

«Сейфуллин окулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.1, Ч.V. - С. 234-238

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОФАКЕЛОВ ДЛЯ МАЛЫХ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Саракешова Н.Н., докторант 1 курса
Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина , г. Нур-
Султан*

Отопление всегда являлось одной из самых важных потребностей человечества, особенно проживающих в регионах суровыми климатическими условиями. В связи с этим необходимость стремления к оптимизации затрат и повышению экологической устойчивости систем отопления с каждым годом растет. Жилой сектор, имеющий большую энергетическую нагрузку, оказывает огромное влияние на окружающую среду, что было рассмотрено в работах [1],[2].

Анализируя общие сведения по актуальности состояния вопроса работы котельных в Казахстане, необходимо учитывать уже известный и широко обсуждаемый факт наличия проблем морального и физического износа значительной доли теплотехнического оборудования [3,7], в том числе водогрейных котлов. Действительное положение может говорить о том, что фактический эксплуатационный КПД таких котельных может варьироваться от 55% до 92%, при этом замечается, что не все котельные (особенно неподведомственные муниципальным и государственным структурам) обладают возможностью полноценно обеспечивать профессиональное эксплуатационное обслуживание на высоком технико-экономическом уровне [8]. К тому же существует огромное количество малых котельных, в которых отмечается острая необходимость замены устаревшего оборудования, либо ремонта и наладки, однако по различным причинам эти работы не выполняются [3,7]. Совокупность таких проблемных вопросов создает большой открытый дискуссионный вопрос о необходимости проведения модернизации, обеспечения экономичности работы старых котлов и соответствия уже с точающим требованиям экологического законодательства.

Суммируя текущее состояние фонда теплотехнического оборудования, современные тренды к декарбонизации (введение углеродного налога ЕС), экологической стабильности и повышению энергетической эффективности, наиболее приемлемым является решение о переводе устаревших водогрейных котлов на твердом топливе на малые водогрейные котлы, работающие на природном газе. При этом, существует достаточно

большой потенциал в вопросе модернизации котельных агрегатов, по которым разрешенный срок эксплуатации ещё не истек и число часов наработки не приближается к критическому значению. Такой вариант оказывается более привлекательным в первую очередь с экономической точки зрения, обеспечивая повышение технического совершенства котельного агрегата, позволяя «нераздувать» бюджет котельных на новое строительство на ближайший и средне срочный период перспективы.

Так, ярким примером, является возможность модернизации и разработки системы смесеобразования и стабилизации микрофакелов для малых водогрейных котлов при сжигании природного газа. В последние годы со строительством магистрального газопровода «Сары-Арка», который пройдет через Кызылординскую, Карагандийскую, Акмолинскую и Северо-Казахстанские области в научном плане важным вопросом является перевод поселковых котельных, сжигающих твердое топливо на природный газ.

ВрезетепловыхисточниковКазахстанаследуетотметить,чтобольшинствокрупныхисточниковгенерацияявляютсятепловымиэлектрическимистанциями[3],однаконарядуснимисуществуетипостатистическимданнымприобретаетновыйтрендикростуразвитаядецентрализованнаясетьмалыхисреднихкотельныхгосударственногоичастого владения [4]. При этом разброс по типам, мощности и первичному топливу весьма широк. В структуре тепловых источников некоторых регионов, таких как Акмолинской, Карагандийской и Северо-Казахстанской областях, можно отметить наличие достаточно старых, в основном, малых котельных агрегатов, работающих на твердом (угле) и жидком («солярка») топливе [5]. Особое место занимают малые районные котельные типовых конструкций:

- КВтс от 0.1 до 0.4 - ИП Столяренко, ТОО "STEM-4" (с. Зеренда).
- КВУ от 0.1 до 3.5 - ТОО Титан (г.Костанай).
- КДГ от 220 кВт до 525 кВт - ТОО АЗИЯКОТЛОМАШ (г. Щучинск).
- КО от 60 кВт до 525 кВт- ТОО Тепломеханик (г. Караганда).
- КСВр от 0.1 до 0.3 - ТОО АЗИЯКОТЛОМАШ (г. Щучинск).
- Котлы ТЕНТЕК – бытовые от 12 до 100 кВт – ТОО «Карагандийский Котельный Завод» (г. Караганда).
- Также самодельные (маломощные) котлы печного типа.

