

УДК 669.018.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛОГО (ТРУБЧАТОГО) ЭЛЕКТРОДА НА ХАРАКТЕР ГОРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Кожухов А.А., к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Металлургия и металловедение» (koshuhov@yandex.ru)
Ткачев А.С., ассистент кафедры «Металлургия и металловедение»
Мельников Е.Н., аспирант

Старооскольский технологический институт, филиал НИТУ МИСиС
(309516, Россия, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, 42)

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с изучением влияния полого (трубчатого) электрода на характер горения электрической дуги. Выполнены лабораторные исследования по изучению влияния полого (трубчатого) электрода на режим горения электрических дуг. В ходе исследований установлено, что наименьший угол отклонения электрической дуги от оси электрода достигается при отношении $d_{отв}/D_{эл} = 0,2$. Получено регрессионное уравнение, позволяющее оценить угол отклонения электрической дуги в зависимости от диаметра отверстия в полом (трубчатом) электроде.

Ключевые слова: дуговая сталеплавильная печь, электрическая дуга, полый (трубчатый) электрод, угол отклонения.

В настоящее время одной из актуальных задач, стоящих перед отечественной металлургией, является снижение энергетических затрат на производство стали. На основе анализа научно-технической литературы [1, 2] установлено, что одним из перспективных направлений снижения энергоемкости выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) является применение полых (трубчатых) электродов.

Первые исследования в данном направлении были выполнены в начале XX в., большинство из них были направлены на решение вопросов, связанных со ста-

билизацией режима горения электрических дуг и повышением эффективности электрического режима ДСП. Однако в научной литературе нет точных данных о влиянии электродов данной конструкции на режим горения электрической дуги. В связи с этим на электропечной установке, представленной на рис. 1, были выполнены исследования по изучению режима горения электрической дуги при использовании полого (трубчатого) электрода. В ходе проведения исследований на электропечной установке использовались графитированные электроды двух типов: сплошные

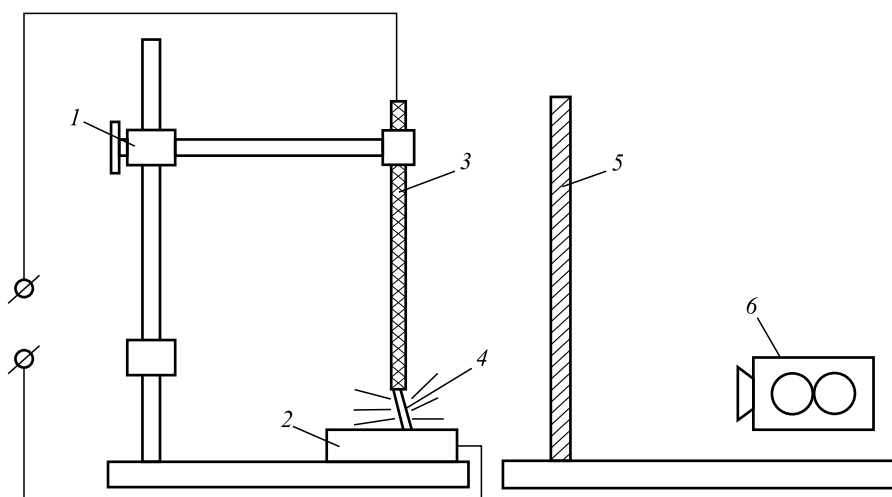


Рис. 1. Схема экспериментальной лабораторной установки для изучения угла отклонения электрической дуги:
1 – механизм перемещения электрода; 2 – графитовая пластина; 3 – графитированный электрод; 4 – электрическая дуга;
5 – защитный экран; 6 – видеокамера

Fig. 1. The scheme of experimental laboratory installation for studying of deviation angle of electric arc:
1 – movement mechanism of electrode; 2 – graphite plate; 3 – the graphitized electrode; 4 – electric arc; 5 – screen; 6 – video camera

и полые (трубчатые). Наружный диаметр электродов составлял $D_{эл} = 35$ мм. Диаметр отверстий в полых (трубчатом) электроде варьировался в соотношении $d_{отв}/D_{эл}$ от 0,05 до 0,5. Электропитание установки осуществлялось от трансформатора, представляющего собой два соединенных последовательно выпрямителя с номинальной мощностью $P = 23,7$ кВт. Для более устойчивого горения электрической дуги, горящей между графитовым и подовым электродом, и создания условий, близких к реальным, в дуговых сталеплавильных печах на подовый электрод подкладывалась металлическая заготовка для образования жидкого металла.

