

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Администрация Белгородской области  
Управление Росприроднадзора по Белгородской области  
Департамент природопользования и охраны окружающей среды  
Белгородской области  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова  
Институт строительного материаловедения  
и техносферной безопасности  
Белгородский инженерно-экономический институт

**ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПРОЦЕССЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ**

**Международная  
научно-техническая конференция**

**Сборник докладов**

**Часть III**

(Белгород, 24—25 ноября 2015 г.)

Белгород  
2015

промышленность является одним из устойчиво работающих производственных комплексов российской экономики, однако высокая частота аварийных разрывов нефтепроводов, аварии танкеров и иных транспортных средств доставки нефти, крупномасштабные аварийные разливы нефти при добыче и переработке не могут не вызывать тревогу.

### **Библиографический список**

1. Природные богатства: сайт Природные богатства, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.oilngases.ru/neft/istoriya-dobichi-pervoie-nefti.html> (дата обращения: 10.10.2015)
2. Ежедневная интернет-газета «Экологическая правда»: сайт Ежедневная интернет-газета «Экологическая правда», [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eco-pravda.ru/page.php?id=8239> (дата обращения 10.10.2015)
3. Глаголева Н.Н, Матвеева О.П. Экологическая безопасность как фактор экономического развития страны// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №5. С. 286-289.
4. Фетисов Д. Д, Свергузова С. В. Влияние нефтегазовых комплексов на объекты окружающей среды // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №4. С. 192-194.
5. Орлов А. В, Юрлов Ф. Ф. Анализ состояния и прогноз развития нефтяной промышленности России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. №. 3. С. 122-125.

**УДК 504.054: 628.474.3**

<sup>1</sup>Шенин Н.Т., ген. дир.

<sup>2</sup>Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.

<sup>1</sup>Веровкин О.В.

*1 – ООО «ТК "Экотранс"», г. Белгород;*

*2 - БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПРИ СЖИГАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ОТХОДОВ В ПИРОЛИЗНОМ КОТЛЕ**

Одним из методов утилизации отходов древесины, как первичных (образующихся в результате рубки и чистки зелёных насаждений), так и вторичных (отходов деревообрабатывающей отрасли, строительства и содержащихся в крупногабаритном мусоре), является их сжигание, Это позволяет уменьшить объем отходов для дальнейшего захоронения и одновременно получать теплоту для целей отопления [1].

Целью работы являлось оценить величину выбросов вредных веществ при сжигании отходов различного вида в пиролизном котле.

Действующая котельная, на которой проводились испытания, расположена в ООО «ТК "Эконтрас"» (г. Белгород, ул. Серафимовича, 72) и предназначена для выработки горячей воды на нужды отопления двух административных зданий предприятия площадью 600 и 1900 м<sup>2</sup>.

Котёл типа «КО-100» (рис. 1) представляет цельносварную конструкцию из стали, которая состоит из двух камер сгорания. Нижняя камера – камера газификации, в которой при ограниченном поступлении кислорода и высокой температуре топливо разлагается твёрдую фракцию и летучую часть. Верхняя камера предназначена для дожигания выделившегося газа.

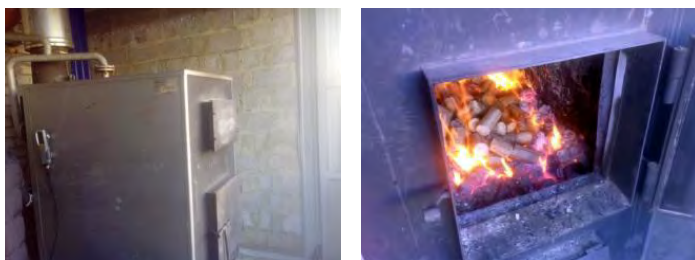


Рис. 1. Пиролизный котёл.

Пиролизный котёл позволяет обеспечить длительное горение одной закладки топлива и возможность использования в качестве топлива крупных неизмельчённых фрагментов отходов.

