

Научная статья

УДК 620.9+66.015:669.041

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА В КОЛЬЦЕВОЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ПОМОЩЬЮ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Дмитрий Сергеевич Латыпов<sup>1</sup>, Ярослав Владимирович Ненашев,  
Равиль Мансурович Мустафин**

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

<sup>1</sup>[dima.latypov.99@gmail.com](mailto:dima.latypov.99@gmail.com)

**Аннотация.** В статье представлено исследование численного моделирования горения топлива в рабочей камере кольцевой методической печи. Определено распределение продуктов сгорания по рабочей камере. CFD-моделирование исследования горения выполнено в программном продукте *Ansys Fluent*.

**Ключевые слова:** кольцевая металлургическая печь, горение, топливо, моделирование, *Ansys Fluent*

**Для цитирования:** Латыпов Д. С., Ненашев Я. В., Мустафин Р. М. Исследование горения топлива в кольцевой металлургической печи с помощью CFD-моделирования // 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. 136–140.

Original article

## INVESTIGATION OF COMBUSTION FUEL IN A RING METALLURGICAL FURNACE USING CFD MODELING

**Dmitry S. Latypov<sup>1</sup>, Yaroslav V. Nenashev, Ravil M. Mustafin**

Samara State Technical University, Samara, Russia

<sup>1</sup>[dima.latypov.99@gmail.com](mailto:dima.latypov.99@gmail.com)

---

© Латыпов Д. С., Ненашев Я. В., Мустафин Р. М., 2023

**Abstract.** This paper presents a study of numerical simulation of fuel combustion in the working chamber of the ring methodical furnace. The distribution of combustion products in the working chamber is determined. CFD modeling of combustion research is performed in the Ansys Fluent software product.

**Keywords:** Annular metallurgical furnace, combustion, fuel, modeling, Ansys Fluent

**For citation:** Latypov D. S., Nenashev Y. V., Mustafin R. M. (2023) Issledovaniye goreniya topliva v kol'tsevoy metallurgicheskoy pechi s pomoshch'yu CFD-modelirovaniya [Investigation of combustion fuel in a ring metallurgical furnace using CFD modeling]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netraditsionnye 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. 136–140. (In Russ).

**В**ысокотемпературные процессы лежат в основе важнейших производств в черной и цветной металлургии и осуществляются в теплотехнологических промышленных печах. Тепловая работа печи происходит в ее рабочем пространстве, где одновременно протекает процесс горения топлива и передача тепла от продуктов сгорания к поверхности нагреваемого металла [1, с. 168]. Существует большое количество промышленных печей, и их выбор зависит от условий и масштабов производства, назначения литых деталей. Широкое применение в металлургии находят методические кольцевые печи с вращающимся подом. Их преимущество перед другими методическими печами заключается в том, что заготовки лежат неподвижно на вращающемся поду, поэтому в них можно нагревать заготовки круглого сечения, и достигается высокая равномерность нагрева по периметру таких заготовок. Рабочее пространство печи разбито на зоны: методическую и сварочную. Все зоны, кроме методической, оснащены горелками, в которых сжигается топливо [2, с. 103].

Целью данной работы является моделирование процесса горения топлива и наглядного распределения продуктов сгорания в рабочей камере кольцевой методической печи. Горение осуществляется с помощью 36 горелочных устройств, изображенных на рис. 1. В качестве топлива использовался сланцевый газ с химическим составом:  $\text{CH}_4 = 86,7\%$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 2,6\%$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 1,2\%$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,2\%$ ;  $\text{N}_2 = 8,3\%$ ;  $\text{CO}_2 = 1\%$ , воздух перед подачей в горелочные устройства подогревает-

ся до 300 °С в металлическом трубчатом рекуператоре. Размеры кольцевой печи: наружный диаметр — 17,85 м, внутренний — 11,05 м. Для моделирования процесса горения использовался программный комплекс *Ansys Fluent* [3].