Актуальность данного исследования это - обеспечения их эффективного перевода, а также достижения экологичности и надежности, которая выполняется при микрофакельном сжигании природного газа в топках котлов. С этой целью исследуются эффективные системы смесеобразования (т.е. смешение воздуха и природного газа) и условия стабилизации пламени в огневом пространстве. На основе анализа мирового опыта сжигания топлива в различных горелочных устройствах и камерах сгорания выявлены основные составляющие процесса горения: смесеобразование, воспламенение (поджиг), стабилизация, выгорание топливо-воздушной смеси.

В связи с вышеизложенными ставим следующие задачи исследования:

- провести теоретические исследования аэродинамические схемы подачи воздуха и природного газа с использованием программы Comsol;
- выполнить математическое моделирование сжигание ПГ в газовой горелке с определением полноты горения и выхода NO_x , CO , C_nH_m с использованием пакета программ AnsysFluent;
- провести экспериментальные исследования с физической моделью ММГГ;
- выполнить сравнения теоретических и экспериментальных результатов;
- организовать подачи заявок на новые изобретения.

Границами устойчивой работы горелок являются отрыв и проскок пламени в горелку. При уменьшении подачи и скорости выхода газовой смеси стабильное горение нарушается и пламя начинает втягиваться в горелку. При большой скорости движения газовой смеси наблюдается перемещение фронта пламени в направлении движения, полное отделение пламени от горелки и последующее его погасание, это называется отрывом пламени. При горении газовой смеси внутри горелки, возникает проскок пламени.

Поддержать устойчивое горение пламени можно обеспечив определенную пропорцию между скоростью распространения пламени и скоростью поступления газовой смеси к месту ее горения. Также устойчивость пламени зависит от соотношения объемов газа и воздуха в газовой смеси. Чем больше газа, тем стабильнее будет пламя.

Горение газа происходит при проскоке пламени внутри горелки, и это приводит к неполному сгоранию газа и образованию оксида углерода или же пламя гаснет. При горении газа внутри горелки, она раскаляется и ломается. При отрыве пламени газовая смесь поступает в окружающее пространство, что может привести к взрыву газовой смеси. Поэтому важнейшим условием обеспечения стабильного горения газа является его безопасного использования.

Поддержание пламени газовой смеси можно обеспечить с помощью специальных устройств:

- поддержание скорости выхода газовой смеси в безопасных пределах;
- поддержание температуры в зоне горения не ниже температуры воспламенения газовой смеси.

Если в горелку попадает не газовая смесь, а чистый газ, пламя ведет себя устойчиво, что можно объяснить тем, что в чистом газе пламя не распространяется и проскок пламени не возникает. При внезапном увеличении скорости выхода газа возможен отрыв пламени.

Устойчивость пламени при сжигании полностью подготовленной газовой смеси получают с помощью специальных устройств (рис.1.1).

