

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

 /А.А. Ермаков/

«» 4 2011 г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по проведенным испытаниям при сжигании каменного угля и торфяного брикета
на отопительной котельной, расположенной по адресу:

Владимирская область, г. Юрьев-Польский, ул. 1 Мая, д. 78

Ведущий проект-менеджер

Инженер – конструктор

 А.Е. Комраков

 А.С. Кочетков

г. Владимир 2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Содержание	стр.2
2. Аннотация	стр.3
3. I. Краткая характеристика объекта	стр.4
4. II. Условия проведения испытаний	стр.7
5. III. Ход проведения испытаний	стр.8
6. IV. Условия хранения топлива	стр.9
7. V. Расчеты. Анализ дымовых газов и определение КПД котельного агрегата методом обратного баланса	стр.10
8. Таблица результатов измерений при сжигании каменного угля	стр.14
9. Результаты теста дымовых газов при сжигании каменного угля	стр.16
10. Таблица результатов измерений при сжигании торфяного брикета	стр.21
11. Результаты теста дымовых газов при сжигании торфяного брикета	стр.23
12. VI. Сводная таблица результатов проведения испытаний по сжиганию каменного угля и торфяного брикета	стр.26
13. Выводы	стр.28
14. Тепловизионная съемка	стр.33
15. Список используемой литературы	стр.38
16. Приложение 1. Свидетельство о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства	стр.39
17. Приложение 2. Сертификат качества на торфяной брикет	стр.42
18. Приложение 3. Сертификат качества на каменный уголь	стр.43
19. Приложение 4. Свидетельство о поверке тепловизора Testo 881-2	стр.44
20. Приложение 5. Свидетельство о поверке газоанализатора Testo 340	стр.45

АННОТАЦИЯ

Цель: провести опытное сжигание каменного угля (используется в качестве основного топлива) и торфяного брикета при использовании одного котлового агрегата для определения технико-экономических показателей и их сравнительного анализа.

Заказчик: ЗАО «ЭНБИМА Групп»

Исполнитель: ООО «НЕСЕН Инжиниринг», имеющее свидетельство на право проведения пуско-наладочных работ №0414,00-2011-3328472627-С-107 от 01.11.2011 г. (Приложение 1).

Технический отчет составлен на основе результатов испытаний по сжиганию каменного угля и торфяного брикета на котельном агрегате с П-образным расположением экранных труб, работающем на твердом топливе, расположенном в отопительной котельной по адресу: Владимирская область, г. Юрьев-Польский, ул. 1 Мая, д. 78. Паспорт на котел отсутствует, суточные ведомости не ведутся, ремонтный журнал не ведется. По конструкции топочного пространства и расположению экранных труб аналогичен котлу «Универсал-6».

Вырабатываемое тепло предназначено для теплоснабжения здания детского сада №5 г.Юрьев-Польский. Система отопления выполнена по закрытой зависимой схеме.

В результате проведенных испытаний определено: количество выработанной тепловой энергии, КПД котельного агрегата, тепловые потери котла и удельные расходы условного и натурального топлива затраты на электроэнергию при работе котельного агрегата на каждом из видов топлива.

В техническом отчете представлены все необходимые данные для объективного сравнительного анализа эффективности использования того или иного вида топлива, а также для разработки мероприятий по дальнейшей экономии топлива и тепловой энергии.

Сделаны выводы о возможности эффективной эксплуатации котлоагрегата при использовании в качестве основного топлива торфяного брикета.

I. Краткая характеристика объекта

Действующая котельная, на которой проводились испытания (Рис.1), расположена во Владимирской области, г. Юрьев-Польский, ул. 1 Мая, д. 78 и служит для выработки горячей воды на нужды отопления детского сада №5, который располагается в 50 м от котельной.

Характеристика котельной

Система теплоснабжения	Закрытая
Вид топлива	Каменный уголь
Наличие ГВС (горячего водоснабжения)	Нет
Наличие ХВО (химической водоочистки)	Нет
Расход топлива (устная информация)	2009/2010 г. – 165 тонн/год
Наличие проектной документации	Отсутствует
Наличие суточной ведомости	Отсутствует
Наличие оперативного, ремонтного журнала	Отсутствует
Персонал:	
Количество человек	3
По сменам	1
Средняя заработная плата	4600 руб. (МРОТ)
Последний капитальный ремонт котла №1	2006 г.
Текущий ремонт котла №1 (на котором проводились испытания)	2011 г.
Потребители	Детский сад №5, общая площадь отапливаемого помещения 1076,9 м ² , объем отапливаемого помещения 4519 м ³



Рис.1. Фотография объекта (котельной), на которой проводились испытания.

В котельной установлено 2 котла аналогичные котлу «Универсал-6» с П-образным расположением экранных труб. Испытания проводились на котле №1 (Рис.2). При этом котел №2 не работал. Техническая документация на котлы отсутствует.



Рис.2. Фотография котла, на котором проводились испытания.

На футеровке котла, на котором проводятся испытания, имеются трещины.

В качестве сетевых насосов используются насосы 1K20/30 в количестве 2 штук (Насос №1 – в работе, насос №2 – в резерве) со следующими параметрами (согласно паспорту):

Мощность двигателя – 4,0 кВт

Производительность – 20 м³/ч

Напор – 30,8 м вод. ст.

При проведении испытаний на каждом из видов топлива использовался сетевой насос №1
Технические характеристики используемого насоса приведены на рисунке 3.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСА ТИПА "К"

Таблица № 1

Марка насоса	Диаметр рабочего колеса	Подача		Полный напор Н м в ст.	Допустимая вакууметр. высота всас. м в ст.	Мощность в кВт/ч		К.П.Д. насоса в проц.	Тип основного эл. двигателя*
		м ³ /час	л/сек.			на валу насоса	эл. двигателя (рекомендуемая)		
1 K8/18	128+1,5	6	1,6	20,3	6,6	0,7		44	АИР80А ₂ У3
		11	3,0	17,4	6,7	0,9		57	
		14	3,9	14,0	6,0	1,0	1,5	53	
1 K8/18а	115+1,5	5	1,4	16	6,5	0,6		38	АИР80А ₂ У3
		9,5	2,6	14,2	6,9	0,7	1,5	52	
		13,5	3,8	11,2	6,1	0,9		50	
1 K20/18	128+1,5	11	3	21	8,0	1,1		56	АИР80В ₂ У3
		20	5,5	18,5	6,8	1,5	2,2	68	
		22	6,1	17,5	6,4	1,6		66	
1 K20/18а	118+1,5	10	2,8	16,6	8,1	0,8		54	АИР80В ₂ У3
		17	4,7	15	7,3	1,1	2,2	65	
		21	5,8	13,2	6,6	1,2		63	
1 K20/30	162+1,5	10	2,8	34,5	8,7	1,8		50,6	АИР100S ₂ У3
		20	5,5	30,8	7,2	2,7	4,0	62	
		30	8,3	24,0	5,7	3,1		63,5	
1 K20/30а	148+1,5	10	2,8	28,5	8,7	1,4		54,5	АИР100S ₂ У3
		20	5,5	25,2	7,2	2,1	4,0	65,6	
		30	8,3	20	5,7	2,6		64	
2 K20/306	132+1,5	10	2,8	22	8,7	1,2		54,9	АИР100S ₂ У3
		20	5,5	18,0	7,2	1,6	4,0	65	
		25	6,9	16,4	6,6	1,7		64	

Рис.3. Технические характеристики сетевых насосов (фотография паспорта на насос 1K20/30)

При работе насосного агрегата наблюдается шум и вибрации, что свидетельствует о нарушении нормального технического обслуживания оборудования. Имеются подтеки масла и оторванные вращающиеся механизмы (Рис.4).



