

УДК 621.791.75

EDN [OGOYTZ](#)



## Влияние конструкции неплавящегося электрода на сосредоточенность дуги

**А.В. Савинов, Д.А. Муругов\*, Р.Р. Иванов, А.А. Петров, И.А. Яковлев**

Волгоградский государственный технический университет, пр. им. Ленина, 28,  
Волгоград, 400005, Россия

\*E-mail: [dmitry.murugov97@yandex.ru](mailto:dmitry.murugov97@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе проводились исследования влияния тока и конструкции неплавящихся электродов на сосредоточенность дуги в аргоне и гелии. Полученные результаты подтверждают значительное влияние конструкции электрода и сварочного тока и позволяют рекомендовать для осуществления электродуговой термообработки электроды с заточкой рабочего участка в виде сопряженных конусов в сочетании с параметрами тока дуги более 200А. Распределение теплового потока в гелии, помимо большего значения коэффициента сосредоточенности, характеризуется также и большими значениями удельного теплового потока. По этой причине в дальнейшем рационально для дуговой термической обработки без оплавления поверхности металла использовать аргон в качестве защитного газа. Установлено, что величина коэффициента сосредоточенности  $k$  дуги с неплавящимся электродом значительно зависит от конструкции электрода и значения сварочного тока, и на 100-150% снижается при увеличении тока от 30 до 250 А. Таким образом коэффициент сосредоточенности дуги с диффузным катодным пятном, в среднем, в 2 раза меньше, чем с сосредоточенным, значения  $k$  в аргоне на 20-30% ниже, чем в гелии. Увеличение сварочного тока свыше 200А практически не влияет на величину коэффициента сосредоточенности дуги и его значение в этом диапазоне токов определяется лишь конструкцией неплавящегося электрода и видом защитного газа.

**Ключевые слова:** сварка неплавящимся электродом, конструкция неплавящегося электрода, формирование сварных швов, сосредоточенность дуги.

## Influence of non-consumable electrode design on arc concentration

**A.V. Savinov, D.A. Murugov\*, R.R. Ivanov, A.A. Petrov, I.A. Yakovlev**

Volgograd State Technical University, 28, Lenina pr., Volgograd, 400005, Russia

\*E-mail: [dmitry.murugov97@yandex.ru](mailto:dmitry.murugov97@yandex.ru)

**Abstract.** In the work, studies were carried out of the influence of current and the design of non-consumable electrodes on the concentration of the arc in argon and helium. The results obtained confirm the significant influence of the electrode design and welding current and allow us to recommend electrodes with sharpening of the working area in the form of conjugated cones in combination with arc current parameters of more than 200A for electric arc heat treatment. The distribution of the heat flux in helium, in addition to a larger value of the concentration coefficient, is also characterized by large values of the specific heat flux. For this reason, in the future, it is rational to use argon as a shielding gas for arc heat treatment without melting the metal surface. It has been established that the value of the concentration factor  $k$  of the arc with a non-consumable electrode significantly depends on the design of the electrode and the value of the welding current, and decreases by 100-150% with an increase in current from 30 to 250 A. Thus, the concentration factor of the arc with a diffuse cathode spot, on average, 2 times less than with lumped, the values of  $k$  in argon are 20-30% lower than in helium. An increase in the welding current above 200A practically does not affect the magnitude of the arc concentration factor and its value in this current range is determined only by the design of the non-consumable electrode and the type of shielding gas.

**Keywords:** non-consumable electrode welding, non-consumable electrode design, formation of welds, arc concentration.

## 1. Введение

Для решения задач, поставленных в данной работе, проводились исследования влияния тока и конструкции неплавящихся электродов на сосредоточенность дуги в аргоне и гелии.

## 2. Методы и материалы исследования

В работе для определения коэффициента сосредоточенности дуги использовалась методика, разработанные Сидоровым В.П. и Рыкалиным Н.Н. [1, 2]. В исследованиях применяли неплавящиеся электроды с тремя различными конструкциями рабочих участков: с конической заточкой рабочего участка, с заточкой рабочего участка на обратный конус и полые катоды.