В ходе эксперимента велась видеосъемка через защитный экран. Результаты видеосъемки подвергались цифровой обработке с помощью программы Blitz 3d. Суть обработки заключалась в разбиении полученного в ходе эксперимента видео на кадры с последующим переводом кадров из цветного спектра в серый. Затем отдельный кадр подвергался оценке каждого пикселя по яркости (пиксели с высокой яркостью оценива-

лись как электрическая дуга, с низкой – как свободное пространство). Анализ полученного в ходе эксперимента видео (рис. 2) позволил установить, что величина угла отклонения электрической дуги от оси электрода определяется соотношением $d_{отв}/D_{эл}$. В результате обработки полученных в ходе эксперимента данных была построена зависимость угла отклонения электрической дуги от соотношения $d_{отв}/D_{эл}$, представленная на рис. 3, анализ которого показывает, что наименьший угол отклонения электрической дуги достигается при $d_{отв}/D_{эл} = 0,2$. По результатам статистической обработки полученных данных была получена регрессионная зависимость, позволяющая оценить влияние диаметра отверстия в электроде на величину угла отклонения электрической дуги:

$$\alpha = 502,6 \left(\frac{d_{отв}}{D_{эл}} \right)^2 - 258,3 \left(\frac{d_{отв}}{D_{эл}} \right) + 42,56, R^2 = 0,951. (1)$$

Выводы. Выполнены лабораторные исследования по изучению влияния полого (трубчатого) электрода

