

Введение Котлы пульсирующего горения предназначены для отопления и горячего водоснабжения зданий и сооружений по закрытой схеме. По своей эффективности, безопасности и принципиально новой технологии выработки тепла котлы пульсирующего горения не имеют аналогов в России и СНГ, являются одним из наиболее технологичных образцов современной теплоэнергетики и представляют практический интерес для широкого круга потребителей. В России, с ее географическим положением и довольно холодным климатом, тепловодоснабжение представляет собой одну из наиболее затратных составляющих инженерного обеспечения помещений, зданий и сооружений различного назначения. В настоящее время решение этой задачи является неременным условием обеспечения требуемого уровня комфортности среды обитания человека. Но у всех устройств есть некоторые недостатки: 1. Невозможность регулирования частоты пульсаций горения, а следовательно и суммарной тепловой мощности в широком диапазоне, так как в акустическом резонаторе Гельмгольца, образованном камерой сгорания и резонансными трубами длина резонансных труб постоянна. 2. Невозможность надежного регулирования коэффициента избытка воздуха, подаваемого на горение, при изменении количества подаваемого топливного газа, так как длина основного патрубка аэродинамического клапана в процессе работы не изменяется. При больших или малых значениях коэффициента избытка воздуха происходит неэффективное сжигание топлива, связанное с нагревом балластного воздуха в первом случае или с недожогом топлива во втором случае. Указанные недостатки устранены в заявляемой статье, которая направлена на решение задачи расширения диапазона регулирования тепловой мощности и повышения эффективности сжигания топлива. Экспериментальная часть

Поставленная задача в заявляемой статье решается путем обеспечения технической возможности изменения длины резонансной трубы за счет применения регулировочной трубы с электроприводным механизмом ее осевого перемещения и за счет применения дополнительного патрубка с электроприводным механизмом его осевого перемещения в аэродинамическом клапане. Конструкция устройства приведена на рис.1, на которой позициями обозначены следующие элементы и узлы: 1-камера сгорания, 2- водяная охлаждающая рубашка, 3-электрозапальная свеча, 4- резонансная труба, 5- выхлопной ресивер, 6 – основной патрубок аэродинамического клапана, 7- мембранный воздушный клапан, 8-мембранный газовый клапан, 9-газовый ресивер, 10-электромагнитный газовый отсечной клапан, 11 –вентилятор с электроприводом, 12-воздушный ресивер, 13-воздушная охлаждающая рубашка, 14-выхлопная труба, 15,16- вход и выход охлаждающей воды, 17,18- всасывание и нагнетание воздуха, 19-подача топливного газа, 20-дополнительный патрубок аэродинамического клапана, 21-электроприводной механизм осевого перемещения дополнительного патрубка. Рис. 1 – Конструкция устройства

Назначение и взаимодействие элементов и узлов следующее. Камера сгорания 1 предназначена для образования в ней топливно-воздушной смеси и обеспечения последующего сгорания этой смеси. Камера сгорания 1 имеет водяную охлаждающую рубашку 2, с помощью которой отводится полезная теплота от сгорания топливного газа 19, используемая для целей отопления и горячего водоснабжения. Электрозапальная свеча 3 служит для первичного воспламенения газовой смеси в камере сгорания 1. Электрозапальная свеча 3 соединена электрической связью с компьютеризированным пультом управления (на рис. пульт управления условно не показан). Пульт управления соединен электрическими связями с электромагнитным газовым отсечным клапаном 10, с электродвигателем привода вентилятора 11, с электроприводным механизмом 21 для осевых перемещений дополнительного патрубка 20, а также с электроприводными вентилями на входе 15 и выходе 16 охлаждающей воды в рубашке 2 (на рис.1 вентили на входе и выходе условно не показаны). Резонансная труба 4 служит для генерации акустических волн при кратковременном повышении давления вследствие сгорания топливного газа в камере 1. Выхлопной ресивер 5 служит для создания противодействия, обеспечивающего условие возникновения акустической волны в резонансной трубе 4. Основной патрубок 6 аэродинамического клапана служит для подвода свежего воздуха 17 в камеру сгорания и обеспечения динамического давления. Аэродинамический клапан (на рис. условно в позицию не выделен) представляет собой конструктивный элемент в виде отрезка трубы конкретной длины и площади поперечного сечения, определяемых конкретной формой и объемом камеры сгорания. На рисунке этот отрезок трубы выполнен из двух элементов: основного патрубка 6 и дополнительного патрубка 20, которые в совокупности позволяют изменять акустические характеристики аэродинамического клапана в зависимости от требуемой тепловой мощности камеры сгорания 1. Мембранный воздушный и газовый клапаны 7 и 8 служат для закрытия газоподающей и воздухоподающей труб при повышении давления в камере сгорания. Клапаны 7, 8 являются самодействующими и работают в пульсирующем режиме. Газовый ресивер 9 служит для создания противодействия топливного газа, которое способствует быстрому заполнению камеры топливным газом после продувки ее воздухом. Топливный газ из газового ресивера 9 при открытом мембранном газовом клапане 8 поступает через выходные отверстия газоподающей трубы (на рис. газоподающая труба позицией не обозначена) в виде струй в камеру сгорания 1. Электромагнитный газовый отсечной клапан 10 соединен электрической связью с пультом управления (на фиг. электрическая связь и пульт управления условно не показаны) и служит для регулирования количества подаваемого газа 19 или для прекращения его подачи. В конечном итоге, клапан 10 регулирует единичную тепловую мощность факела пламени. Пульт управления имеет компьютеризированное программное обеспечение по