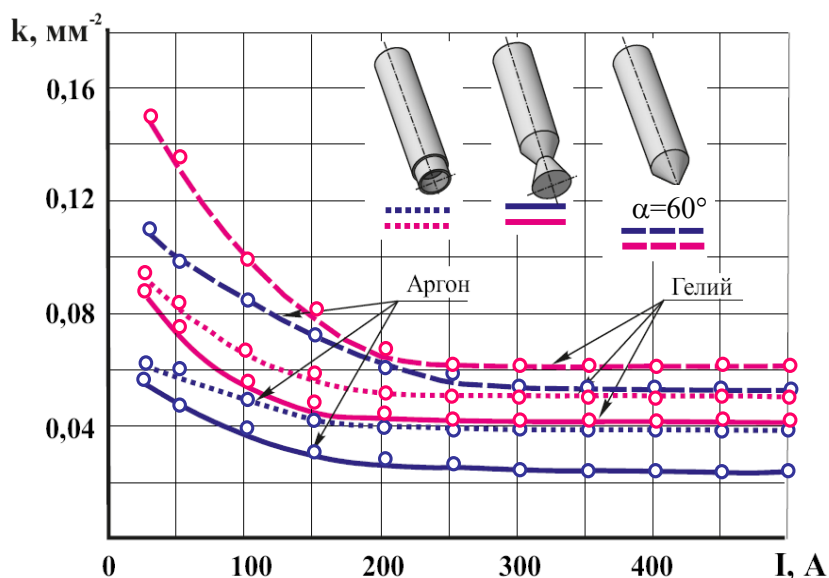
## 3. Полученные результаты

Результаты исследований представлены на рисунке 1. Как видно, конструкция неплавящегося электрода оказывает значительное влияние на коэффициент сосредоточенности дугового разряда, причем влияние — это более заметно при относительно малых значениях тока. Так, например, при токе дуги 30 А коэффициент сосредоточенности дуги для электрода с конической заточкой рабочего участка в 1,8 раза выше, чем для полого катода и в 2,1 раза превышает этот показатель для дуги с электродом, заточенным на обратный конус. При величине тока более 300 А это соотношение снижется по отношению к полному катоду (1,5 раза) и остается неизменным по отношению к электроду с заточкой на обратный конус (2,2 раза).

Коэффициент сосредоточенности дуги снижается с ростом тока. Наиболее заметно это изменение у электродов с конической заточкой и проявляется в наибольшей степени для дуги в гелии (в 2,5 раза при увеличении тока от 30 до 250 А). В наименьшей степени такое снижение отмечается у полого катода (1,5 раза). Независимо от конструкции неплавящегося электрода увеличение тока более 200 А практически не сказывается на значении коэффициента сосредоточенности дугового разряда. Важно отметить, что для каждой конкретной конструкции неплавящегося электрода коэффициент сосредоточенности дуги в гелии всегда выше, чем в аргоне, хотя и в разной степени. У электрода с конической заточкой рабочего участка минимальная разница, при значении тока ~200 А различия сосредоточенности дуг в аргоне и гелии практически не наблюдается. Учитывая конструкции электрода, величины тока дуги и вид защитного газа диапазон изменения коэффициента сосредоточенности дуги составил от 0,025 до

0,15 мм<sup>2</sup> (рисунок 1) [3].

По полученным результатам экспериментов можно утверждать, что величина коэффициента сосредоточенности  $k$  дуги с неплавящимся электродом значительно зависит от геометрии рабочего участка и значения тока, и на 50-100% уменьшается при увеличении тока в диапазоне 30 ... 250 А. Также коэффициент сосредоточенности дуги с диффузным катодным пятном, в среднем, на 100% меньше, чем с сосредоточенным, значения  $k$  в аргоне на 20÷30% ниже, чем в гелии. При значении сварочного тока  $I_{св}$  более 200А влияние на величину коэффициента сосредоточенности дуги незначительное и его значение в этом диапазоне токов определяется конструкцией неплавящегося электрода и применяемого защитного газа [3].



**Рисунок 1.** Зависимость сосредоточенности дуги от тока, газа и формы рабочего участка неплавящегося электрода: длина дуги – L=6 мм, источник тепла – стационарный ( $V_{пр}=0$  м/с).

На рисунке 1 показаны результаты, подтверждающие значительное влияние геометрии рабочего участка электрода и значения сварочного тока и позволяют рекомендовать для осуществления электродуговой термообработки электроды с заточкой рабочего участка в виде сопряженных конусов в сочетании с параметрами тока дуги более 200 А. Распределение теплового потока в гелии, кроме большего коэффициента сосредоточенности дуги, также характеризуется и большими значениями удельного теплового потока  $q$ . По этой причине рационально использовать в качестве защитного газа аргон при дуговой термической обработке без оплавления поверхности металла.