Для упрощения геометрической модели и снижения вычислительных мощностей не учитывалась толщина стенок на горелках, а также на своде, поде и футеровке печи, окна загрузки и выгрузки. С учетом указанных упрощений была построена расчетная геометрия кольцевой печи (см. рис. 1).

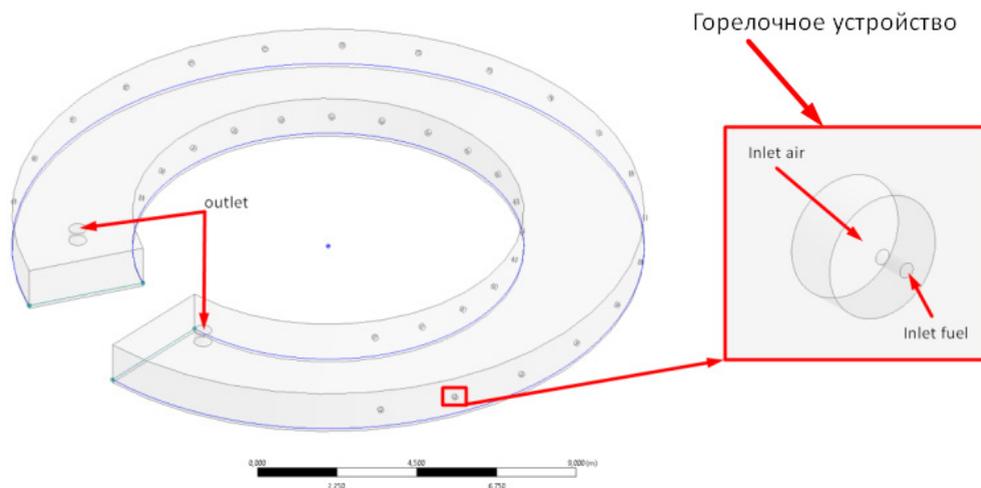


Рис. 1. Расчетная геометрия кольцевой методической печи

В результате расчета была получена модель, позволяющая предсказывать распределение продуктов сгорания по рабочей камере печи.

На рисунке 2 приведен контур температур в рабочей камере печи, из которого видно, как распределяются температуры и продукты сгорания.

На рисунке 3 представлено распределение температур по объему рабочей камеры печи.

Таким образом, в статье представлено исследование численного моделирования горения топлива в рабочей камере кольцевой методической печи, приведены контур температуры и распределение температур и продуктов сгорания по объему рабочей камеры при сжигании сланцевого газа.

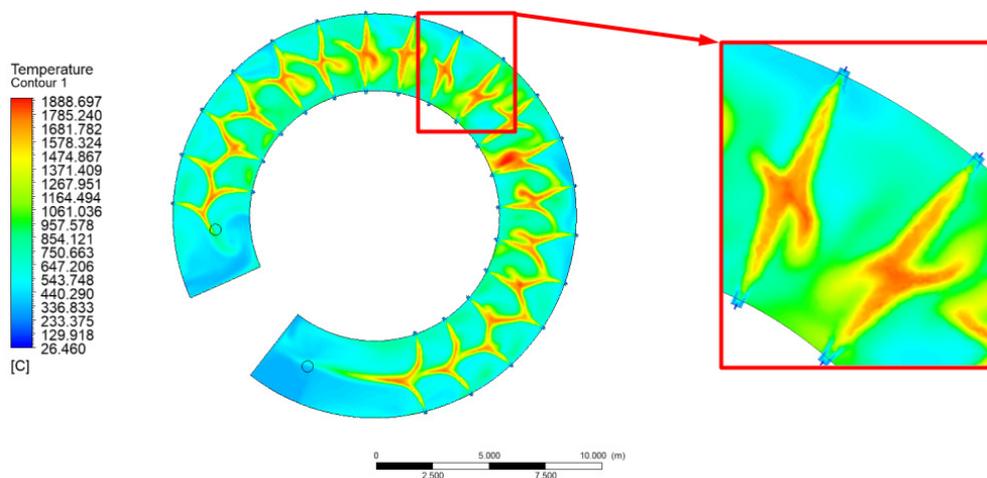


Рис. 2. Контур распределения температур в рабочей камере кольцевой методической печи

