Исследование характеристик генератора низкотемпературной плазмы постоянного тока с прямой дугой

Гаджиев М.Х., Тюфтяев А.С., Саргсян М.А., Ильичев М.В., Демиров Н.А.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия, [makhach@mail.ru](mailto:makhach@mail.ru)

В технологических процессах, где необходима температура до десятков тысяч градусов: сварка, резка, упрочнение, напыление, наплавка и переплав, легирование сталей азотом из дуговой плазмы, получение сталей с особо низким содержанием углерода, очистка металла от неметаллических включений, десульфурация и другие процессы рафинирования, все более широкое применение находят генераторы низкотемпературной плазмы (ГНП).В последние годы проявляется интерес к ГНП с прямой дугой для эффективного легирования стали азотом при плазменно-дуговом переплаве, что позволяет получить сталь с более высоким и равномерным содержанием азота [1] за счет активного поглощения жидким металлом азота, находящегося в возбужденном и в атомарном состоянии. Все это способствует измельчению зерна, повышению прочностных свойств, пластичности, суммарной работы разрушения, износостойкости в условиях сухого трения и снижению скорости коррозии [2]. Для обеспечения технологии необходимо иметь надежный ГНП, работающий в широком диапазоне изменения тока дуги и расхода плазмообразующего газа. В отличие от ГНП с косвенной дугой плазмотрон с прямой дугой позволяет с учетом термических нагрузок и эрозии основных частей ГНП получить гораздо большую тепловую мощность. [2]. За основу такого устройства был взят ГНП с расширяющимся каналом выходного электрода, обеспечивающий горение дуги в ламинарном потоке при высокой скорости газа на входе, увеличение КПД, повышение стабильности и ресурса работы устройства в широких пределах изменения силы тока дуги и расхода плазмообразующего газа [3]. Для разработанного плазмотрона определены оптимальные параметры: сила тока 100 ÷ 150 А, расход плазмообразующего азота ~0.23 г/c, расстояние устойчивого горения дуги 60 ÷ 63 мм. Исследование ВАХ показало, что с увеличением силы тока в диапазоне 100 ÷ 200 А происходит незначительное падение напряжения от 105 до 98 В. Для определения плазмохимического состава и параметров потока высокоэнтальпийной плазмы применялись спектральные методы с использованием трехканального оптоволоконного спектрометра AvaSpec 2048. Подсчет электронной температуры *Те* производится методом относительных интенсивностей линий NI с различающимися энергиями возбуждения верхних уровней. Концентрация электронов *ne* может быть получена по Штарковской полуширине Бальмеровских линий водорода Hα и Hβ или по линиям с большими константами штарк-эффекта [4]. Таким образом, плазменный поток азота с расходом 0,23 г/c при силе тока дуги 100 А воздействует на поверхность расплава с температурой и концентрацией электронов *Те ~* 0.6 эВ (7000 К), *n*e ~ 1016 cм–3 соответственно.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 17-08-00127

Литература

1. Лакомский В.И., Плазменно-дуговой переплав. // Киев. Техника, 1974. 335 с.
2. Баева Л.А., Ильичев М.В., Тюфтяев А.С., Филиппов Г.А., Щукина Л.Е. // Сталь. 2017. № 12. С.54 – 56.
3. Исакаев Э.Х., Тюфтяев А.С., Гаджиев М.Х.//ФХОМ. 2016. С 1 – 4.
4. Чиннов В.Ф. Излучательные свойства и спектроскопия низкотемпературной плазмы. // М. Издательский том МЭИ, 2012. 168 с**.**