Согласно паспортным данным тепловая мощность котла 100 кВт, КПД 80-90%, объём топки 0,65 м<sup>3</sup>, вес котла 950 кг, расход топлива 0,36 м<sup>3</sup>/сутки.

При проведении замеров использовались как целно кусковые элементы древесины и шпал, так и брикеты, представляющие собой цилиндры диаметром 50 мм, длиной 100-200 мм, плотностью 800 кг/м<sup>3</sup>, получаемые прессованием измельчённой и дроблённой древесины [2, 3]. В котле сжигались следующие виды топлив:

- железнодорожные шпалы;
- древесина (сосна);
- отходы древесины (окна, двери, мебель);
- древесные брикеты;
- брикеты из сортированных твёрдых бытовых отходов (RDF-топливо);
- брикеты из смеси древесины и RDF-топлива.

Во время проведения теплотехнических испытаний котла [1], при которых проводилось измерение температур газов и нагреваемой

Таблица 1

Концентрации вредных веществ, мг/м<sup>3</sup>

Топливо	NO <sub>2</sub>	NO	CO	CH <sub>4</sub>	Фенол	Бензол	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	HCl
Результаты измерений проб, взятых в газоходе за котлом									
Шпалы	12,2	11,4	123	237	<0,0015	99,1	6,44	1,97	0,472
Древесина (сосна)	0,5	0,5	204	203	0,786	<2,5	<0,025	<0,0015	1,73
Отходы древесины (окна, двери, мебель)	8,9	53,6	267	2328	12	166	4,71	14,6	0,326
Древесные гранулы	11,6	13,6	267	1095	0,777	<2,5	<0,025	0,898	1,6
RDF-топливо	0,9	6,6	94,1	1686	0,063	29,7	<0,025	7,88	0,151
Смесь древесных гранул и RDF-топлива	8,6	57,3	267	1164	<0,0015	65,3	<0,025	9,1	0,874
Расчётная приземная концентрация									
Шпалы	0,0001	0,0001	0,001	0,002	<0,013·10 <sup>-6</sup>	0,0009	57,4·10 <sup>-6</sup>	17,6·10 <sup>-6</sup>	4,2·10 <sup>-6</sup>
Древесина (сосна)	4,5·10 <sup>-6</sup>	4,5·10 <sup>-6</sup>	0,002	0,002	7·10 <sup>-6</sup>	<22,3·10 <sup>-6</sup>	<0,223·10 <sup>-6</sup>	<0,013·10 <sup>-6</sup>	1,54·10 <sup>-6</sup>
Отходы древесины (окна, двери, мебель)	79,4·10 <sup>-6</sup>	0,0005	0,002	0,021	0,0001	0,0015	42·10 <sup>-6</sup>	130,2·10 <sup>-6</sup>	2,9·10 <sup>-6</sup>
Древесные гранулы	0,0001	0,0001	0,002	0,010	6,9·10 <sup>-6</sup>	<22,3·10 <sup>-6</sup>	<0,223·10 <sup>-6</sup>	8·10 <sup>-6</sup>	1,43·10 <sup>-6</sup>
RDF-топливо	8·10 <sup>-6</sup>	58,9·10 <sup>-6</sup>	0,001	0,015	0,6·10 <sup>-6</sup>	0,0003	<0,223·10 <sup>-6</sup>	70,3·10 <sup>-6</sup>	1,3·10 <sup>-6</sup>
Смесь древесных гранул и RDF-топлива	76,7·10 <sup>-6</sup>	0,0005	0,002	0,010	<0,013·10 <sup>-6</sup>	0,0006	<0,223·10 <sup>-6</sup>	81,2·10 <sup>-6</sup>	7,8·10 <sup>-6</sup>
Предельно-допустимые концентрации [6]									
В атмосферном воздухе населённых мест:									
максимально разовая	0,085	0,4	5		0,01	0,3	0,5	0,035	–
среднесуточная	0,04	0,06	3		0,003	0,1	0,05	0,003	
В воздухе производственных помещений	2	5	20	7000	0,1	15(5)	10	0,5	5

воды, расхода воды и состава газов, было установлено, что КПД котла в устойчивом режиме работы составляет 64-74%, что ниже паспортных значений. Температура газов после котла составляла при различных режимах работы от 300 до 620°C. Топливо в котле сгорало полностью, о чем свидетельствует низкое значение СО в отходящих газах.

