	0,68	1,9	29 900
Пластмасса (ПВХ)	0,9	–	–	–	–	9,1	36 000

Из данных табл. 2 следует, что влажность различных компонентов ТБО изменяется в пределах 1...40 %. Поэтому преобладание компонентов с большей или меньшей влажностью будет способствовать либо интенсификации, либо замедлению процессов термообработки.

На рис. 1 представлено влияние влажности на калориметрическую температуру горения  $T_k = f(W)$  для основных компонентов ТБО, а также для «идеально» перемешанного ТБО среднего состава.

Если действительная температура горения ТБО меньше температуры воспламенения, то полное термическое уничтожение ТБО должно протекать с подводом энергии извне. Действительную температуру горения можно найти исходя из калориметрической температуры горения:

$$T_g = \eta T_k,$$

где  $\eta$  – пирометрический коэффициент, полученный на основе экспериментальных данных [7].

Пирометрический коэффициент зависит от температурного режима и конструкции установки, тепловых потерь в окружающую среду, теплотехнических свойств наружных ограждений, организации процесса горения и его интенсивности. Численные значения пирометрического коэффициента рекомендуется выбирать в диапазоне от 0,60 до 0,85 для менее и более теплотехнически совершенной установки соответственно [6].

Калориметрическая температура

$$T_k = \frac{(Q_n^p + q_{\text{физ}})}{(\sum V c_p)},$$

где  $Q_n^p$  – низшая теплота сгорания газа, кДж/м<sup>3</sup>;

$q_{\text{физ}}$  – теплосодержание газа и воздуха, отсчитываемое от 0 °С, кДж/м<sup>3</sup>;

$\sum V c_p$  – сумма произведений объемов и теплоемкостей компонентов продуктов полного сгорания 1 м<sup>3</sup> газа без избытка воздуха.

На рис. 2 представлено влияние влажности на калориметрическую температуру горения ТБО среднего морфологического состава.

Как видно из рис. 2, при средней температуре воспламенения 396 °С (с учетом доли неорганической части) для менее теплотехнически совершенной установки первичная влажность ТБО не должна превышать 5 %, для более теплотехнически совершенной – 50 %.

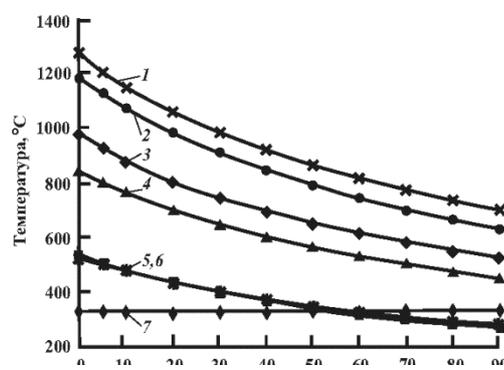


Рис. 1. Зависимость калориметрической температуры горения от влажности органической части ТБО: 1 – бумага газетная; 2 – журнальная; 3 – картонная; 4 – упаковочная; 5 – пищевые отходы; 6 – пластмасса (ПВХ); 7 –

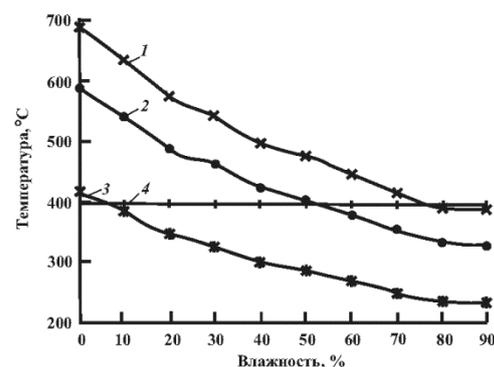


Рис. 2. Зависимость калориметрической температуры горения от влажности ТБО среднего морфологического состава: 1 – общая кривая ТБО; 2 и 3 – общая кривая для ТБО с коэффициентом 0,60 и 0,85 соответственно.

При удалении из ТБО неорганической части их первичная влажность может быть повышена до 40 % в первом случае и до 90 % во втором (рис . 1).

#### *Выводы*

1. Для среднего состава ТБО, при учете органической и неорганической частей, первоначальная влажность отходов должна быть не более 5 % при их сжигании в установках термической переработки без привлечения энергии извне.

2. В установках термической переработки ТБО, использующих предварительную подготовку по выделению из ТБО неорганической части, первоначальная влажность ТБО может быть повышена до 40 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубев Д.В., Пряхин В.Н. Использование ТБО в рамках системы обеспечения безопасности объектов АПК//Материалы междунар. науч.-практ. конф.. М., 2006.
2. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ.
3. Казанцев Е.И. Промышленные печи. М.: Металлургия, 1975. 367 с.
4. Краткий справочник физико-химических величин/под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя. Л.: Химия, 1974. 200 с.
5. Рекомендации по проектированию пунктов уничтожения твердых бытовых отходов в аэропортах. М.: 1984.
6. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. Л.:Недра, 1990. 762 с.
7. [www.bestreferat.ru/referat-91159/html](http://www.bestreferat.ru/referat-91159/html)

Поступила 15.11.10

***O.I. Gorinov, V.A. Gorbunov, O.B. Kolibaba, O.V. Samyshina***  
Ivanovo State Energy University

#### **Effect of the Moisture Content of Solid Household Wastes Containing Wood Fiber on the Temperature Regime of Thermal Processing**

The article presents the investigatory results of effect caused by the moisture content and mass fraction of inorganic component of solid household wastes on the thermal processing regime. Range of moisture content allowing thermal processing of the wastes without additional energy supply is specified.

*Key words:* solid household wastes, thermal processing, temperature regime, moisture content.

---