количеству подаваемого топливного газа с помощью клапана 10 в зависимости от требуемой тепловой мощности камеры сгорания. С пульта управления происходит программно-компьютерное включение и регулирование расхода воды через охлаждающую рубашку 2. Вентилятор 11 с электроприводом служит для всасывания наружного воздуха 17 через воздушную охлаждающую рубашку 13 и его нагнетания 18 через воздушный ресивер 12, мембранный воздушный клапан 7, дополнительный 20 и основной 6 патрубки в камеру сгорания 1. Воздушный ресивер 12 служит для обеспечения запаса воздуха и быстрого заполнения камеры 1 свежим воздухом при ее продувке. С пульта управления включаются электроприводные вентили на входе 15 и выходе 16 охлаждающей воды через водяную охлаждающую рубашку 2 (на рис.1 вентили условно не показаны). С пульта управления по компьютерной программе в зависимости от требуемой тепловой мощности открывается электромагнитный газовый отсечной клапан 10 и топливный газ 19 через газовый ресивер 9 при открытом мембранном клапане 8 через выходные отверстия газоподающей трубы (на рис.1 газоподающая труба позицией не обозначена) в виде струй подается в камеру сгорания 1. С помощью электрозапальной свечи 3 с пульта управления по компьютерной программе осуществляется первичное воспламенение газозоудшной смеси в камере сгорания 1. Возникает кратковременное повышение давления в камере сгорания 1, приводящее к генерации акустической волны в резонансной трубе 4. При давлении в камере 1, превышающем давление в ресивере 5 и в ресивере 12, мембранные клапаны 7 и 8 закрыты и поступление топливного газа и воздуха в камеру сгорания 1 кратковременно прекращается. Под избыточным давлением в камере сгорания 1 продукты сгорания из камеры 1 выходят через резонансную трубу 4 и регулировочную трубу в выхлопной ресивер 5 и далее через выхлопную трубу 14 в окружающую среду во вне помещения. При понижении давления в камере сгорания 1 клапаны 7 и 8 открываются и в камеру сгорания 1 поступает очередные количества топливного газа и воздуха. Воспламенение образующейся газозоудшной смеси производится не с помощью запальной свечи 3, а за счет остаточного пламени, постоянно присутствующего в зоне свечного пространства из-за завихрения пламени. Далее процесс пульсирующего горения повторяется с частотой сотых долей секунды за счет всасывания воздуха и газа вследствие возникновения периодических полуволн разрежения в трубах 4. Вывод От других систем отопления или горячего водоснабжения котлы пульсирующего горения выгодно отличаются: 1. Предельная простота конструкции, отсутствие горелочного устройства и неподконтрольность котлов Госгортехнадзору. 2. Отсутствие необходимости применения дымовой трубы для обеспечения самотяги. Давление и скорость движения дымовых газов на выходе из камеры сгорания достаточны, чтобы отказаться от установки громоздких и дорогих дымовых труб. Выхлопной патрубков представляет собой небольшую (диаметром

не более 200 мм) трубу длиной максимум 6 м (для самых мощных котлов из предлагаемой серии - 800 кВт) и является по существу выхлопной трубой двигателя внутреннего сгорания. По сравнению с традиционными решениями, экономия средств при сооружении устройств дымоудаления в котельной с котлами пульсирующего горения, по крайней мере, двукратная. 3. Малые габариты (не более 2,2 дм³ на 1 кВт) и масса (1,2 т на МВт) на единицу теплопроизводительности вследствие интенсификации (в 3-4 раза выше, чем в традиционных котлах) процессов теплообмена в камере сгорания. 4. Минимальное электропотребление (не более 110 Вт) и высокий КПД (93-95%) независимо от тепловой производительности котла. 5. Возможность работы при сверхнизком давлении газового топлива (менее 70 мм вод. ст.). Котел сохраняет работоспособность даже при нулевом давлении в питающем газопроводе, так как работает по принципу самовсасывающего реактивного двигателя (газ и воздух всасываются «симметрично»). 6. Низкий уровень эмиссии (выброса) вредных веществ (CO, NO, NO₂) при работе котла. На единицу выработанного тепла эмиссия оксидов азота в 1,5-2 раза ниже, чем в традиционных котлах. 7. Высокая надежность, безопасность и низкая трудоемкость обслуживания (не более 1 нормосмены на 1 котлоагрегат в год). Предельно простая конструкция, автоматизация работы котлов в сочетании с самодиагностирующимся блоком управления обеспечивают их обслуживание даже без постоянного присутствия дежурного персонала.