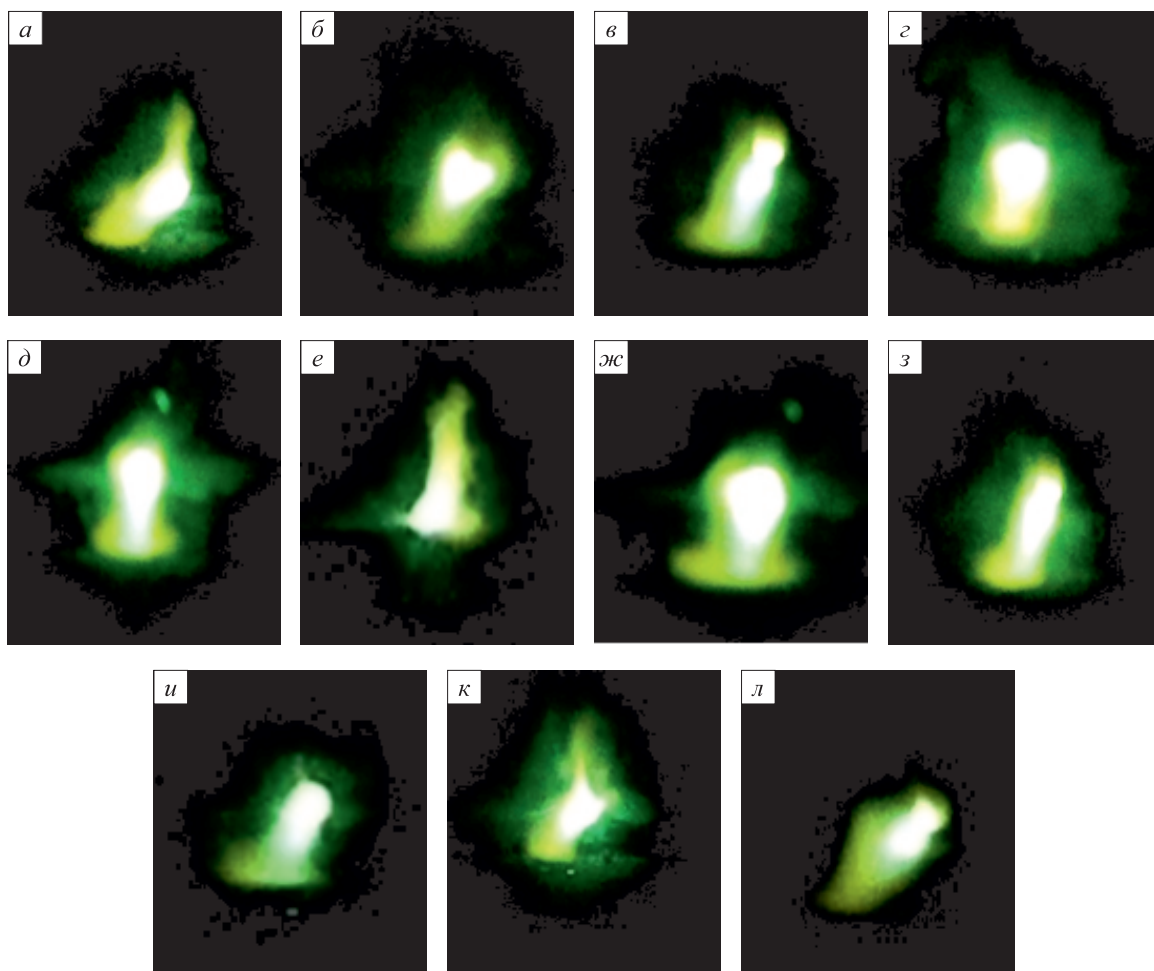


Рис. 2. Фотографии электрической дуги при различном отношении $d_{отв}/D_{эл}$: а – 0; б – 0,05; в – 0,10; г – 0,15; д – 0,20; е – 0,25; ж – 0,30; з – 0,35; и – 0,40; к – 0,45; л – 0,50

Fig. 2. Photos of an electric arc at various relation of $d_{отв}/D_{эл}$: а – 0; б – 0,05; в – 0,10; г – 0,15; д – 0,20; е – 0,25; ж – 0,30; з – 0,35; и – 0,40; к – 0,45; л – 0,50

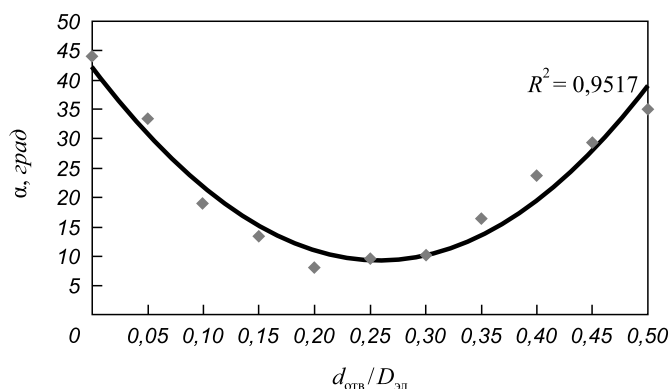


Рис. 3. Зависимость угла отклонения электрической дуги от диаметра отверстия в электроде

Fig. 3. Dependence of deviation angle of an electric arc from diameter of the hole in electrode

на режим горения электрических дуг. В ходе исследований установлено, что наименьший угол отклонения электрической дуги от оси электрода достигается при отношении $d_{отв}/D_{эл} = 0,2$. Получено регрессионное уравнение, позволяющее оценить угол отклонения электрической дуги в зависимости от диаметра отверстия в полом (трубчатом) электроде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров А.Е., Никольский Л.Е., Огороков Н.В. О применении трубчатых электродов в дуговых электрических печах // Электротермия. 1962. № 9. С. 27 – 31.
2. Огороков Н.В., Никольский Л.Е., Егоров А.В. Эффективность работы дуговой печи на трубчатых электродах // Электротермия. 1962. № 9. С. 13 – 18.

Поступила 26 января 2015 г.

IZVESTIYA VUZov. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA – FERROUS METALLURGY. 2015. Vol. 58. No. 3, pp. 207–209.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF HOLLOW (TUBULAR) ELECTRODE ON NATURE OF ELECTRIC ARC BURNING IN EAF

Kozhukhov A.A., Cand. Sci. (Eng.), Assist. Professor, Head of the Chair “Metallurgy and Metallography” (koshuhov@yandex.ru)

Tkachev A.S., Assistant of the Chair “Metallurgy and Metallography”

Mel'nikov E.N., Postgraduate

Sary Oskol Technological Institute of National University of Science and Technology “MISiS” (42, Makarenko, Saryi Oskol, Belgorod Region, 309516 Russia)

Abstract. The article considers the questions about influence of a hollow (tubular) electrode on nature of electric arc burning. Laboratory researches according these were executed. During researches it was established

that the smallest deviation angle of an electric arc from an axis of the electrode was reached at relation $d_{отв}/D_{эл} = 0.2$. The regression equation allowing to estimate the deviation angle of electric arc depending on diameter of hole in a hollow (tubular) electrode was obtained.

Keywords: electric arc, hollow (tubular) electrode, deviation angle.

REFERENCES

1. Egorov A.E., Nikol'skii L.E., Okorokov N.V. The application of tubular electrodes in electric arc furnaces. *Elektrotermiya*, 1962, no. 9, pp. 27–31. (In Russ.).
2. Okorokov N.V., Nikol'skii L.E., Egorov A.V. The efficiency of the arc furnace with tubular electrodes. *Elektrotermiya*, 1962, no. 9, pp. 13–18. (In Russ.).

Received January 26, 2015