#### 4. Выводы

Таким образом, по полученным результатам, представленными на рисунке 2, видно, что в аргоне и гелии значительно отличается распределение теплового потока в металл от дуги [1]. Осевой тепловой поток от дуги в гелии при прочих равных условиях в 7,0÷9,0 раз выше, чем в аргоне и несколько увеличивается с ростом тока. Существенно выше оказывается и интегральное значение теплового потока. В связи с изложенным, несмотря на более высокую тепловую эффективность дуги в гелии, ее применение для термообработки не представляется целесообразным, так как способствует в большей степени проплавлению материала, нежели его равномерному нагреву.

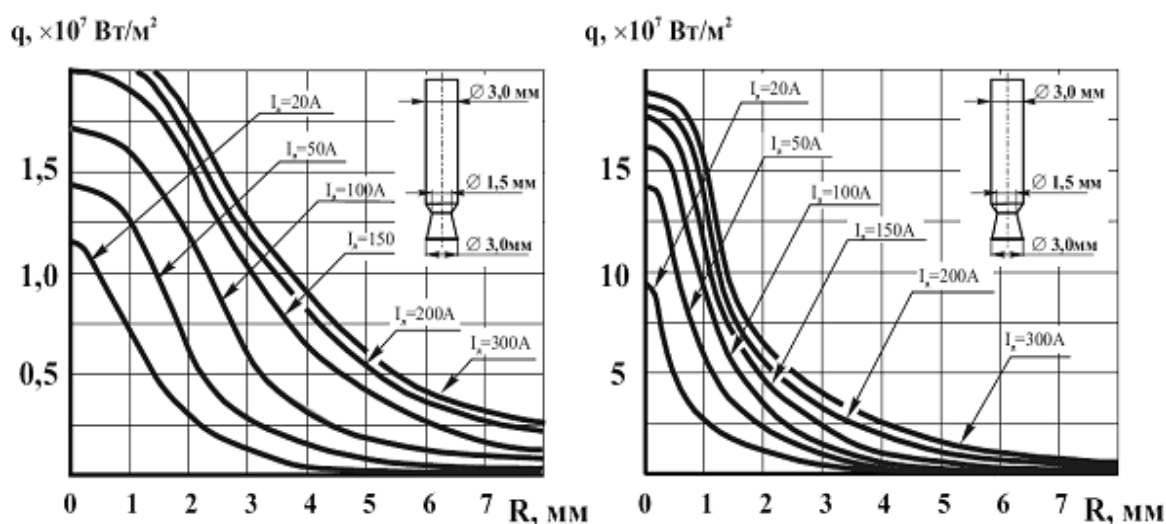


Рисунок 2. Распределение тепловых потоков дуги в аргоне (а) и гелии (б).

Полученные в работе экспериментальные значения коэффициента сосредоточенности дуги согласуются с результатами исследований [4, 5].

#### Список литературы

1. Сидоров, В.П. Определение эффективной мощности источника нагрева при сварке плазменной трёхфазной дугой / В.П. Сидоров, В.И. Столбов, И.П. Куркин // Сварочное производство. – 1988. – № 5. – С. 30-32.
2. Рыкалин, Н.Н. Тепловые параметры сварочной дуги / Н.Н. Рыкалин, И.Д. Кулагин // Труды секции по научной разработке проблем электросварки и электротермии «Тепловые процессы при сварке». – 1953. – №2. – С. 10-59.

3. Арефьев, И.В. Снижение остаточных напряжений в восстановленных наплавкой конструкциях из низкоуглеродистых сталей электродуговой обработкой: дисс. канд. техн. наук. 05.02.10. – Волгоград, 2011. – 19 с.
4. Царьков, А.В. Определение коэффициента сосредоточенности сварочной дуги при сварке неплавящимся электродом / А.В. Царьков, Г.В. Орлик // Сварочное производство. – 2001. №6. – С. 3-6.
5. Власов, С.Н. Исследование и разработка технологии гелиеводуговой сварки неплавящимся электродом тонколистовых элементов из сплавов типа хромаль: дисс. канд. техн. наук: 05.03.06. – Волгоград. - 2004. – 169 с.