

Научная статья
УДК 62-98

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ НА КОТЛЕ-УТИЛИЗАТОРЕ МЕДЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

**Ольга Павловна Кузнецова¹, Дмитрий Юрьевич Лебедев,
Владимир Анатольевич Микула**

Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ o.p.kuznetsova@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены причины появления пульсаций давления пара при работе котла-утилизатора медеплавильной печи в широком интервале нагрузок.

Ключевые слова: цветная металлургия, котел-утилизатор, кратность циркуляции, пульсации давления

Для цитирования: Кузнецова О. П., Лебедев Д. Ю., Микула В. А. Анализ причин пульсаций давления на котле-утилизаторе медеплавильной печи // 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. 124–128.

Original article

ANALYSIS OF THE PRESSURE PULSATIONS CAUSES OF THE COPPER-SMELTING FURNACE HEAT RECOVERY BOILER

Olga P. Kuznetsova¹, Dmitry Y. Lebedev, Vladimir A. Mikoula

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

¹ o.p.kuznetsova@mail.ru

Abstract. In this paper, the reasons for the appearance of steam pressure pulsations during the operation of a copper-smelting furnace heat recovery boiler in a wide range of loads were considered.

Keywords: non-ferrous metallurgy, waste heat boiler, circulation rate, pressure pulsation

For citation: Kuznetsova O. P., Lebedev D. Y., Mikoula V. A. (2023). Analiz prichin pul'satsiy davleniya na kotle-utilizatore medeplavil'noy pechi [Analysis of the Pressure Pulsations Causes of the Copper-Smelting Furnace Heat Recovery Boiler]. *Ehnergo- i resursosberezhnie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vobnovlyaemye 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. 124–128. (In Russ).

На предприятиях металлургической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности многие высокотемпературные процессы осуществляются в технологических печах при низком коэффициенте использования органического топлива (20–40 %). В итоге в атмосферу попадают дымовые газы с температурой около 1000 °С, содержащие токсичные вещества, мелкодисперсную пыль применяемого сырья и другие технологические отходы. Однако использование котлов-утилизаторов (КУ) для производства пара за счет утилизации отходящих газов технологических агрегатов существенно повышает коэффициент использования топлива.

Объектом исследования является котел-утилизатор медеплавильной печи. На рисунке 1 приведена принципиальная схема работы котла-утилизатора медеплавильной печи.

Питательная вода подается в барабан 1 котла. Из барабана 1 котловая вода подается в испарительные поверхности нагрева 2. Пароводяная смесь из испарительных поверхностей нагрева 1 поступает в барабан 2, в котором происходит сепарация пара и воды. Отсепарированный пар направляется далее и используется на предприятии.

Газы медеплавильной печи с температурой примерно 1200 °С поступают в нижнюю область газохода котла. В этой части находятся испарительные поверхности нагрева 1, последовательно омывают их и водяной экономайзер 2 и удаляются в атмосферу через дымовую трубу.

Поскольку котлы-утилизаторы работают в широком интервале нагрузок, например, для установки испарительного охлаждения медепла-

вильной печи ОАО «Уралэлектромедь» это 10–100 % от номинального расхода пара $D_{\text{НОМ}}$, то при проектировании КУ оптимальный уровень температуры уходящих газов (после котла) принимается для режима работы при минимальной производительности, поэтому во всех других режимах происходит недоиспользование реального потенциала температуры продуктов сгорания. На рисунке 2 приведен суточный график расхода пара котла-утилизатора ОАО «Уралэлектромедь».

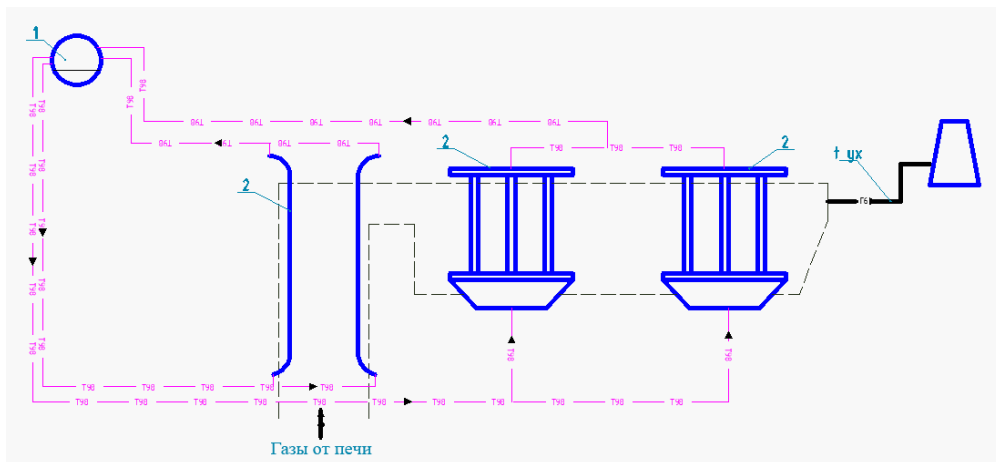


Рис. 1. Принципиальная схема работы котла-утилизатора медеплавильной печи:
1 — барабан котла, 2 — испарительные поверхности нагрева

