

6. Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties / T. DebRoy, H.L. Wei, J.S. Zuback [и др.] // Progress in Materials Science 92. – 2018. – P. 112–224. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.10.001> (дата обращения: 14.03.2024). – Текст: электронный.

7. Comparative study of microstructure evaluation and mechanical properties of 4043 aluminum alloy fabricated by wire-based additive manufacturing / Qiuyu Miao, Dongjiang Wu, Dongsheng Chai [и др.] // Materials and Design. – 2020. – 186. – 108205. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.108205> (дата обращения: 14.03.2024). – Текст: электронный.

## ЗАЩИТА ГИБКОГО ТОКОПОВОДА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛОШНИКОВЫХ ГАЗОВ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

*А.С. Губарев<sup>а</sup>, студент гр. 10В11*

*Научный руководитель: Валуев Д.В. к.т.н., доц.*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Национального исследовательского Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*E-mail: <sup>а</sup>ufz\_c6@bk.ru*

**Аннотация:** Данная статья рассматривает производство ферросилиция в электрометаллургической отрасли. Производство ферросилиция является одним из наиболее крупнотоннажных и энергоёмких видов ферросплавов. Вместе с тем, производство ферросилиция постоянно увеличивается. В статье отмечается, что несмотря на достигнутые успехи в производстве, остается ряд проблемных задач. Эти задачи включают в себя совершенствование технологии плавки, оптимизацию геометрических параметров ванны, электрических режимов работы печей, разливку, фракционирование ферросилиция и решение экологических вопросов.

В работе, представлено мероприятие по защите гибкого токопровода от воздействия колошниковых газов и высоких температур электрической сети.

**Ключевые слова:** ферросплав, токопровод, ферросилиций, газы, температура.

**Abstract:** This article examines the production of ferrosilicon in the electrometallurgical industry. The production of ferrosilicon is one of the most large-scale and energy-intensive types of ferroalloys. At the same time, ferrosilicon production is constantly increasing. The article notes that despite the progress achieved in production, a number of problematic tasks remain. These tasks include improving smelting technology, optimizing the geometric parameters of the bath, electrical operating modes of furnaces, casting, fractionation of ferrosilicon and solving environmental issues.

The work presents a measure to protect flexible current supply from the effects of furnace gases and high temperatures of the electrical network.

**Keywords:** ferroalloy, current supply, ferrosilicon, gases, temperature.

В открытых ферросплавных печах через открытую колосниковую решетку выделяется большое количество тепла и отходящих газов, которые оказывают негативное воздействие на гибкие токоподводящие провода.

Из-за наличия влаги и углекислого газа в отходящих газах (при температуре выше 200 °С) в открытых ферросплавных печах сильно окисляются поверхности медной проволоки и ленты гибких токопроводов. Толщина оксидной пленки достигает 0,15–0,3 мм, площадь поперечного сечения отдельных проволок, лент и токопроводов в целом уменьшается на 20–60 % (усадка), быстро увеличивается электрическое сопротивление. С увеличением активного сопротивления возрастают потери, т. е. увеличивается количество выделяемой тепловой энергии и температура токопровода; при температуре выше 100 °С возрастает интенсивность коррозии при воздействии на медь агрессивных компонентов колошниковых газов (например, водорода, углекислого газа, серосодержащих веществ во взвешенном состоянии). Гибкие токопроводы в коротких сетях охлаждаются только в башмачной части, поэтому температура в их средней части максимальна (на 30–60 °С выше).

Как показала практика, в условиях замещения части кокса длиннопламенным углём, данные гибкие токопроводы уязвимы к действию колошниковых газов и выделяемому теплу от продуктов горения, что увеличило количество горячих простоев открытых ферросплавных печей, тем самым привело к потерям в производстве и перерасходу электроэнергии.

Для бесперебойной работы печи на повышенных навесках длиннопламенного угля и с целью уменьшения горячих простоев и потерь в производстве необходима защита гибкого токопровода от воздействия высоких температур и агрессивных компонентов колошниковых газов.

Подходящим вариантом в данном случае будет использование системы «Воздушная завеса».