Испытания проводились в течение 3-х дней с определением содержания в газах, выходящих из котла, следующих соединений: оксида углерода, метана, фенола, бензола, сернистого ангидрида, формальдегида, хлористого водорода. Измерения проводились специалистами департамента природопользования и охраны окружающей среды

Белгородской области с использованием многокомпонентного переносного газоанализатора ГАНК-4.

По результатам измерений (табл. 1) согласно методике [5] было рассчитано максимальное значение приземной концентрации вредных веществ для условный выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем. При расчёте использованы следующие данные: высота устья газохода над уровнем поверхности 10 м; диаметр устья газохода 0,25 м; температура газов в устье 200°C; температура окружающей среды 0°C; средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса 1 м/с.

Полученные значения были сравнены с предельно-допустимой концентрацией (ПДК) вредных веществ, приведённых в нормах [6]. По всем определяемым показателям расчётная приземная концентрация вредных веществ не превышает ПДК. В большинстве случаев она значительно ниже допустимых значений. Это подтверждает приводимое в ряде источников утверждение, что преимущество пиролиза по сравнению с непосредственным сжиганием отходов заключается в значительном уменьшении выбросов [7]. Кроме того процесс пиролиза позволяет перерабатывать широкий ряд отходов, трудно поддающиеся утилизации (автопокрышки, пластмасса, отработанные масла), образующая зола имеет высокую плотность, а используемое оборудование имеет небольшую мощность. Но следует отметить, что в работе не определялось содержание диоксинов.

### **Библиографический список**

1. Головкин С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов DJVU. М.: Лесн. пром-сть, 1987. 224 с.
2. Трубаев П.А., Тарасюк П.Н., Филатов В.И., Гришко Б.М. Тепло-технические испытания пиролизного котла // Инновационные техноло-

гии в энергетике: сб. статей II Межд. научно-практ. конф. Вып. II. Пенза: ПДЗ, 2014. С. 98-101.

3. Глаголев С.Н., Севостьянов В.С., Свергузова С.В. и др. Технологические комплексы и оборудование для переработки техногенных материалов // Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 10. С. 198-200.

4. Глаголев С.Н., Севостьянов В.С., Гридчин А.М. и др. Ресурсо-энергосберегающие модули для комплексной утилизации техногенных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. № 6. С. 102-106.

5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Утв. Госкомгидрометом СССР 04.08.1986, пр. № 192.

6. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». Утв. Минздравом РФ 21.05.2003 г. с изменениями от 3.11.2005 г. и 4.02.2008 г.

7. Коровин И.О. Исследование пиролизной утилизации углеродсодержащих твердых бытовых отходов. Дисс ... канд. техн. наук. Тюмень, 2003. 159 с.

**УДК 628.475.7**

**Щекин И.И., асп.**

**Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.**

**Струков А.В., студ.**

*(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)*

## **ПРОЕКТ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СВАЛОЧНОГО ГАЗА**

На сегодняшний день в мире производится в среднем 550-660 млн. тонн твердых бытовых отходов в год. Существенная часть этих отходов, а именно 90%, захороняются на свалках и полигонах и лишь 10% подлежат последующей вторичной переработке или сжиганию.

В результате анаэробного (без доступа кислорода) разложения органических отходов образуется в основном метан (50 – 75%) и углекислый газ (25 – 50%). Потенциальное влияние метана на глобальное изменение климата в 23-25 раза больше влияния CO<sub>2</sub>, поэтому утилизация метана является одним из важных способов предотвращения глобального потепления. Свалочный газ используют в качестве топлива для производства электроэнергии, тепла или пара, или в качестве автомобильного топлива (рис. 1) [1, 2].