Рис.4. Фотография сетевого насоса №2.

II. Условия проведения испытаний

1. Наличие сертификатов на сжигаемое топливо:
 - Уголь каменный – сертификат качества №507 от 01.05.2011 г. Производитель – ОАО«Сибирская угольная Энергетическая компания» (Приложение 3)
 - Торфяной брикет – сертификат испытаний №1005289R от 26.05.2010 г. Производитель – ЗАО«ЭНБИМА Групп» (Приложение 2)
2. Предварительная чистка котла (топки и подколосниковой зоны).
3. Проведение испытаний на одном и том же котельном агрегате с использованием одного и того же сетевого насоса 1K20/30.
4. Проведение испытаний не менее 2 часов после выхода котла на номинальный режим.

Заказчик: ЗАО «ЭНБИМА Групп».

Цель проведения испытаний:

Провести сравнительный анализ по сжиганию каменного угля и торфяного брикета и сформулировать вывод с точки зрения экономичности и эффективности сжигания данных видов топлива, а также целесообразности использования того или иного вида топлива на данном виде котельного агрегата с учетом местных условий.

Состав специалистов ООО «НЕСЕН Инжиниринг», проводивших испытания:

1. Сорокин Роман Николаевич – генеральный директор
2. Ермаков Александр Александрович – технический директор
3. Комраков Александр Евгеньевич – ведущий проект-менеджер
4. Кочетков Алексей Сергеевич – инженер-конструктор компании

Представитель владельца котельной: Скотников Роман Валерьевич – начальник хозяйственного-ремонтного эксплуатационного участка Управления образования Юрьев-Польского района.

Приборы, использовавшиеся для проведения измерений:

1. Газоанализатор TESTO 340 (свидетельство о поверке в приложении к отчету)
2. Пирометр TESTO 845 (серийный номер 01333130)
3. Тепловизор TESTO 881-2 (свидетельство о поверке в приложении к отчету)

III. Ход проведения испытаний

После выполнения условий проведения испытаний производится:

1. Измерение массы загрузки топлива
2. Вывод котла на номинальный режим (температура сетевой воды после котла №1 в соответствии с температурным графиком)
3. Измерение следующих параметров (каждые 10 мин.):
 - температура воды в прямом трубопроводе ($T_{пр.}, ^\circ\text{C}$);
 - температура воды в обратном трубопроводе ($T_{обр.}, ^\circ\text{C}$);
 - давление воды в прямом трубопроводе ($P_{пр.}, \text{кгс/см}^2$);
 - давление воды в обратном трубопроводе ($P_{обр.}, \text{кгс/см}^2$);
 - расход воды через котел трубопроводе ($G_{в.}, \text{м}^3/\text{ч}$).
4. Измерение следующих параметров каждый час:
 - температура уходящих газов ($T_{ух.}, ^\circ\text{C}$);
 - состав уходящих газов ($\text{O}_2, \text{CO}, \text{CO}_2, \text{NO}_x$).

Характеристики каменного угля и торфяного брикета (данные сертификатов качества)

Таблица 1

№ п/п	Параметры	Каменный уголь	Брикетный торф
1	Низшая теплотворная способность, ккал/кг	5604	4124
2	Влажность, %	13,8	13,85
3	Выход летучих веществ, %	42	54,94
4	Зольность, %	11,2	5,37
5	Массовая доля серы, %	0,47	0,11
6	Геометрические характеристики топлива	Размер кусков 50-200мм	Цилиндрической формы длиной 50-100 мм и диаметром 78 мм
7	Стоимость 1 тонны топлива с транспортировки до котельной, руб.	4400	4640

Время проведения испытаний:

Таблица 2

	1 день испытаний	2 день испытаний
Дата проведения испытаний	24.11.2011 г.	25.11.2011 г.
Время проведения испытаний (на номинальном режиме)	11:50 – 16:50 (5 часов)	10:30 – 17:50 (7часов 20минут)
Вид топлива	Каменный уголь	Торфяной брикет

После проведения испытаний на одном из видов топлива производится:

1. планомерный останов котельного агрегата,
2. извлечение золы и шлака из топочного и подколосникового пространства, и их взвешивание;
3. определение потребления электрической энергии согласно показаниям электрического счетчика Меркурий 230АМ-02 400V 100А.

IV. Условия хранения топлива

1. Уголь хранится на открытой площадке рядом с отопительной котельной и подвержен воздействию атмосферных осадков. Размеры кусков каменного угля не соответствуют заявленным в сертификате. На фотографии (рис.5) иллюстрируется наличие мусора, камней и посторонних предметов в составе каменного угля.



Рис.5. Фотография склада каменного угля.

2. Торфяной брикет упакован в биг-бэг (полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем для защиты от влаги), что способствует сохранению физико-химических свойств топлива при условии хранения на открытых площадках.

V. Расчеты

Анализ дымовых газов и определение КПД котельного агрегата методом обратного баланса

1. Расчет коэффициента избытка воздуха

При полном сгорании топлива коэффициент избытка воздуха рассчитывается по отношению азота, содержащегося в сухих продуктах сгорания, к азоту, сопутствующему кислороду, израсходованному на горение топлива $N_2 - N_2$. Следовательно коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2} \cdot K_a = \alpha_{np} \cdot K_a$$

где K_a – поправочный коэффициент (определяется по рис.6 по $\alpha_{np} = RO_{2max}/RO_2$);

α_{np} – приближенное значение коэффициента избытка воздуха.



Рис.6. График определения K_a : 1, 2, 3 – соответственно все виды твердого топлива, жидкое и газообразное топливо

2. Потери тепла с уходящими газами

Потеря теплоты с уходящими газами

$$q_2 = (k \cdot \alpha_{yx} + c) \cdot (t_{yx} - \frac{\alpha_{yx}}{\alpha_{yx} + b} \cdot t_{xb}) \cdot (1 + 0,013 \cdot \frac{(t_{yx} - 150)}{100}) \cdot (1 - \frac{q_4}{100}), \%$$

где k , c , b – коэффициенты, зависящие от сорта и приведенной влажности топлива (табл.3):

Для каменного угля:	$k = 3,55$	Для торфяного брикета:	$k = 3,49$
	$c = 0,50$		$c = 0,91$
	$b = 0,16$		$b = 0,29$

t_{yx} – температура уходящих продуктов горения, °С;

α_{yx} – коэффициент избытка воздуха;

$t_{х.в.}$ – температура воздуха, забираемого дутьевым вентилятором, о С;

q_4 – суммарная потеря теплоты от механической неполноты сгорания,%.