Схематическое устройство системы «Воздушная завеса» представлена на рисунке 1.

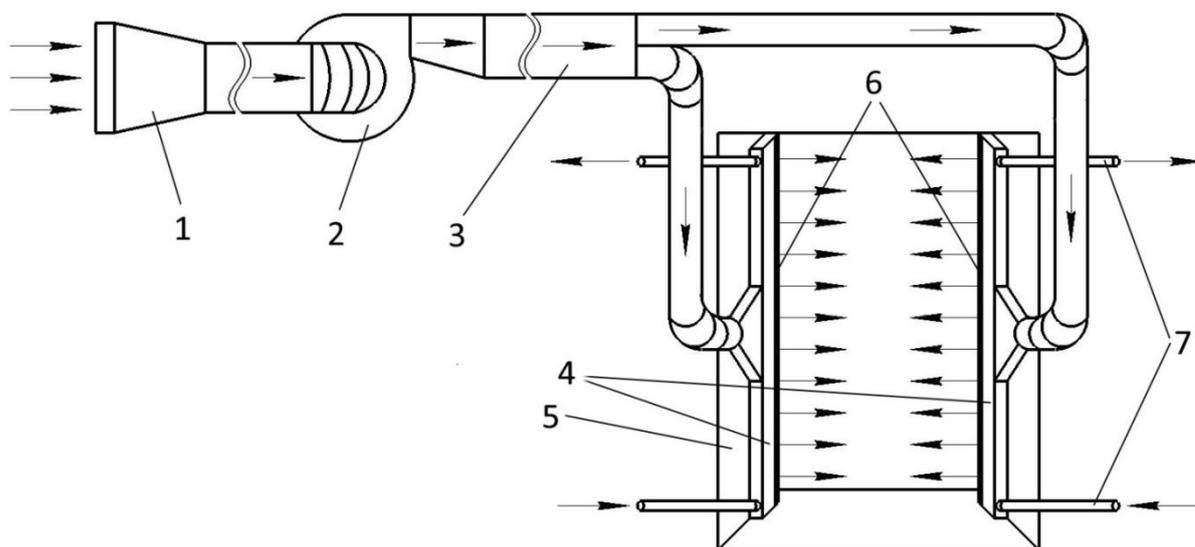


Рис. 1. Схема системы «Воздушная завеса»:

1 – воздухозаборник, 2 – радиальный вентилятор, 3 – воздуховоды, 4 – щелевая секция, 5 – тамбур зонты печи, 6 – приточное отверстие, 7 – система водяного охлаждения щелевой секции

Воздушная завеса – это система, создающая плоский воздушный поток, разделяющий рабочую зону колошника печи от окружающей среды, тем самым отсекая колошниковые газы и уменьшая воздействие высоких температур на гибкий токоподвод печи.

Вывод:

К преимуществам системы «Воздушная завеса» можно отнести:

- уменьшение воздействия  $\text{CO}_2$  на гибкие токоподводы;
- снижение температуры от горения продуктов колошника печи;
- обеспечение охлаждения подвижного башмака;
- образование барьера против дыма от продуктов горения через тамбур печи;
- увеличение срока эксплуатации гибкого токоподвода.

Недостатками являются:

- высокая себестоимость;
- сложность в изготовлении;
- наличие дополнительных подводов охлаждения.

Из приведённых преимуществ и недостатков видно, что система «Воздушная завеса» это эффективное устройство, при затратах на установку которого, в дальнейшем снизятся горячие простои печей по причине выхода из строя гибких токоподводов и вследствие чего снизятся потери в производстве.

Список использованных источников:

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. – М. : Академкнига, 2002.
2. Поволоцкий Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов / Д.Я. Поволоцкий, В.Е. Рошин, Н.В. Мальков. – М. : Металлургия, 1995.
3. Севрюков Н.Н. Общая металлургия / Н.Н. Севрюков, Б.А. Кузьмин, Е.В. Челищев. – М. : Металлургия, 1976.
4. Тарасов А.В. Общая металлургия : учебник для вузов / А.В. Тарасов, Н.И. Уткин. – М. : Металлургия, 1997.