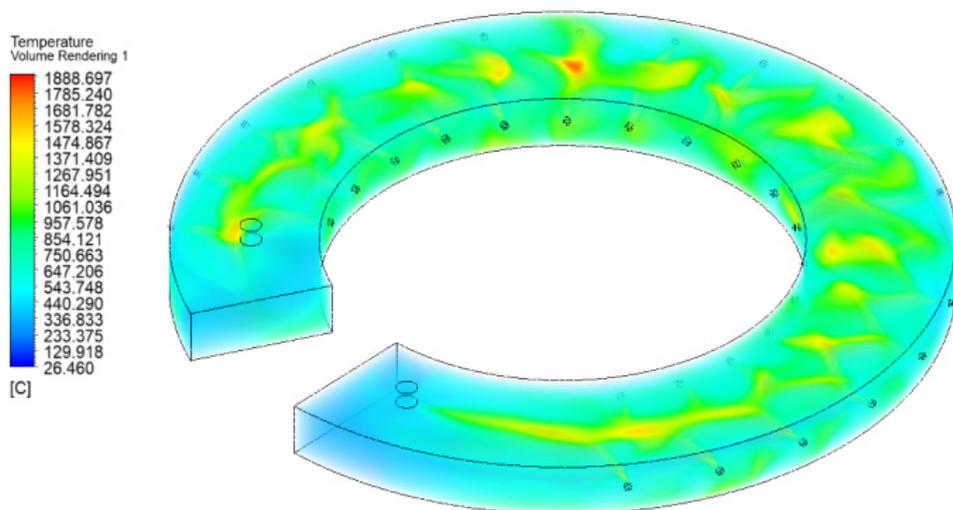


Рис. 3. Распределение температур и продуктов сгорания по объему рабочей камеры печи

CFD-моделирование исследования выполнено в программном продукте *Ansys Fluent*.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Теплотехнические расчеты металлургических печей : учебное пособие / Б. Ф. Зобнин, М. Д. Казяев, Б. И. Китаев [и др.] ; под ред. А. С. Телегина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Metallurgy, 1982. 358 с.
2. Тымчак В. М. Расчет нагревательных и термических печей. М. : Энергоатомиздат. 1983. 387 с.
3. FLUENT 18.2 User's Manual. FLUENT Inc., 2017.

## References

1. Thermal engineering calculations of metallurgical furnaces : textbook / B. F. Zobnin, M. D. Kazyaev, B. I. Kitaev [et al.] ; edited by A. S. Telegin. 2<sup>nd</sup> edition, reprint and additional. M. : Metallurgy, 1982. 358 p.
2. Tymchak V. M. Calculation of heating and thermal furnaces. M. : Energoatomizdat. 1983. 387 p.
3. FLUENT 18.2 User's Manual. FLUENT Inc., 2017.

## Информация об авторах

**Дмитрий Сергеевич Латыпов** — студент Самарского государственного технического университета (Самара, Россия), [dima.latypov.99@gmail.com](mailto:dima.latypov.99@gmail.com)

**Ярослав Владимирович Ненашев** — студент Самарского государственного технического университета (Самара, Россия), [nenashevyy@gmail.com](mailto:nenashevyy@gmail.com)

**Равиль Мансурович Мустафин** — ассистент Самарского государственного технического университета (Самара, Россия), [ravil-bk211@mail.ru](mailto:ravil-bk211@mail.ru)

## Information about the authors

**Dmitry S. Latypov** — Student of the Samara State Technical University, (Samara, Russia), [dima.latypov.99@gmail.com](mailto:dima.latypov.99@gmail.com)

**Yaroslav V. Nenashev** — Student of the Samara State Technical University, (Samara, Russia), [nenashevyy@gmail.com](mailto:nenashevyy@gmail.com)

**Ravil M. Mustafin** — Assistant of the Samara State Technical University, (Samara, Russia), [ravil-bk211@mail.ru](mailto:ravil-bk211@mail.ru)