Значения коэффициентов в формуле потери теплоты с уходящими газами

Таблица 3

Топливо	k	c	в
Мазут	$3,494+0,020 W^{np}$	$0,437+0,04 W^{np}$	0,13
Природный газ	3,52	0,63	0,18
Попутный газ	3,52	0,62	0,18
Антрацит и полуантрацит	$3,50+0,02 W^{np}$	$0,32+0,04 W^{np}$	0,11
Тощие угли	$3,50+0,02 W^{np}$	$0,32+0,04 W^{np}$	0,12
Каменные угли	$3,50+0,02 W^{np}$	$0,40+0,04 W^{np}$	0,16 при $W^{np} \leq$ или $0,12 + 0,14 W^{np}$ при $W^{np} > 3$
Бурые угли	$3,46+0,021 W^{np}$	$0,50+0,042 W^{np}$	$0,16+ 0,011 W^{np}$
Сланцы	$3,45+0,021 W^{np}$	$0,65+0,043 W^{np}$	$0,19+ 0,012 W^{np}$
Торф	$3,42+0,021 W^{np}$	$0,76+0,044 W^{np}$	$0,25+ 0,011 W^{np}$
Дрова	$3,33+0,020 W^{np}$	$0,80+0,044 W^{np}$	$0,25+ 0,01 W^{np}$

W^{np} – приведенная влажность

$$W_{np \text{ угля}} = \frac{W^x}{Q^x} \cdot 1000 = \frac{13,8}{5604} \cdot 1000 = 2,46\%$$

$$W_{np \text{ торфа}} = \frac{W^x}{Q^x} \cdot 1000 = \frac{13,85}{4124} \cdot 1000 = 3,36\%$$

3. Потери теплоты с химическим недожогом

Потеря теплоты от химической неполноты сгорания для всех видов твердого топлива

определяется как

$$q_3 = a (\alpha_{yx} - \rho) \cdot Q_{пр.г.} \cdot (1 + 0,0006 W^{np}) \cdot (1 - 0,01 q_4) \cdot 10^{-3}, \%$$

где а – теоретически необходимый удельный расход воздуха на 4168 кДж теплоты при полном сгорании 1 кг сухого топлива;

для антрацита, мазута, бурого угля, торфа а = 1,1;

α^{yx} – коэффициент избытка воздуха;

ρ – поправочный коэффициент;

Для твердого топлива $\rho = 0,02$

$Q_{пр.г}$ – теплота сгорания горючих компонентов, содержащихся в сухих продуктах горения, кДж/м³.

$$Q_{пр.г} = 126,4CO + 108H_2 + 358,2CH_4 + Q_{сп\ нм} \cdot C_{нм}, \text{ кДж/м}^3$$

где CO, H₂, CH₄, C_{нм} – содержание в продуктах горения, %;

4. Потери теплоты в окружающую среду

$$q_5 = q_{5ном} \frac{Q_{ном}}{Q_{факт}} \%, \text{ где:}$$

$q_{5ном}$ – потери тепла в окружающую среду при номинальной производительности;

$Q_{ном}$ – номинальная теплопроизводительность (Гкал/ч);

$Q_{факт}$ – фактическая теплопроизводительность (Гкал/ч).

$q_{5ном}$ принимают по обобщенной кривой (рис. 7).

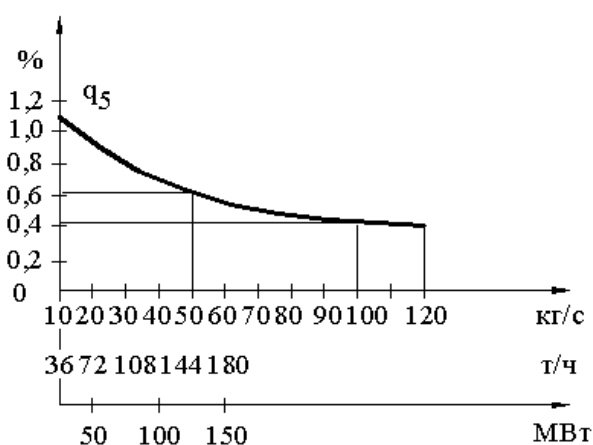


Рис.7. График определения потерь теплоты в окружающую среду

Величина полезно используемой теплоты или тепловая мощность котла

$$Q_k = G_k \cdot \Delta t \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал/ч, где:}$$

Δt – разность температур теплоносителя

G_k – расход воды через котел, м³/ч

5. Удельный расход условного топлива на выработку 1 Гкал:

1 кг условного топлива соответствует 7000 ккал, или $7 \cdot 10^{-3}$ Гкал. Следовательно идеальный (при КПД = 100%) удельный расход условного топлива на выработку 1 Гкал теплоты равен:

$$H_{уд} = \frac{1}{7 \cdot 10^{-3}} = 142,857 \text{ кг у.т./Гкал}$$

Практически:

$$H = \frac{H_{уд}}{\eta_{ка}^{бр}} = \frac{142,857}{\eta_{ка}^{бр}} \text{ кг / Гкал}$$

где $\eta_{ка}^{бр}$ - КПД котла.

6. Удельный расход натурального топлива на выработку 1 Гкал:

1 кг натурального топлива соответствует 5604 ккал, или $5,604 \cdot 10^{-3}$ Гкал. Следовательно, идеальный (при КПД = 100%) удельный расход натурального топлива на выработку 1 Гкал теплоты равен:

$$H_{уд} = \frac{1}{5,604 \cdot 10^{-3}} = 177,305 \text{ кг/Гкал}$$

Практически:

$$H = \frac{H_{уд}}{\eta_{ка}^{бр}} = \frac{177,305}{\eta_{ка}^{бр}} \text{ кг / Гкал}$$

где $\eta_{ка}^{бр}$ - КПД котла.

7. Определение КПД котельного агрегата по обратному балансу

КПД котлоагрегата брутто при обратном балансе определяется так, разность между принятым за 100% израсходованной теплотой и суммой тепловых потерь:

$$\eta_{бр} = q_1 = 100 - (q_2 + q_3 + q_5), \% , \text{ где}$$

q_1 – полезно используемая теплота, %

q_2 – потери теплоты с уходящими газами, %

q_3 – потери теплоты от химического недожога, %

q_5 – потери теплоты в окружающую среду, %

Примечания к таблице «Результаты измерений при сжигании каменного угля»:

1. Показания, выделенные серым цветом, в расчетах не участвуют, т.к. в период с 11:00 до 11:40 был произведен планомерный останов котла, удаление золы и шлака из топки и подколосниковой зоны котла, а также загрузка взвешенного каменного угля и разогрев котельного агрегата до номинального режима.

2. * - Комиссией в составе 5 человек:

1. Сорокин Роман Николаевич – генеральный директор компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
2. Ермаков Александр Александрович – технический директор компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
3. Комраков Александр Евгеньевич – ведущий проект-менеджер компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
4. Кочетков Алексей Сергеевич – инженер-конструктор компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
5. Скотников Роман Валерьевич – начальник хозяйственного-ремонтного эксплуатационного участка Управления образования Юрьев-Польского района

в виду невозможности установить ультразвуковые приборы для определения расхода воды через котел решено принять расход воды равный $12\text{ м}^3/\text{ч}$, исходя из производительности сетевого насоса с учетом состояния трубопроводов сетевой воды.



