

**СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ПОРИСТЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ
ЗОНЫ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ**

Илясова А.С., Долгов С.В.

Научный руководитель: Кулеш Р.Н. к.т.н., ассистент.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: asi4@tpu.ru

**STAND TESTS OF BURNERS WITH A POROUS FILLING MIXING ZONE
ILYASOVA A.S., DOLGOV S.V.**

Tomsk Polytechnic University, 634050, Lenina Avenue, 30, Tomsk, Russia
E-mail: asi4@tpu.ru

Annotation: Tests of two structural models of burners with a carbon porous structure using kerosene brand - TS-1 as fuel for the first and disposal of flammable liquids for the second model of burners.

Аннотация: Проведены испытания двух конструкционных моделей горелочных устройств с углеродистой пористой структурой с использованием керосина в качестве топлива для первой и отходов легковоспламеняющихся жидкостей для второй модели горелочных устройств.

Все чаще обостряется вопрос масштабного использования низкосортного сырья в качестве энергоносителя. На этом фоне вызывает практический интерес целевое использование в качестве энергоносителей вторичных продуктов (отходов) углеводородного состава при их утилизации. Однако данное направление в энергоресурсосбережении сдерживается отсутствием эффективных способов и устройств, позволяющих сжигать такие некондиционные топлива, как попутный газ, синтез-и биогазы, конденсаты, отходы мазутных хозяйств, машинных масел и др.

Путем решения подобного рода проблемы в малой энергетике могут стать специальные горелочные устройства, разработанные в двух конструктивных вариантах [1-5]. Принцип их работы основан на обеспечении подготовки топливовоздушной смеси и активного окисления внутри пористой структуры фракций засыпки, в качестве которой выступает криптол, формируя таким образом матрицу объема активной зоны горения. Данный способ позволяет предотвратить проскок пламени и исключить возможность развития критического объема для взрыва[6], тем самым обеспечивая эффективность и безопасность при сжигании низкокалорийных и высококалорийных топлив.

В развитие преимуществ беспламенных горелок инфракрасного излучения представлены конструкции горелочных устройств для безопасного и эффективного сжигания жидких топлив [1, 2]. В качестве топлива для первой конструкции был использован керосин марки – ТС-1, для второй – отходы ЛВЖ. Состав и теплофизические характеристики используемых топлив приведены в табл.1, 2..

Испытания горелочных устройств выполнялись на специально разработанных экспериментальных стендах (рис. 1). Конструктивные особенности, принцип действия и метод испытаний горелок были описаны ранее в [3 - 5].

Таблица 1

Состав и теплофизические характеристики керосина

Элементный массовый состав топлива					Рабочие характеристики топлива			
C ^r , %	H ^r , %	N ^r , %	O ^r , %	S ^r , %	Низшая теплота сгорания (Q _n ^p), кДж/кг	Плотность (ρ), кг/м ³	Влажность (W ^r), %	Зольность (A ^r), %
83,50	16,40	-	0,0839	-	44835,07	780,0	0,0001	0,016

Таблица 2

Состав и теплофизические характеристики ЛВЖ

Элементный массовый состав топлива					Рабочие характеристики топлива			
C ^r , %	H ^r , %	N ^r , %	O ^r , %	S ^r , %	Низшая теплота сгорания (Q _{n^p}), кДж/кг	Плотность (ρ), кг/м ³	Влажность (W ^r), %	Зольность (A ^r), %
79,70	13,63	6,39	0,1598	-	30236,12	884,7	0,0002	0,12

