

Научная статья
УДК 62-69

ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ

**Владимир Андреевич Вавилов¹, Татьяна Борисовна Брюхачева,
Ильшат Индусович Фахразиев, Дмитрий Анатольевич Хворенков**

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова,
Ижевск, Россия

¹ya.vavilon467@gmail.com

Аннотация. В статье произведен анализ структуры и работы теплогенератора пульсирующего горения. Выявлены преимущества использования и недостатки конструкции данного типа котлов.

Ключевые слова: теплообменник, котел, котельная, экология, эффективность, дымоход, энергоэффективность

Для цитирования: Теплогенераторы пульсирующего горения / В. А. Вавилов, Т. Б. Брюхачева, И. И. Фахразиев, Д. А. Хворенков // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2021 = Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021 : сборник научных трудов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. С. 51–56.

Original article

HEAT GENERATORS OF PULSATING COMBUSTION

**Vladimir A. Vavilov¹, Tatiana B. Briukhacheva, Ilshat I. Fakhraziev,
Dmitry A. Khvorenkov**

Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov, Izhevsk, Russia

¹ya.vavilon467@gmail.com

Abstract. A preliminary of the structure and operation of the pulsating combustion heat generator is carried out. The advantages of using and disadvantages of the design of this type of boilers are revealed.

Keywords: heat exchanger, boiler, boiler room, ecology, efficiency, chimney, energy efficiency

For citation: Vavilov V. A., Briukhacheva T. B., Fakhraziev I. I., Khvorenkov D. A. (2023). Teplogeneratory Pul'siruyushchego Goreniya [Heat Generators of Pulsating Combustion]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vozobnovlyaemye istochniki ehnergii. Atomnaya ehnergetika. Danilovskie chteniya — 2021* [Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021]. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2023. P. 51–56. (In Russ).

В настоящее время во многих странах ведутся интенсивные исследования в области проектирования и внедрения в технологические процессы теплоэнергетических установок на основе пульсирующего горения. В России также начато производство газовых водогрейных, водотрубных котельных агрегатов уличного размещения, использующих принцип пульсирующего горения.

Отличительные особенности теплогенератора пульсирующего горения:

1) конструкция теплогенераторов изначально приспособлена для размещения на открытых площадках (даже без навеса) и способна работать при любых атмосферных осадках, ветре и температурах окружающей среды от -50 до $+40$ °С;

2) малый вес и габариты на единицу теплопроизводительности;

3) устойчивая работа на низком давлении газа в период пиковых нагрузок на газовые сети;

4) возможность работы без дымососа и дымовой трубы;

5) площадь, занимаемая теплогенераторами пульсирующего горения в котельном зале, в 6 раз меньше, по сравнению с площадью под котлы с дутьевыми горелками;

6) возможность работы при сверхнизком давлении топливного газа.

На рисунке 1 схематично изображен теплогенератор пульсирующего горения, который представляет собой котельный агрегат со встроенным горелочным устройством [1]. Он состоит из наружного корпуса, в котором размещены реактор (состоящий из карбюратора и теплообменника), вентилятор продувки, газовый клапан, система автоматики управления и безопасности.

В камеру сгорания через воздушный и газовый мембранные клапаны поступает воздух и природный газ [2]. Воздух подается венти-

лятором малой мощности кратковременного действия. При подаче напряжения на электрод происходит вспышка газозвушной смеси в камере сгорания с резким повышением давления, что приводит к закрытию мембранных клапанов, — поступление газа и воздуха прекращается. Под избыточным давлением дымовые газы выходят в дымовую трубу. При снижении давления в камере сгорания мембранные клапаны открываются, впуская очередную порцию газа и воздуха. Устанавливается периодический автоколебательный процесс — пульсирующее горение.

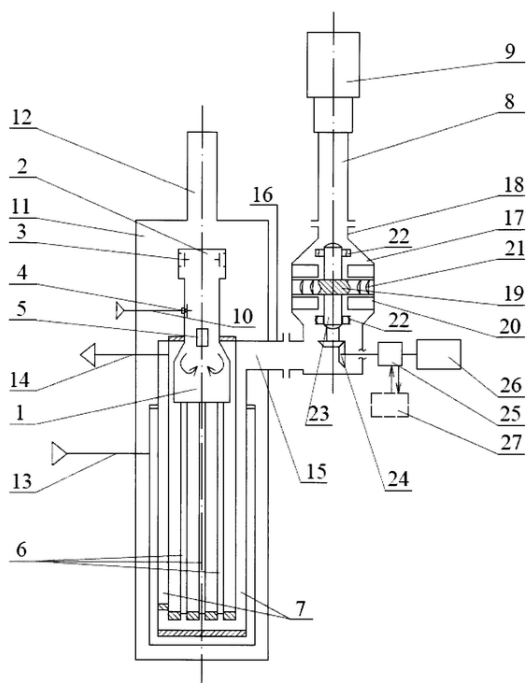


Рис. 1. Теплогенератор пульсирующего горения:

- 1 — камера сгорания; 2 — клапанно-смесительное устройство; 3, 4 — клапан подачи воздуха и газа соответственно; 5 — узел розжига топливно-воздушной смеси; 6 — трубы-резонаторы основного контура; 7 — цилиндрическая камера дополнительного резонирующего устройства; 8 — дымовая труба; 9 — шумоглушитель; 10 — канал для подвода топлива; 11 — полость для забора воздуха; 12 — воздушная труба; 13, 14 — вход и выход теплоносителя в теплогенератор соответственно

Процесс пульсирующего горения может продолжаться неограниченное время — до тех пор, пока не будет прекращена подача газа. За счет процесса горения выход дымовых газов из котла осуществля-

ется под давлением до 200 Па без дымососа и без использования самотяги дымовой трубы.