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

24.11.2011 12:05:10	Дата / время
17,01	% O2
34	ппм СО
50	ппм NO
129	ппм SO2
53	ппм NOx
3,89	% CO2
207,9	°C ТГ
2,9	°C ТВ
61,1	% КПД
-	мБар Тяга
18,0	°C Т росы
-	мБар Δр2
-	м/с Скор.
-	м3/с Расход
-	кг/ч МСО
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

24.11.2011 13:20:46	Дата / время
18,56	% O2
153	ппм CO
14	ппм NO
49	ппм SO2
15	ппм NOx
2,37	% CO2
149,7	°C ТГ
1,7	°C ТВ
54,0	% КПД
-	мБар Тяга
17,4	°C Т росы
-	мБар Др2
-	м/с Скор.
0,0	м3/с Расход
-	кг/ч MCO
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

24.11.2011 14:13:47	Дата / время
18,84	% O2
254	ппм CO
13	ппм NO
54	ппм SO2
14	ппм NOx
2,09	% CO2
154,6	°C ТГ
0,2	°C ТВ
45,8	% КПД
-	мБар Тяга
17,3	°C Т росы
-	мБар Др2
-	м/с Скор.
-	м3/с Расход
-	кг/ч MCO
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

24.11.2011 15:10:27	Дата / время
18,11	% O2
264	ппм CO
27	ппм NO
121	ппм SO2
28	ппм NOx
2,80	% CO2
201,6	°C ТГ
1,6	°C ТВ
47,5	% КПД
-	мБар Тяга
17,5	°C Т росы
-	мБар Др2
-	м/с Скор.
0,0	м3/с Расход
-	кг/ч MCO
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

24.11.2011 16:03:26	Дата / время
18,51	% O2
289	ппм CO
38	ппм NO
104	ппм SO2
40	ппм NOx
2,41	% CO2
179,1	°C ТГ
2,3	°C ТВ
46,2	% КПД
-	мБар Тяга
17,4	°C Т росы
-	мБар Др2
-	м/с Скор.
0,0	м3/с Расход
-	кг/ч MCO
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111

Примечания к таблице «Результаты измерений при сжигании торфяного брикета»:

1. Показания, выделенные серым цветом, в расчетах не участвуют, т.к. в период с 22:00 до 10:00 следующего дня (25.11.2011 г.) загрузка торфяного брикета и измерения работы котельного агрегата производились обслуживающим персоналом котельной, а в период с 10:00 до 10:20 был произведен планомерный останов котла, удаление золы и шлака из топки и подколосниковой зоны котла, загрузка взвешенного торфяного брикета и разогрев котельного агрегата до номинального режима.
2. * - Комиссией в составе 5 человек:
 1. Сорокин Роман Николаевич – генеральный директор компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
 2. Ермаков Александр Александрович – технический директор компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
 3. Комраков Александр Евгеньевич – ведущий проект-менеджер компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
 4. Кочетков Алексей Сергеевич – инженер-конструктор компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг»
 5. Скотников Роман Валерьевич – начальник хозяйственного-ремонтного эксплуатационного участка Управления образования Юрьев-Польского района

в виду невозможности установить ультразвуковые приборы для определения расхода воды через котел решено принять расход воды равный $12\text{ м}^3/\text{ч}$, исходя из производительности сетевого насоса с учетом состояния трубопроводов сетевой воды.



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

25.11.2011 11:05:45	Дата / время
18,51	% O2
283	ппм CO
19	ппм NO
0	ппм SO2
20	ппм NOx
2,41	% CO2
140,2	°C ТГ
6,8	°C ТВ
59,4	% КПД
-	мБар Тяга
17,4	°C Т росы
-	мБар Δр2
-	м/с Скор.
0,0	м3/с Расход
-	кг/ч MCO
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "Энбима Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

25.11.2011 15:34:00	Дата / время
17,84	% O2
104	ппм CO
36	ппм NO
13	ппм SO2
38	ппм NOx
3,08	% CO2
158,4	°C ТГ
6,7	°C ТВ
63,6	% КПД
-	мБар Тяга
17,6	°C Т росы
-	мБар Др2
-	м/с Скор.
0,0	м3/с Расход
-	кг/ч MCO
-	кг/ч MNOx
-	кг/ч MSO2
111	1111



NESEN Engineering

ул. Вокзальная, д. 1а
г.Владимир
Телефон (4922)42-12-14
Факс (4922)42-12-14
Email neseneng@mail.ru
Internet www.neseneng.ru

Результаты теста дымовых газов

Заказчик

ЗАО "ЭНБИМА Групп"

Результаты

Средство измерения testo 340
Серийный номер 01749601

Топливо Каменный уголь

25.11.2011 16:45:48	Дата / время
18,38	% O ₂
148	ппм СО
33	ппм NO
10	ппм SO ₂
35	ппм NO _x
2,35	% CO ₂
173,9	°C ТГ
12,9	°C ТВ
48,8	% КПД
-	мБар Тяга
26,5	°C Т росы
-	мБар Δр2
-	м/с Скор.
-	м3/с Расход
-	кг/ч МСО
-	кг/ч MNO _x
-	кг/ч MSO ₂
111	1111

VI. Сводная таблица результатов проведения испытаний по сжиганию каменного угля и торфяного брикета

Таблица 6

№ п/п	Параметры	Каменный уголь	Торфяной брикет
1	Средняя разница температур (до и после котла), °С	8,5	9,9
2	Средняя температура воды после котла, °С (согласно температурному графику, °С)	65,8 (65)	55,5 (56)
3	Средняя температура воды до котла, °С	57,3	45,5
4	Температура наружного воздуха, °С	-2,6	1,1
5	Масса топлива, загруженного в топку котла, кг *	415,1	372,2
6	Выработанная тепловая энергия за время проведения испытаний, кВт (Гкал)*	676,2 (0,582)	1142,07 (0,982)
7	Масса золы и шлака, выгруженной из топки и подколосниковой зоны, кг	110,2	12
8	Средняя часовая мощность котла, кВт·ч	119,4	142,76
9	КПД котельного агрегата по обратному балансу, %	25,8	36,68
10	Потери теплоты с уходящими газами, %	50,6	42,15
11	Потери теплоты с химическим недожогом, %	20,7	18,86
12	Потери теплоты в окружающую среду, %	2,8	2,31
13	Средняя температура уходящих газов, °С	183,9	154,50
14	Масса топлива для выработки 1 Гкал тепла, кг	713	379
15	Стоимость 1 Гкал выработанного тепла (топливная составляющая), руб.	3137,2	1758,6
16	Стоимость топлива на весь отопительный период, руб.	726 000	406 960
17	Стоимость 1 тонны топлива, руб.	4400	4640

*Время проведения испытаний при сжигании каменного угля - 5 часов, а при сжигании торфяного брикета - 7 часов 20 минут.

Сравнительный анализ ведется по 11 основным параметрам:

1. Средняя температура воды после котла, °C
2. Средняя температура воды до котла, °C
3. Средняя разница температур (до и после котла), °C
4. Масса топлива, загруженного в топку котла, кг
5. Выработанная тепловая энергия за время проведения испытаний, кВт
6. Масса золы и шлака, выгруженной из топки и подколосниковой зоны, кг
7. Средняя часовая мощность котла, кВт·ч
8. КПД котельного агрегата по обратному балансу, %
9. Средняя температура уходящих газов, °C
10. Стоимость 1 Гкал выработанного тепла (топливная составляющая), руб.
11. Стоимость топлива на весь отопительный период, руб.