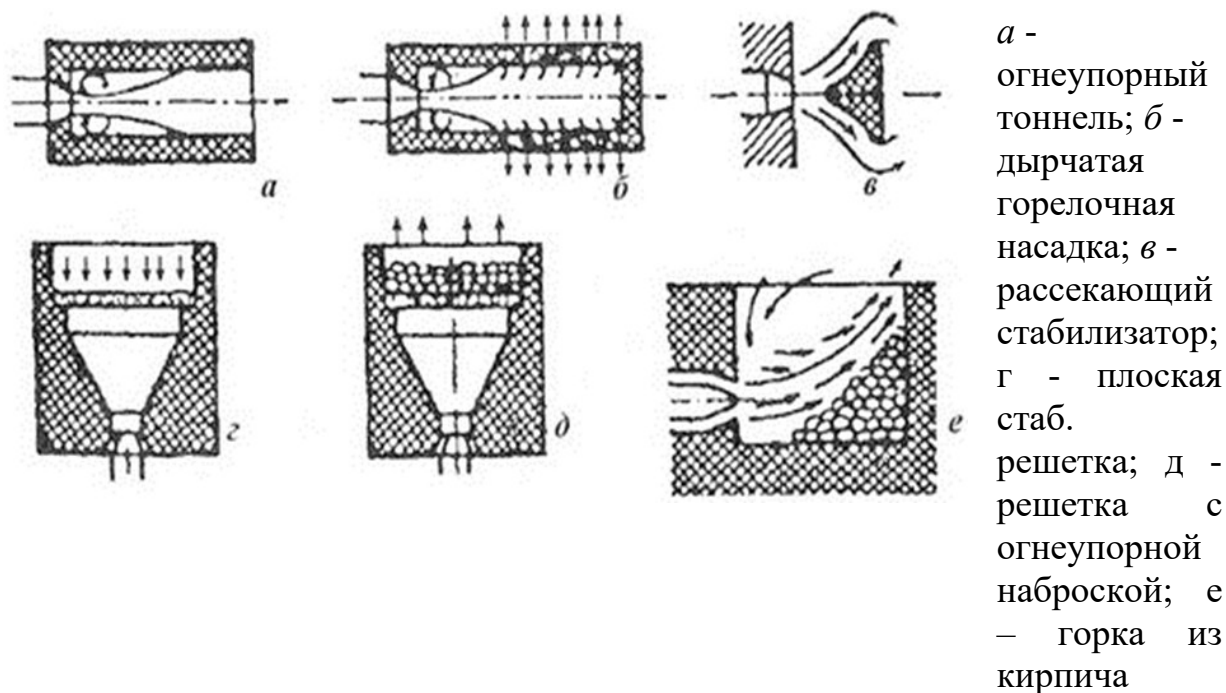


Рис. 1.1 Устройства для стабилизации пламени газа

К примеру, проскок пламени прекращается при сужении выходного отверстия для газовой смеси, при этом увеличившаяся скорость выхода смеси не позволяет произойти проскоку. Через узкие щели плоской стабилизирующей решетки пламя не распространяется (рис. 1.1, *г*), по причине быстрого охлаждения газовой смеси. При выходном отверстии выполненного в виде мелкой решетки, предотвращается проскок пламени в горелку. Проскока пламени можно избежать, если охлаждать выходное отверстие носика горелки. Скорость распространения пламени в этом месте снижается, и температура смеси становится ниже температуры воспламенения.

Предотвращают отрыв пламени от горелки установкой различных устройств. К примеру, помещают у отверстия горелки небольшую дежурную горелку со стабильным факелом для постоянного поджигания выходящей из горелки газовой смеси, либо на поду печи выполняют горку из битого огнеупорного кирпича (рис. 1.1, *е*).

Часто стабилизируется горение с помощью огнеупорных тоннелей. Попадает газозвушная смесь из кратера горелки в цилиндрический тоннель (рис. 1.1, *а, б*) диаметром в 2 ÷ 3 раза больше диаметра кратера горелки. Резкое расширение тоннеля вокруг корневой части факела создается разрежение, это вызывает обратное движение части раскаленных продуктов горения. За счет этого температура газозвушной смеси в корне факела повышается и обеспечивается устойчивая зона зажигания.

Устойчивость достигается при размещении на выходе из горелки плохо обтекаемого тела – рассекающего стабилизатора (рис. 1.1, *в*).

На наш взгляд определенные преимущества и эффективность показаны в микрофакельной технологии сжигания природного газа в камерах сгорания газотурбинной установки [9,10].

Использование микрофакельной технологии для топок водогрейных котлов также показали их эффективность в работах [11,12] как в экономичности, так и в экологической безопасности. Поэтому нами предприняты шаги в разработке новой микромодульной горелки, которая будет отработана для малого водогрейного котла. Нами проведенные исследования определили, что главным недостатком горелочных устройств это нестабильность и неустойчивость структуры течения топливно-воздушной смеси в зоне горения. И это связано с необходимостью регулировать режим работы горелочного устройства с совокупными требованиями по экономичности, экологичности и надежности котельного агрегата.

Микрофакельная технология сжигания природного газа в микромодульных горелках позволит нам создать и отработать одну ММГГ-микромодульную газовую горелку с оптимальными размерами и конструктивными решениями может обеспечить экологичность и надежность, а регулирование производительностью, тепловой напряженности объема огневого устройства, выхода вредных выбросов и т.д. будет осуществляться включением и отключением тех или иных ММГГ, расположенных в топке котла.