Устройство пульсирующего горения является как бы газовым насосом, что позволяет ему работать в режиме самостоятельного обеспечения воздухом как для горения, так и для удаления продуктов сгорания и даже прокачки их через какую-либо аэродинамическую нагрузку.

Нормальная работа устройства пульсирующего горения не допускает не только выделения недожогов, но характеризуется на порядок меньшими выбросами оксидов азота.

Интенсивный теплообмен на поверхностях нагрева при умеренной их величине приводит к переохлаждению продуктов сгорания. Точка росы, с одной стороны, увеличивает КПД агрегата, с другой, — требует высококачественных металлов труб и газоходов.

Сильная турбулизация позволяет сжигать низкосортные загрязненные топлива [3–5], распыляющее действие колеблющегося газового потока ведет к возможности снижения давления топлива перед форсункой (горелкой) и безнапорной подаче при слоевом пульсирующем горении.

Таким образом, в данной работе показана актуальность, техническая новизна и практическая применимость теплогенераторов пульсирующего давления.

Список источников

1. Патент № 2454611 Российская Федерация, МПК F24H 1/00. Теплогенератор пульсирующего горения : № 2010151900/06 : заявл. 17.12.2010 : опубл. 27.06.2012 / Сахабутдинов Р. З., Короткова О. Ю., Глебов Г. А. [и др.] ; заявитель — Открытое акционерное общество «Татнефть» имени В. Д. Шашина. 5 с.

2. Черников И. А. Использование пульсирующего горения в теплотехническом оборудовании // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. 2016. № 2 (98). С. 102–105.

3. Солодовников А. В. Теплогенератор пульсирующего горения // Вестник военного образования. 2020. № 4 (25). С. 43–44.

4. Диденко В. Н., Фахразиев И. И., Мерзлякова К. С. Метод расчетного определения границ нестабильной детонации природного газа в газопоршневых установках // Химическая физика и мезоскопия. 2018. Т. 20, № 2. С. 202–210.

5. Расчет выбросов в атмосферу от различных производств // EnergoSoft. Экология. URL: http://www.energsoft.info/soft_ecolog_3.html (дата обращения: 20.11.2021).

References

1. Pat. 2454611 Russian Federation, IPC F24H 1/00. Pulsating gorenje heat generator : No. 2010151900/06 : application 17.12.2010 : publ. 27.06.2012 / Sahabutdinov R. Z., Korotkova O. Yu., Glebov G. A., [et al.] ; applicant V. D. Shashin Open Joint Stock Company Tatneft. 5 p.

2. Chernikov I. A. The use of pulsating gorenje in heat engineering equipment // Bulletin of the Brest State Technical University. Water management construction, thermal power engineering and geoecology. 2016. No. 2 (98). P. 102–105.

3. Solodovnikov A. V. Pulsed gorenje heat generator // Bulletin of Military Education. 2020. No. 4 (25). P. 43–44.

4. Didenko V. N., Fakhriziev I. I., Merzlyakova K. S. Method of computational determination of the boundaries of unstable detonation of natural gas in gas piston installations // Chemical physics and mesoscopy. 2018. Vol. 20, No. 2. P. 202–210.

5. Calculation of emissions into the atmosphere from various industries // EnergoSoft. Ecology. URL: http://www.energsoft.info/soft_ecolog_3.html (date of access: 20.11.2021).

Информация об авторах

Владимир Андреевич Вавилов — магистрант Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова (Ижевск, Россия), ya.vavilon467@gmail.com

Татьяна Борисовна Брюхачева — студентка Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова (Ижевск, Россия), tana33651@gmail.com

Ильшат Индусович Фахразиёв — старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика» Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова (Ижевск, Россия), ilsha-22@mail.ru

Дмитрий Анатольевич Хворенков — кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика» Ижевского государственного техни-

ческого университета имени М. Т. Калашникова (Ижевск, Россия),
HvorenkovDA@mail.ru

Information about the authors

Vladimir A. Vavilov — Undergraduate Student of the Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov (Izhevsk, Russia),
ya.vavilon467@gmail.com

Tatiana B. Briukhacheva — Student of the Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov (Izhevsk, Russia), tana33651@gmail.com

Ilshat I. Fakhraziev — Senior Lecturer of the Department Thermal Power Engineering of the Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov (Izhevsk, Russia), ilsha-22@mail.ru

Dmitry A. Khvorenkov — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering of the Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov (Izhevsk, Russia),
HvorenkovDA@mail.ru