



Краткое сообщение

УДК 621.785

DOI 10.17073/0368-0797-2022-1-35-37



РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СТРУЙНОГО НАГРЕВА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА

Е. В. Лалетина¹, К. С. Шатохин¹, И. Е. Шестаков²

¹ Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Россия, 119049, Москва, Ленинский пр., 4)

² Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5/1)

Аннотация. Разработана методика нагрева слэбов системой плоских струй, взаимодействующих с поверхностью металла. Технология нагрева должна отвечать современным требованиям по равномерности нагрева, энергоэкономичности, оптимальной скорости нагрева. Выполнены многовариантные расчеты с изменением расположения и количества нагревательных устройств, расстояния от среза сопел до поверхности нагрева. В данной работе с помощью программы ANSYS Fluent показаны возможности нагрева металла посредством струйного нагрева дутьевыми устройствами, формирующими восемь и девять струй. В разрабатываемой методике предполагается использовать нагретый азот, который одновременно выполняет две функции: теплотехническую и технологическую – в качестве защитной атмосферы.

Ключевые слова: струйный нагрев, щелевидные дутьевые устройства, центры торможения потоков, струи азота, угар металла, конвективный нагрев, ANSYS Fluent

Для цитирования: Лалетина Е.В., Шатохин К.С., Шестаков И.Е. Разработка методики струйного нагрева поверхности металла // Известия вузов. Черная металлургия. 2022. Т. 65. № 1. С. 35–37. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2022-1-35-37>

Short report

METHOD FOR JET HEATING OF METAL SURFACE

E. V. Laletina¹, K. S. Shatokhin¹, I. E. Shestakov²

¹ National University of Science and Technology “MISIS” (4 Leninskii Ave., Moscow 119049, Russian Federation)

² Bauman Moscow State Technical University (5/1 Baumanskaya 2nd Str., Moscow 105005, Russian Federation)

Abstract. The report considers development of a methodology for heating slabs with a system of flat jets interacting with the metal surface. Heating technology must meet modern requirements for uniformity of heating, energy efficiency and optimal heating rate. Multivariate calculations were performed with changes in location, number of devices and distance from the nozzle exit to the heating surface. In this work, using the ANSYS Fluent program, an instrumental system was used through the mechanism of blowing devices that form 8 and 9 jets. In the developed methodology, it is proposed to use heated nitrogen, which simultaneously performs two functions: heat engineering and technological (as a protective atmosphere).

Keywords: jet heating, slot-like blowing devices, flow stagnation centers, nitrogen jets, metal waste, convective heating, ANSYS Fluent

For citation: Laletina E.V., Shatokhin K.S., Shestakov I.E. Method for jet heating of metal surface. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2022, vol. 65, no. 1, pp. 35–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2022-1-35-37>

ВВЕДЕНИЕ

Известно большое количество схем и способов нагрева металла. Одним из самых перспективных является струйный конвективный нагрев, в процессе которого теплота передается от газообразного носителя к нагреваемому изделию. Импульсный обжиг обеспечивает значительные преимущества в технологическом процессе благодаря равномерности температуры и высокой скорости. Разработан способ нагрева поверхности

слэбов струями высокотемпературного азота, отличительной особенностью которого является использование плоских настильных струй [1–3].

Важнейшими проблемами нагрева металла перед прокаткой являются угар металла [4], обезуглероживание, высокий расход топлива и низкая производительность печей. Целью данной работы является разработка модели нагрева, позволяющей снизить угар металла и расход топлива, а также достичь равномерного нагрева металла.