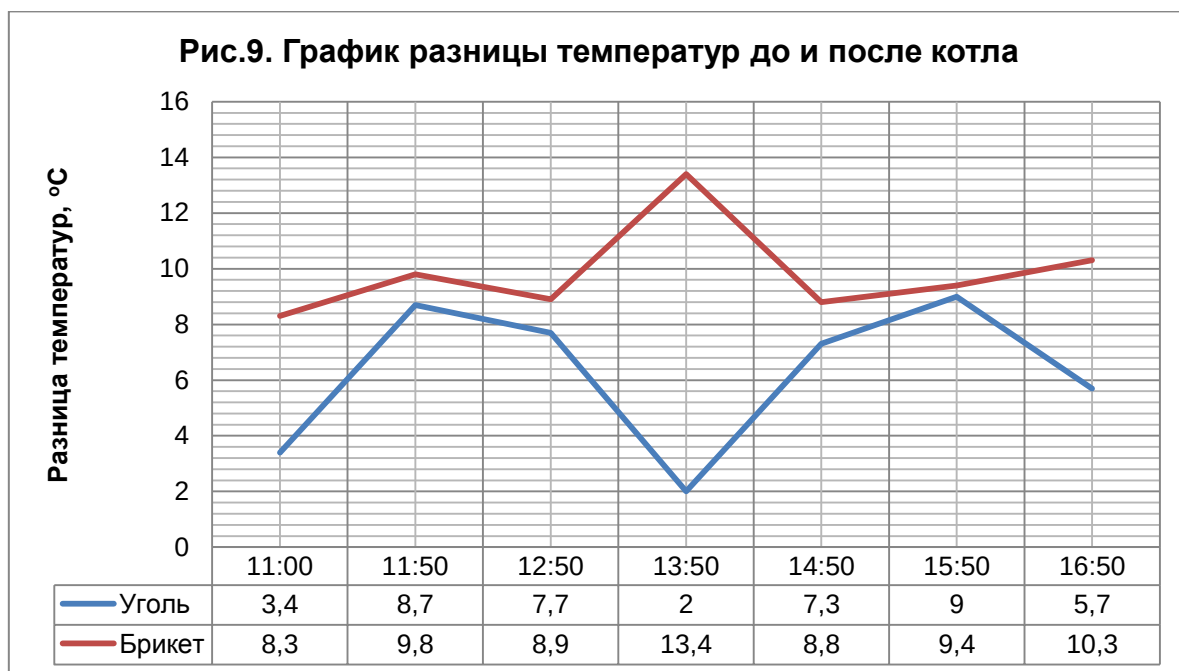
VII. Выводы

На основании полученных данных специалистами компании ООО «НЕСЕН Инжиниринг» произведен расчет основных параметров, указывающих на эффективность сжигания того или иного вида топлива, и пришли к следующим выводам:

1. Средняя температура воды после котла при сжигании каменного угля ($65,8^{\circ}\text{C}$) выше средней температуры воды при сжигании торфяного брикета ($55,5^{\circ}\text{C}$) на 15%.
2. Средняя температура воды до котла при сжигании каменного угля выше средней температуры воды при сжигании торфяного брикета на 20%.

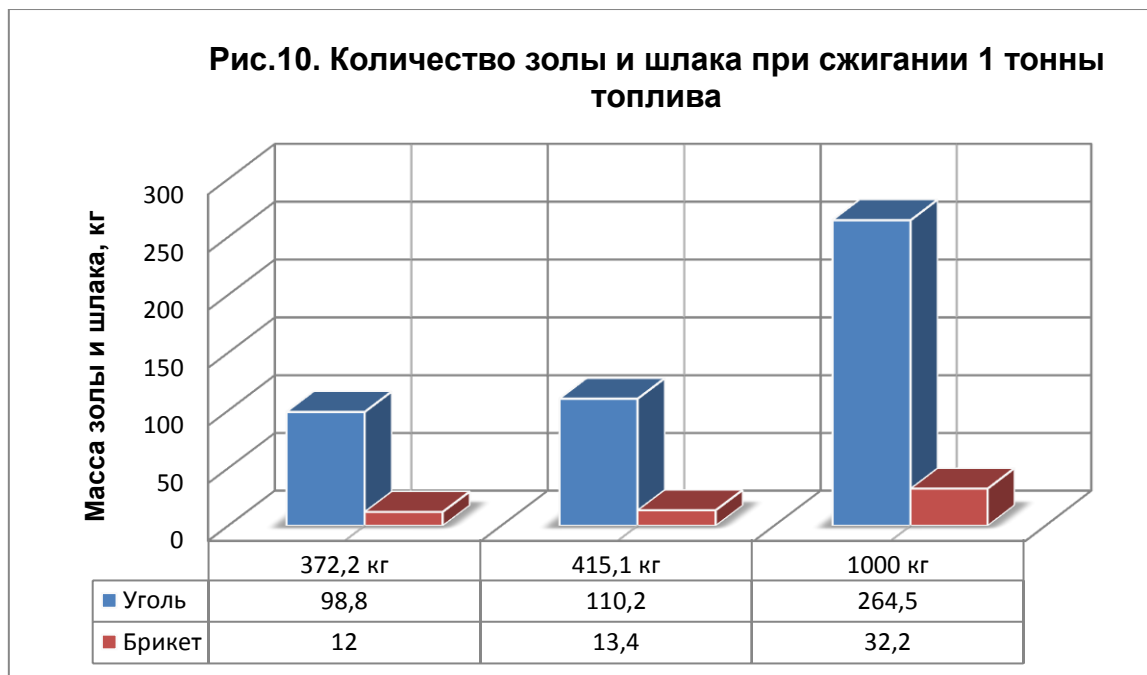
Высокая температура на прямом и обратном трубопроводах обусловлена температурой наружного воздуха. Испытания при сжигании каменного угля проводились 24.11.2011 г., средняя температура наружного воздуха составила минус $2,6^{\circ}\text{C}$. Испытания при сжигании торфяного брикета проводились 25.11.2011 г., средняя температура наружного воздуха составила плюс $1,1^{\circ}\text{C}$. Согласно температурному графику температура воды после котла при температуре наружного воздуха минус $2,6^{\circ}\text{C}$ должна быть 65°C , при температуре наружного воздуха плюс $1,1^{\circ}\text{C}$ должна быть 56°C .

3. Разность температур между прямым и обратным трубопроводом котла при сжигании торфяного брикета выше на $1,4^{\circ}\text{C}$ (рис.9).



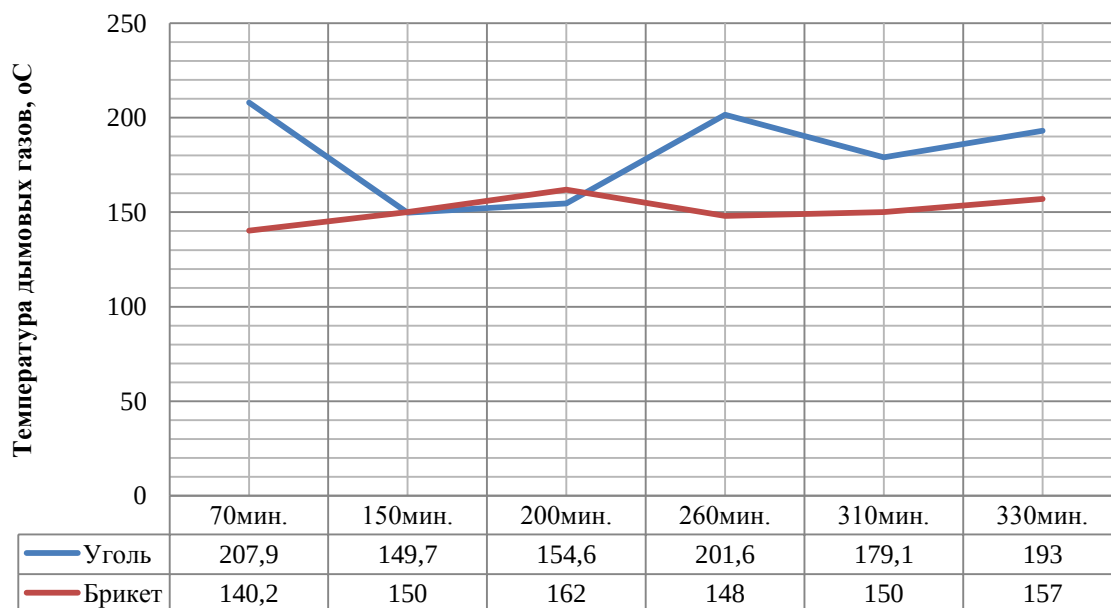
4. Масса каменного угля, загруженного в топку котла, превышает на 10% массу торфяного брикета. Испытания при сжигании каменного угля проводились в течение 5 часов, а при сжигании торфяного брикета в течение 7 часов 20 минут.