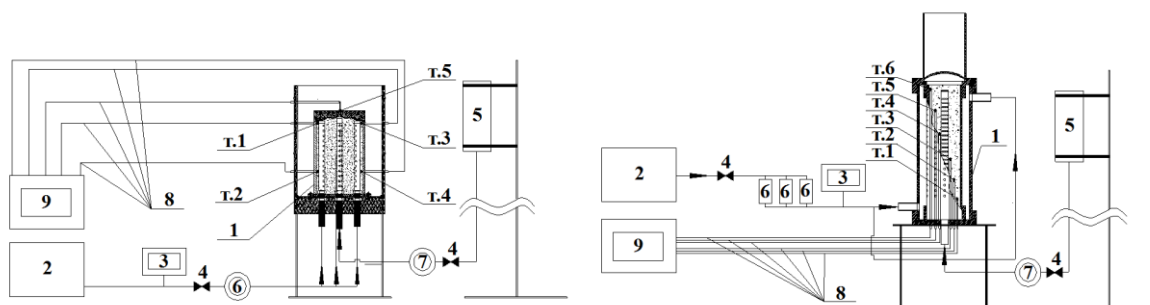


Рис.1. Схемы испытательных стендов. 1 – горелочное устройство; 2 – компрессор; 3 – манометр; 4 – игольчатый вентиль; 5 – емкость; 6 – ротаметр (тип РП-8); 7 – ротаметр (тип РП-5); 8 – термопары (№№ 1, 2, 3, 4, 5, 6); 9 – милливольтметр

Приближенная оценка тепловой мощности горелок (Q, кВт) в условиях наладки режима горения производилась по формуле [8]:

$$Q = V \cdot Q_n^p,$$

где V – фактический расход топлива на горение, кг/с; Q_{n^p} – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Фотографии горелочных устройств в фазе испытаний показаны на рис. 2. Основные результаты экспериментов представлены графиками зависимости тепловой мощности испытуемых горелочных устройств от расхода топлива соответственно для первой и второй модели (рис. 3).

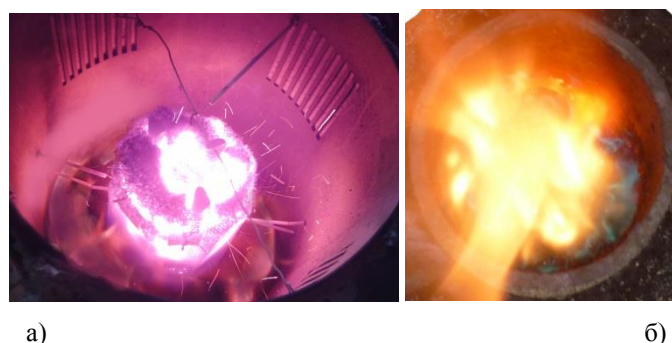
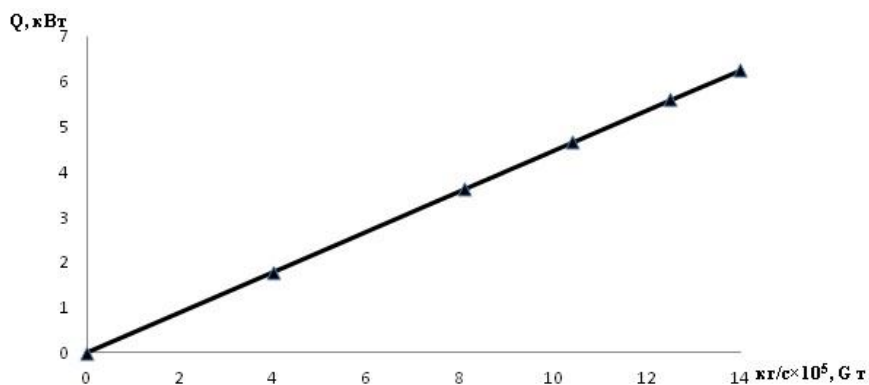


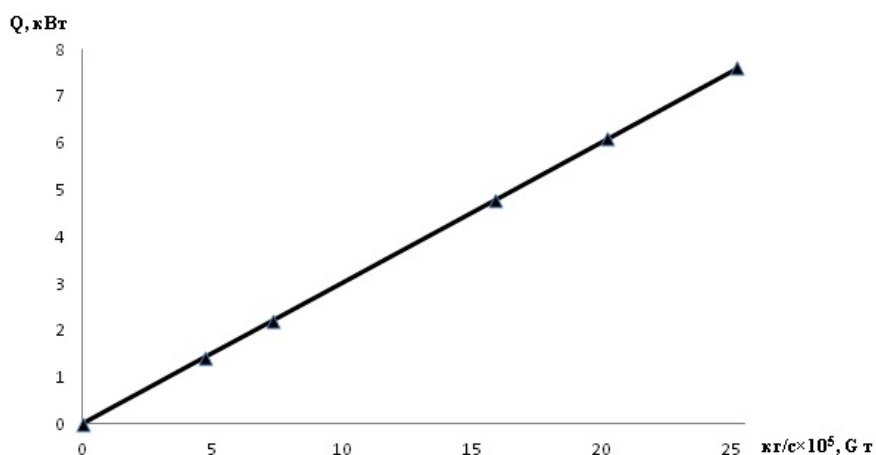
Рис. 2. Горелочные устройства в стадии испытания