Преимуществами микромодульных горелочных устройств является высокая эффективность снижения образования оксидов азота, при тех же прочих технико-экономических показателях. В случае струйно-стабилизаторных горелочных устройствах, эффективность заключается в простой конструкции возможности работать в широком диапазоне нагрузок и избытков воздуха. Встречно-закрученные горелочные устройства обладают большой гибкостью, плохо обтекаемые тела имеют высокие стабилизационные характеристики, хорошо обтекаемые тела – малые гидравлические потери, перфорированный фронт – высокий уровень стабилизации, воздушные форсунки стабилизаторы – высокую эффективность сжигания топлива.

В Алматинском энергетическом университете, предложенная автором Садыковой С.Б. патент РК № 34943 [12] микромодульная воздушная форсунка, имеющая форму трубы Вентури, включающая входные и выходные регистры (или завихрители), топливную трубку и полость для смешения топливовоздушной смеси, отличающаяся тем, что полость выполнена в виде трубы Вентури, а впрыск топлива осуществляется в первом узком сечении после входного завихрителя. В результате, численные исследования конструкции ММВФ показывают, что приведенный в патенте технический результат: улучшение смесеобразования при использовании жидкого топлива и синтетического газа происходит за счет сужения канала в месте подачи топлива.

Таким образом, ММГГ может обеспечить низкоэмиссионное и устойчивое сжигание природного газа в малых водогрейных котлах.

Список использованной литературы

1 Немри Ф., Уихлейн А., Маккиши Колодель С., Ветцель С., Браун А., Витсток Б., Хасан И., Крейбиг Дж., Галлон Н., Нимейер С., Фреч Ю. Варианты снижения воздействия на окружающую среду жилых зданий в Европейском Союзе - потенциал и затраты// Энергетическое строительство. 2010. Том 42. С.976–984.

2 Таккер А., Хуппес Г., Гвини Дж.Б., Хейджунгс Р., Конинг А., Оерс Л., Су С., Гиркен Т., Холдербек В., Янсен Б., Нильсен П. Воздействие продуктов на окружающую среду (EIPRO)// Европейская комиссия, Люксембург. 2006.

3

Обзор государственной политики Республики Казахстан в области энергосбережения и повышения энергоэффективности. Ассоциация KazEnergy, Секретариат энергетической Хартии, Брюссель, 2014 г.

4

Орумбаев, Р.К. «Исследование, разработка и организация серийного производства водогрейных котлов нового поколения»: дисс. д.т.н. – Алматы, 2002. – 253 с.

5

Глазырина А.И., Глазырина А.А., Орумбаев Р.К., Орумбаева Ш.Р. Жылу энергетикалык жабдыктардын тогтанууы және сактауға қойылуы // ISBN-9965-08-621-4. Монография. Павлодар: ЭКО. Республика Казахстан, 2012. – 704 б.

6 <https://kazakhstan.kotel-kv.ru/vodogreynye-kotly.html>

7 Балтян В.Н., Ефимов Н.Н., Цхяев А.Д.

(2017). Квопросу модернизации котельного оборудования угольных ТЭС. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки, (1 (193)), 50-53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-modernizatsii-kotel'nogo-oborudovaniya-ugolnyh-tes> (дата обращения: 20.12.2020).

8

Орумбаев Р.К., Орумбаева Ш.Р. Оценка экономического и экологического эффекта при замене морально устаревших водогрейных котлов в Республике Казахстан // Actual Problems of Economics. ISSN–19936788. Киев. №5, 2012. – С. 38–43. Impact Factor Journal.

9 Достияров А.М., Достиярова А.М., Садыкова С.Б., Картджанов Н.Р. Микромодульные воздушные форсунки для кольцевой камеры сгорания ГТД // Вестник КазННТУ. – 2019. – №6. – С.451-456.

10 Dostiyarov A.M., Sadykova S.B. Micro-modular air driven combustion nozzle: experimental and numerical modelling studies towards optimal geometric design // Thermal Science Journal. – 2022. – P.257-257. <https://doi.org/10.2298/TSCI210410257D>

11 ДостияровА.М. Разработка топливосжигающих устройств с микрофакельным горением и методики их расчета: дисс. докт. техн. наук: 05.14.04. – Алматы, 2000. – 238 с

12 Пат. 34943 Республика Казахстан. F23D11/00. Микромодульная воздушная форсунка, имеющая форму трубы Вентури/ СадыковаС.Б., ДостияровА.М., КартджановН.Р., ОжикеноваЖ.Ф.; опубл. 13.08.2021, Бюл. №32. – 4с