5. При сжигании 415,1 кг каменного угля образовалось 110,2 кг золы и шлака, что соответствует 26,5% от общей массы каменного угля, загруженного в топку котла.
- При сжигании 372,2 кг торфяного брикета образовалось 12 кг золы и шлака, что соответствует 3,2% от общей массы торфяного брикета, загруженного в топку котла (рис.10).



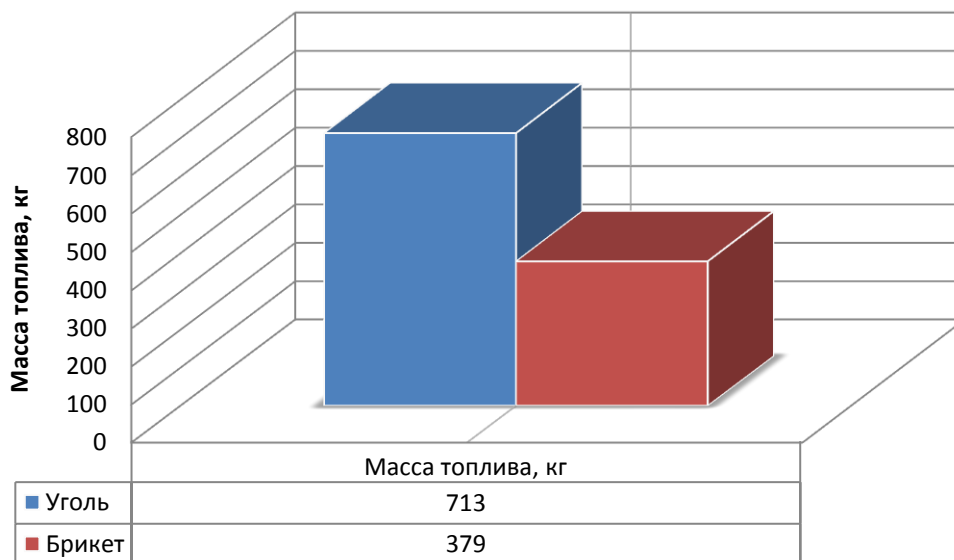
6. Средняя часовая мощность котла при сжигании каменного угля составляет 119,4 кВт·ч, что на 16% меньше средней часовой мощности котла при сжигании торфяного брикета.
7. Коэффициент полезного действия при сжигании каменного угля на котле с П-образным расположением экранных труб составляет 23,9%,; при сжигании торфяного брикета 34,60%. Расчет коэффициента полезного действия методом обратного баланса зависит от тепловых потерь. Наибольшими тепловыми потерями являются потери с уходящими газами, которые зависят от температуры уходящих газов и от коэффициента избытка воздуха. Значения коэффициента избытка воздуха при сжигании каменного угля и торфяного брикета одинаковы.
8. Средняя температура уходящих дымовых газов при сжигании каменного угля превосходит среднюю температуру уходящих дымовых газов при сжигании торфяного брикета на 16%. Это обуславливается температурой горения каменного угля, которая более чем в 1,5 раза выше температуры горения торфяного брикета. При этом объем топочного пространства при проведении испытаний одинаковый (испытания проводились на одном и том же котле).

Рис.11. График температуры уходящих дымовых газов



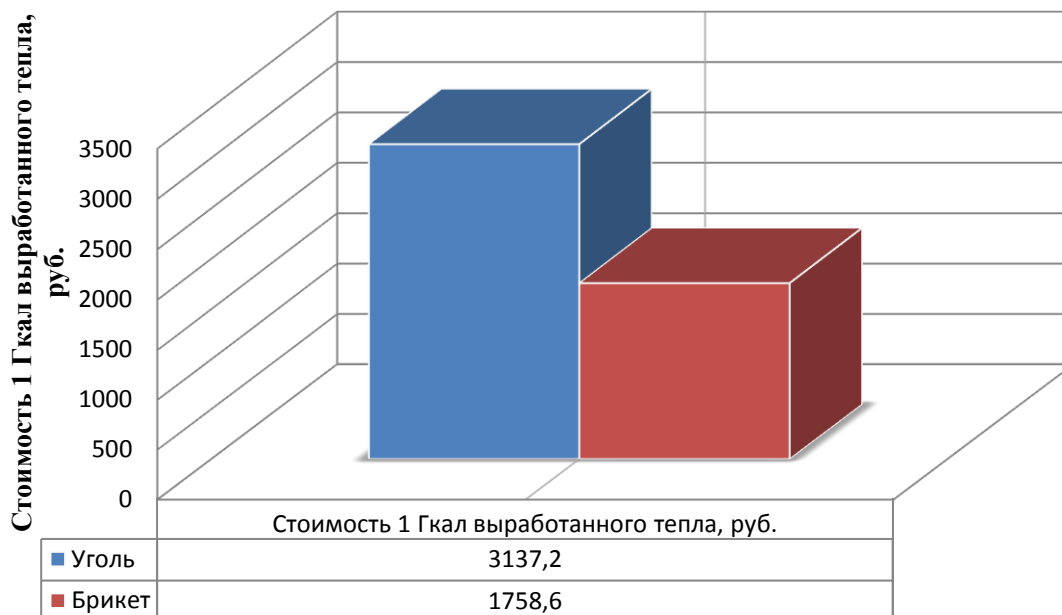
9. Расход каменного угля на 1 Гкал выработанной теплоты составляет 713 кг, что на 47% больше удельного расхода торфяного брикета на 1 Гкал теплоты.

Рис.12. Расход топлива для выработки 1 Гкал тепла



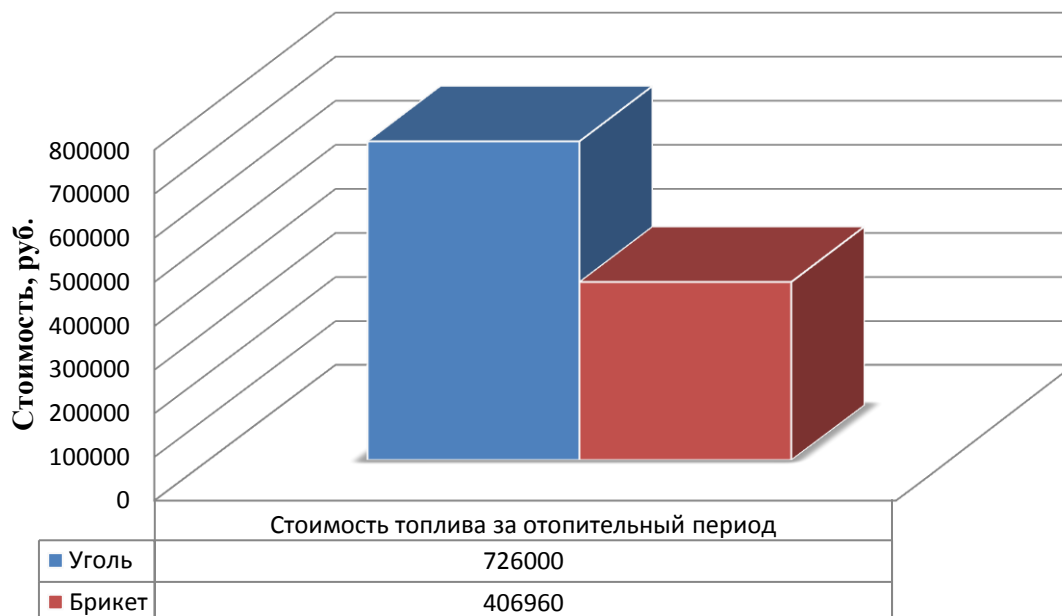
10. Стоимость 1 Гкал выработанного тепла при сжигании каменного угля составляет 3137,2 рублей, что на 44% выше стоимости 1 Гкал выработанного тепла при сжигании торфяного брикета.