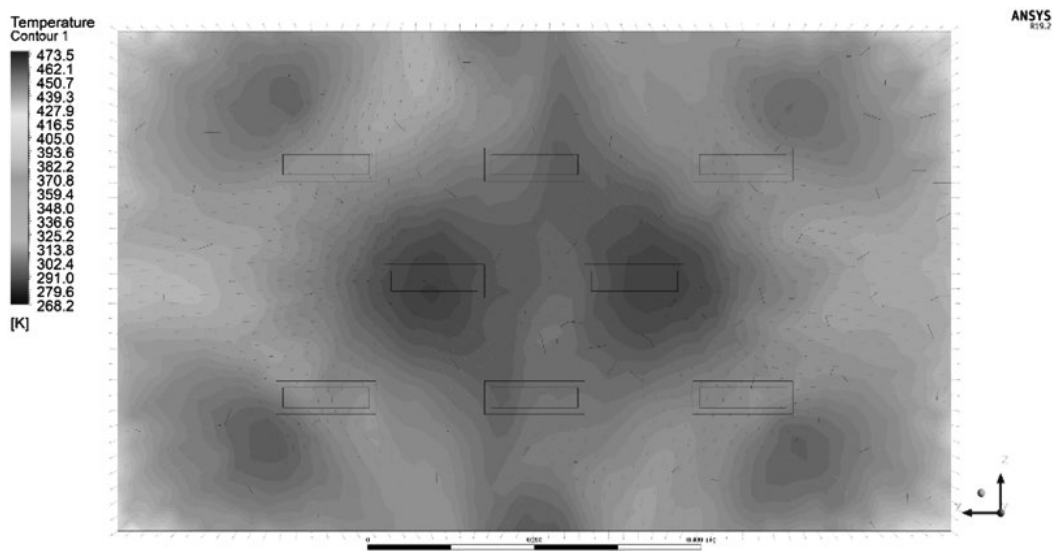


Рис. 1. Распределение температуры на плоской поверхности при наличии девяти сопел (расстояние до среза сопел 1000 мм)

Fig. 1. Temperature distribution on a flat surface in the presence of 9 nozzles (distance to the nozzle exit – 1000 mm)

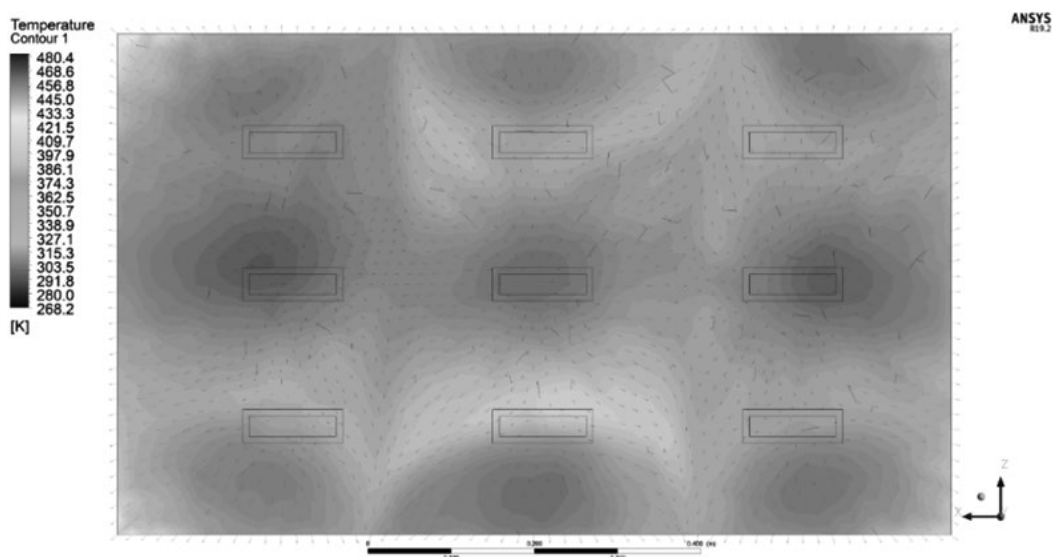


Рис. 2. Распределение температуры на плоской поверхности при наличии восьми сопел (расстояние до среза сопел 1000 мм)

Fig. 2. Temperature distribution on a flat surface in the presence of 8 nozzles (distance from the nozzle exit – 1000 mm)

В предложенной методике нагрев осуществляет система азотных струй, направленных на поверхность металла. Для нагрева предполагается использование азота, так как азотный газ достаточно инертен, не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, не горюч, не токсичен и не взрывоопасен [5]. При проведении расчетов использовались различные варианты расположения дутьевых устройств. В процессе моделирования выяснилось, что более равномерный нагрев происходит при расстановке восьми нагревательных устройств в шахматном порядке.

На рис. 1, 2 показаны схемы расположения дутьевых устройств: восемь и девять сопел, расстояние от среза сопла до плоской поверхности 1000 мм.