а) Вид горелочного устройства первой модификации при работе на номинальной нагрузке

б) Вид на устье горелочного устройства второй модификации



а)



б)

Рис. 3. Зависимость тепловой мощности горелочного устройства от расхода топлива

а) Испытания первой модели горелочного устройства (топливо - керосин)

б) Испытания второй модели горелочного устройства (топливо - ЛВЖ)

В режиме увеличения тепловых нагрузок горелочных устройств, фиксируемые температуры рабочих зон горения варьировались в примерном диапазоне от 0 до 1000 °С. Для первого прототипа горелочного устройства, при испытаниях максимальная тепловая нагрузка составила значение порядка 6,3 кВт, для второго прототипа, 7,6 кВт. Результатами проведенных экспериментов показано, что работа горелки первой конструкции происходит в беспламенном режиме, т.е. в инфракрасном диапазоне излучения. Горелка второй модели при испытаниях в диапазоне тепловых нагрузок до 3 кВт обеспечивает горение топлива в беспламенном режиме, когда как при нагрузках свыше 3 кВт процесс горения топлива происходит в факельном режиме.

Выводы:

1. Испытаниями на жидком топливе подтверждена работоспособность первого конструктивного решения горелочного устройства и его соответствие принципам действия горелок беспламенного горения и инфракрасного излучения. Испытаниями подтверждена работоспособность второго горелочного устройства и выявлена универсальность работы горелки с возможностью обеспечения горения в диапазоне от беспламенного до факельного режимов.

2. Полученные данные по эксплуатационным характеристикам испытанных горелочных

устройств свидетельствуют о перспективности использования криптола в качестве материала для создания пористой среды в горелках данного типа.

3. Полученные экспериментальные и расчетные данные свидетельствуют о перспективности использования разработанных горелочных устройств в утилизирующих установках для сжигания жидких отходов углеводородного состава, а также в разработке на их основе теплогенерирующих установок мобильных автономных систем теплоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. пол. модель 129599 РФ. №2012141632/06(067033). Горелочное устройство инфракрасного излучения // Заявл. 28.09.2012; опубл. 27.06.2013, Бюл. №18. 3 с.
2. Пат. пол. модель 136875 РФ. №2013134821/06. Горелочное устройство инфракрасного излучения // Заявл. 23.07.2013; опубл. 20.01.2014, Бюл. №2. 3 с.
3. Долгов С.В., Долгих А.Ю., Макеев А.А. Испытания горелочного устройства инфракрасного излучения беспламенного горения // Теплофизические основы энергетических технологий: сборник научных трудов III Всероссийской научно-практической конференции – С.-Петербург: Изд-во Экспресс; Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – С. 150 – 154.
4. Долгов С.В., Заворин А.С., Долгих А.Ю., Субботин А.Н. Испытания горелочного устройства беспламенного горения и инфракрасного излучения // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – №4. – С. 39 – 42.
5. Долгов С.В., Ключко К.И., Табакаев Р.Б., Испытания горелочного устройства // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2014 - №2. – С. 38-41.
6. Талантов А.В. Основы теории горения. Ч. 1. – Казань: КАИ им. А.Н. Туполева, 1975. – 273 с.
7. Беляев А.Ф., Боболев В.К., Коротков А.И., Сулимов А.А., Чуйко С.В. Переход горения конденсированных систем во взрыв. – М.: Наука, 1973. - 292 с.
8. Янкелевич В.И. Наладка газомазутных промышленных котельных – М.: Энергоатомиздат, 1988.– 216с.