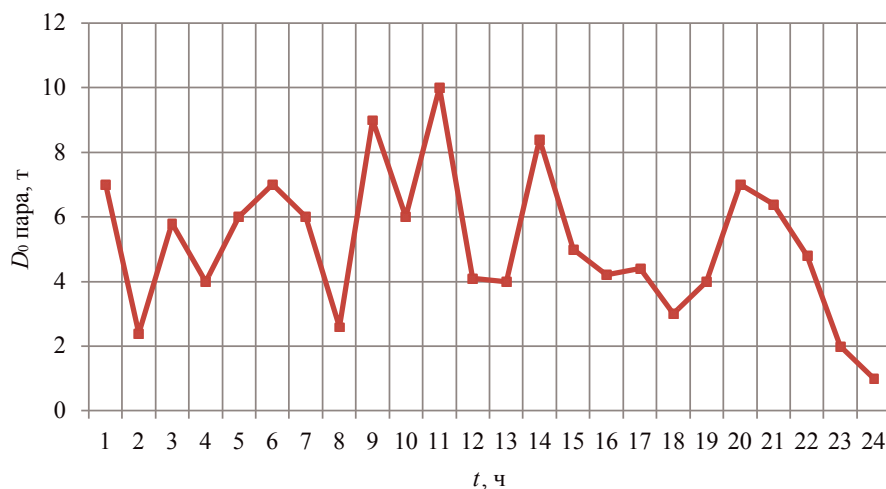


Рис. 2. Суточный график расхода пара котла-утилизатора
ОАО «Уралэлектромедь»

Естественно, такой переменный режим работы КУ сказывается на его надежности. Одной из проблем такого КУ является пульсация давления пара. Проведем анализ возможных причин появления пульсаций давления.

Критериями устойчивости естественной циркуляции в контуре с вертикальным расположением труб испарителя являются коэффициенты запаса по застою и опрокидыванию. Как правило, снижение расхода в контуре отрицательно влияет на нарушение естественной циркуляции. Это проявляется в виде увеличения вероятности возникновения застоя, опрокидывания циркуляции [1].

Во всех описанных случаях ухудшается охлаждение металла труб, что вызывает опасное повышение его температуры, а также свидетельствует о появлении пульсации давления пара. Таким образом, для решения проблемы восстановления рабочего гидравлического режима необходимо увеличить кратность циркуляции. В качестве возможного метода можно предложить увеличение высоты отводящей системы.

Как показывает практика эксплуатации, с увеличением высоты отводящей системы значение полезного напора существенно увеличивается, а значение естественной циркуляции увеличивается примерно на 45 % относительно начальных показателей. При этом стоит отметить, что повышаются потери на трение в испарителе и отводящих трубах [2].

Таким образом, для решения проблемы возникновения пульсаций давления необходимо увеличить кратность циркуляции. Это возможно сделать, увеличив высоту отводящей системы.

Список источников

1. Стерхов К. В. Исследование естественной циркуляции в вертикальном котле-утилизаторе : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.14.14 / Стерхов Кирилл Владимирович [Место защиты : Нац. исслед. ун-т МЭИ]. М., 2017. 20 с.

2. Радин Ю. А. Опыт освоения и эксплуатации котлов-утилизаторов ПГУ // Проблемы эксплуатации котлов-утилизаторов парогазовых установок. Международная научно-техническая конференция, 26–27 апреля 2018 г. : сб. докл. / под общ. ред. д-ров техн. наук А. Н. Тугова и Ю. А. Радина. М. : ОАО «ВТИ», 2018. 180 с.

References

1. Sterkhov K. V. Natural circulations in vertical boiler-utiliser : autoreferat dis. ... kand. tech. science : 05.14.14 / Sterkhov Kirill Vladimirovich [place defense : Nat. investigation. U-T-M-Urga]. M., 2017. 20 p.
2. Radin Yu. A. Description and description of the operation of CCGT waste boilers // Problems of operation of waste boilers of combined-cycle gas installations. International scientific and technical conference, 26–27 April 2018 / under general. red. Dr. tech. Science A. N. Tugova and Yu. A. Radina. M. : OAO “VTI”, 2018. 180 p.

Информация об авторах

Ольга Павловна Кузнецова — студент Уральского энергетического института Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), o.p.kuznetsova@mail.ru

Дмитрий Юрьевич Лебедев — студент Уральского энергетического института Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), lebedev.dmitry.098@yandex.ru

Владимир Анатольевич Микула — доцент кафедры тепловых электрических станций Уральского энергетического института Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), mikoula@yandex.ru

Information about the authors

Olga P. Kuznetsova — Student of the Ural Power Engineering Institute of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), o.p.kuznetsova@mail.ru

Dmitry Y. Lebedev — Student of the Ural Power Engineering Institute of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), lebedev.dmitry.098@yandex.ru

Vladimir A. Mikoula — Associate Professor of the department of Thermal Power Engineering Stations of the Ural Power Engineering Institute of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), mikoula@yandex.ru