Рис. 13. Стоимость 1 Гкал выработанного тепла*



11. Стоимость топлива на весь отопительный период при сжигании каменного угля составляет 726 000 рублей, что на 44% выше стоимости торфяного брикета на весь отопительный период.

Рис.14. Стоимость топлива на отопительный период*



*Стоимость 1 тонны каменного угля – 4400 руб., 1 тонны брикетного торфа –4640 руб.

Таким образом, проведенные испытания показали, что сжигание торфяного брикета на котле с П-образным расположением экранных труб эффективнее с точки зрения выработанного и отданного потребителю количества теплоты и экономичнее с точки зрения расхода топлива.



Список используемой литературы

1. **Трембовля, В. И.** Теплотехнические испытания котельных установок/ В.И. Трембовля, Е.Д. Фингер, А.А Авдеева. –М.:Энергоатомиздат,1991. – 416 с
3. **Котлы** средней и малой мощности и топочные устройства. Отраслевой каталог. – М.: НИИЭинформэнергомаш, 1983.
4. **Преображенский, В.П.** Теплотехнические измерения и приборы. –М.: Энергия, 1978.
5. **Авдеева, А.А.** Хромотография в энергетике. –М.: Энергия, 1980.
6. **Тепловой** расчет котельных агрегатов (нормативный метод) –М.: Энергия, 1973.
7. **Равич, М.Б.** Упрощенная методика теплотехнических расчетов. Из-во Академии наук СССР, 1961 г.
8. **Пеккер, Я.Л.** Технические расчеты по приведенным характеристикам. – М.: Энергия, 1977.
9. **Методика** испытаний тягодутьевых машин котельных установок, электростанций и их газоздушных трактов. – М.: СПО "Союзтехэнерго", 1988.
10. **Субботин, В.И.** Источники теплоснабжения и их режимы работы /Учебн. пособие. ГОУ ВПО “Иван. гос.энер.ун-т имени В.И. Ленина” – Иваново, 2005. – 248
- 11.**Типовая** инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей коммунального теплоснабжения. МДК 4-02, 2001.
12. **Методические** указания по определению тепловых нагрузок в водяных тепловых сетях. – М.: СПО ОРГРЭС, 1998 .
13. **Методические** указания по испытаниям водяных тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя. – М.: Союзтехэнерго, 1998.
14. **СНиП 23-01-99** Строительная климатология/ Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003, – 51 с.
15. **СП-41-103-2000.** Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
16. Тепловой расчет котлов: нормативный метод. – СПб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998 г. – 257 с.
17. Кузнецов Н.М., Топливо. Материальный баланс процесса горения: учебное пособие./ Н.М. Кузнецов, Е.А. Блинов, А.Н. Кузнецов. – Л.: СЗПИ, 1989. – 86 с.



Саморегулируемая организация,
основанная на членстве лиц, осуществляющих строительство
**Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация «Объединение строителей
Владимирской области»**
600017, г.Владимир, ул.Луначарского, д.3, <http://www.osvo33.ru>
Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций
СРО-С-107-11122009

г. Владимир «1» ноября 2011 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают
влияние на безопасность объектов капитального строительства**

№ 0414.00-2011-3328472627-С-107

Выдано члену саморегулируемой организации:
Обществу с ограниченной ответственностью «НЕСЕН Инжиниринг»
ОГРН 1103328005373, ИНН 3328472627, 600026, г.Владимир, Промышленный проезд, д.5 Б

Основание выдачи Свидетельства: Решение Совета Некоммерческого партнерства саморегулируемой организации «Объединение строителей Владимирской области», протокол №68 от «27» октября 2011 г.

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия с «1» ноября 2011 г.
Свидетельство без приложения недействительно.
Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного _____
(дата выдачи, номер Свидетельства)

Председатель Совета _____ (подпись)
 Ю.А.Федоров

0122140

Приложение 1. Продолжение.

2.

ПРИЛОЖЕНИЕ

к Свидетельству о допуске к определенному
виду или видам работ, которые оказывают
влияние на безопасность объектов капитального
строительства
от «1» ноября 2011 г.
№ 0414.00-2011-3328472627-С-107

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства саморегулируемой организации «Объединение строителей Владимирской области» Общество с ограниченной ответственностью «НЕСЕН Инжиниринг» имеет Свидетельство

№	Наименование видов работ
1.	24. Пусконаладочные работы 24.20. Пусконаладочные работы паровых котлов 24.23. Пусконаладочные работы оборудования водоочистки и оборудования химводоподготовки 24.24. Пусконаладочные работы технологических установок топливного хозяйства 24.25. Пусконаладочные работы газовоздушного тракта 24.26. Пусконаладочные работы общекотельных систем и инженерных коммуникаций

Общество с ограниченной ответственностью «НЕСЕН Инжиниринг» вправе заключать договоры по осуществлению организации работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту объектов капитального строительства, стоимость которых по одному договору не превышает (составляет) ----- .

Председатель Совета



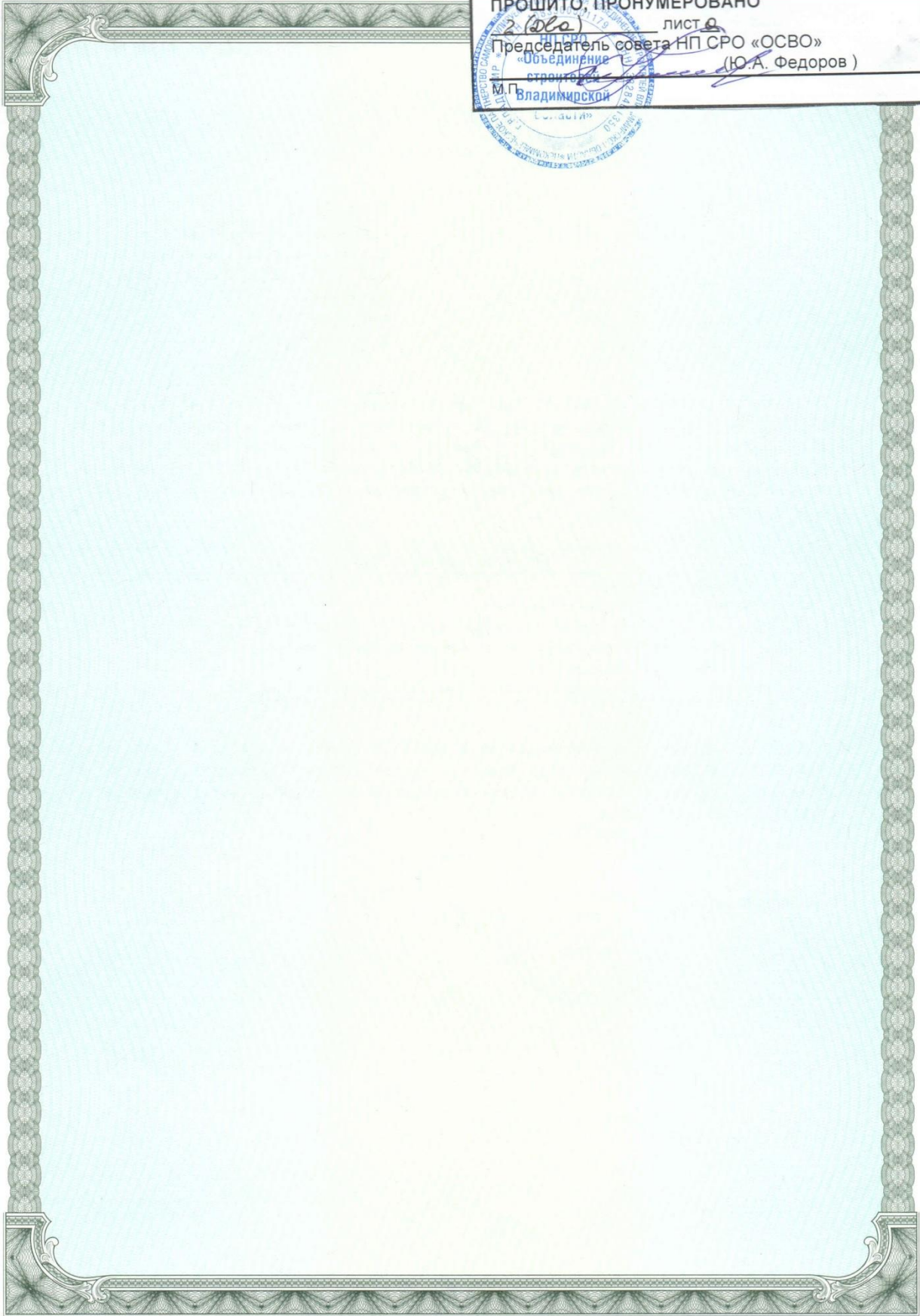
(подпись)