Результаты моделирования показали, что девять устройств не позволяют осуществить равномерный нагрев: центры торможения потоков сильно отклоняются от центров сопел, из-за чего максимальная температура смещается на ширину сопла. Более равномерный нагрев получился по результатам моделирования нагрева струями азота из восьми устройств.

Выводы

Предлагаемая методика позволит оптимизировать процесс нагрева слябов, а именно подобрать оптимальное количество нагревательных устройств, снизив угар металла и расход топлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Прибытков И.А., Кондрашенко С.И. Аэродинамика струй, взаимодействующих с плоской поверхностью // Известия вузов. Черная металлургия. 2019. Том 62. № 4. С. 263–269.
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2019-4-263-269>
2. Прибытков И.А., Терехова А.Ю. Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности // Сборник докладов II Международной научно-практической конференции 18–21 сентября 2017 г., Екатеринбург. Екатеринбург: УрФУ, 2018. С. 140–144.
3. Cadena-Ramírez A., Favela-Contreras A., Dieck-Assad G. Modeling and simulation of furnace pulse firing improvements using fuzzy control // Simulation. 2017. Vol. 93. No. 6. P. 477–487.
<https://doi.org/10.1177/0037549717692418>
4. Чернов А.А., Лошкарёв Н.Б., Дружинин Г.М. Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве // Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (ТИМ'2017) с международным участием 12 мая 2017 г., Екатеринбург. Екатеринбург: УрФУ, 2017. С. 155–159.
5. ГОСТ 9293–74. Азот газообразный и жидкий. Технические условия. Дата введения 1976-01-01. Москва: Стандартинформ, 2007. 15 с.
1. Pribytkov I.A., Kondrashenko S.I. Aerodynamics of jets interacting with a flat surface. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2019, vol. 62, no. 4, pp. 263–269. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2019-4-263-269>
2. Pribytkov I.A., Terekhova A.Yu. Modern scientific achievements of metallurgical heat engineering and their implementation in industry. In: *Transactions of the 2nd Int. Sci. and Pract. Conf., Sept. 18–21, 2017, Yekaterinburg*. Yekaterinburg: UrFU, 2018, pp. 140–144. (In Russ.).
3. Cadena-Ramírez A., Favela-Contreras A., Dieck-Assad G. Modeling and simulation of furnace pulse firing improvements using fuzzy control. *Simulation*. 2017, vol. 93, no. 6, pp. 477–487.
<https://doi.org/10.1177/0037549717692418>
4. Chernov A.A., Loshkarev N.B., Druzhinin G.M. Heat engineering and informatics in education, science and production. In: *Transactions of the 6th All-Russ. Sci.-Pract. Conf. of Students, Graduate Students and Young Scientists (TIM'2017) with Int. Participation, May 11–12, 2017, Yekaterinburg*. Yekaterinburg: UrFU, 2017, pp. 155–159. (In Russ.).
5. GOST 9293-74. Gaseous and Liquid Nitrogen. Technical Conditions. Introduction 1976-01-01. Moscow: Standartinform, 2007, pp. 15. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Екатерина Витальевна Лалетина, аспирант кафедры «Энергоэффективные и ресурсосберегающие промышленные технологии», Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
E-mail: laletina1992@mail.ru

Константин Станиславович Шатохин, к.т.н., доцент кафедры «Энергоэффективные и ресурсосберегающие промышленные технологии», Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
E-mail: temp@misis.ru

Илья Ефимович Шестаков, аспирант кафедры ракетных и импульсных систем, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Ekaterina V. Laletina, Postgraduate of the Chair “Energy-Efficient and Resource-Saving Industrial Technologies”, National University of Science and Technology “MISIS”
E-mail: laletina1992@mail.ru

Konstantin S. Shatokhin, Cand. Sci. (Eng.), Assist. Prof. of the Chair “Energy-Efficient and Resource-Saving Industrial Technologies”, National University of Science and Technology “MISIS”
E-mail: temp@misis.ru

Ilya E. Shestakov, Postgraduate of the Chair “Rocket and Impulse Systems”, Bauman Moscow State Technical University

Поступила в редакцию 12.11.2021
После доработки 21.11.2021
Принята к публикации 24.12.2021

Received 12.11.2021
Revised 21.11.2021
Accepted 24.12.2021