Ю.А.Федоров

0122141

Приложение 1. Продолжение

ПРОШИТО, ПРОНУМЕРОВАНО	
2 (Dla)	лист 2
Председатель совета НП СРО «ОСВО»	
«Объединение строителей» (Ю.А. Федоров)	
М.П. Владимирской	



Приложение 2.



INCOLAB SERVICES RUSSIA S.C.
COMMODITY SAMPLERS AND ANALYTICAL CHEMISTS

ORIGINAL

HEAD OFFICE AND LABORATORY Telephone (812) 3206033 / 3206038
25/2 ul. Novostroek (495) 7370995
198152 St. Petersburg Telefax (812) 3206005
Russia (495) 7370995
E-mail: info@incolab.spb.ru
info.ru@incolab.com

Certificate of Assay
Сертификат испытаний

Date / Дата	:	26 May 2010 / 26 мая 2010
Our ref. / Наш номер	:	1005289R
Material / Материал	:	Peat briquettes / Торфяные топливные брикеты
Ex	:	Submitted Sample / Предоставленный образец From ZAO "ENBIMA Group"

TOTAL MOISTURE AS RECEIVED ОБЩАЯ ВЛАГА НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	:	13.85 %	ISO 589	DIN 52193
ASH IN DRY ЗОЛА НА СУХОЕ СОСТОЯНИЕ	:	6.23 %	ISO 1171	DIN 51719
ASH AS RECEIVED ЗОЛА НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	:	5.37 %		
VOLATILE MATTER IN DRY ЛЕТУЧЕ ВЕЩЕСТВА НА СУХОЕ СОСТОЯНИЕ	:	63.77 %	ISO 542	DIN 51720
VOLATILE MATTER AS RECEIVED ЛЕТУЧЕ ВЕЩЕСТВА НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	:	54.94 %		
GROSS AND NET CALORIFIC VALUE			ISO 1928	DIN 51905
GROSS CALORIFIC VALUE IN DRY ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ НА СУХОЕ СОСТОЯНИЕ	:	5139 kcal/kg		
GROSS CALORIFIC VALUE AS RECEIVED ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	:	4427 kcal/kg		
NET CALORIFIC VALUE AS RECEIVED РАБОЧАЯ ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	:	4124 kcal/kg		
SULPHUR IN DRY СЕРА НА СУХОЕ СОСТОЯНИЕ	:	0.13 %	ISO/TS 12902	DIN 51724
SULPHUR AS RECEIVED СЕРА НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ	:	0.11 %		



Приложение 4.

Федеральное агентство по
техническому регулированию и метрологии
ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА

Федеральное государственное учреждение
"Российский Центр испытаний и калибровки" - Москва

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 370975 / 442

Действительно до
« 18 » мая 2012 г.

Эталон (средство измерений) Тепловизор инфракрасный
наименование, тип (если в состав)

TESTO 881-2 с линзой №20267363
средства измерений входят несколько автономных блоков,
диапазон измерений температуры (-20 ... 550) °C
то приводят их перечень)

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер
имеются) отсутствуют

заводской номер (номера) 20272856/104

принадлежащее ООО Региональная Биоэнергетическая Компания
наименование юридического (физического) лица, ИНН
«Владимир», ИНН 3328457918

поверено в соответствии с ГОСТ Р 8.619-2006 «ГСИ. Приборы
наименование и номер документа на
тепловизионные измерительные. Методика поверки»
методику поверки

с применением эталонов: АЧТ М 340 II-го разряда № M0030947, АЧТ М 310 II-го
наименование, заводской номер, разряд, класс или
разряда № M0030966, ПЧТ 540/40/100 II-го разряда №001, ЭТС-100 III-го разряда №05-15
погрешность

при следующих значениях влияющих факторов: _____
приводят перечень

T_{окр.возд.} = 21 °C; Отн.влажность = 45 %; Атм.давление = 101,4 кПа
влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано
пригодным к применению

Поверительное клеймо

Начальник лаборатории №442 _____
должность/руководителя подразделения

Поверитель _____

« 18 » мая 2011 г.

С.Н. Ненашев
инициалы, фамилия

Р.А. Горбунов
инициалы, фамилия

ГМС 049677663

Приложение 5.

Федеральное агентство по
Техническому регулированию и метрологии
ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА
Федеральное государственное учреждение
"Российский Центр испытаний и сертификации - Москва"

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № 374540

Действительно до «20» мая 2012 г.

Средство измерений Анализатор дымовых газов TESTO 340
наименование, тип средства измерений
(0-25) % об. доли O₂; (0-10000) ppm CO; (0-3000) ppm NO;
(0-5000) ppm SO₂
ОТВЕТСТВУЕТ
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер (номера) 01749601/912

принадлежащее ООО Региональная Биоэнергетическая
Компания "Владимир", ИНН 3328457918
наименование юридического (физического) лица, ИНН

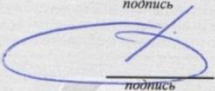
поверено в соответствии с МП ГЦИ СИ «Ростест-Москва», 2010 г.
наименование и номер документа на методику поверки

при следующих значениях влияющих факторов: температура воздуха 21 °С,
приклад перечень влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений
атмосферное давление 744 мм рт. ст., относительная влажность воздуха 42 %

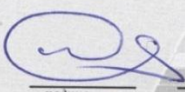
и на основании результатов первичной (периодической) поверки соответствует описанию типа и признано пригодным к применению.

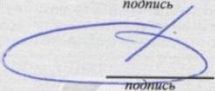
Поверительное клеймо 

Начальник лаборатории № 448
должность руководителя подразделения

Поверитель 

«20» мая 2011 г.

 В.В. Рыбин
подпись
инициалы, фамилия

 А.Н. Бакунов
подпись
инициалы, фамилия

