

ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ТИТАНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОКА ОБРАТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ

Ильенко Антон Алексеевич

Научный руководитель: Зайдес Семён Азикович

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ooostyle.inbox@yandex.ru

Актуальность вопроса. При неразъемном соединении титановых сплавов чаще всего используют сварку в аргоне на прямой полярности. Перед началом процесса зачищают соединяемые поверхности и производят сварку в отдельных камерах с защитной атмосферой. Присутствует проблема в снятии альфированного слоя, твердость которого значительно выше твердости основного металла. Определенные трудности при сварке вызывает оксидная пленка на поверхности металла. В работе предлагается изменить полярность тока, что приведет к решению ряда проблем. В работе проведена параллель между сваркой и упрочнением. Ведь сущность понятия дуги одинакова при сварке в аргоне и упрочнении инертным газом. Объектом исследования была сварочная дуга и происходящие в ней процессы. Методика процесса изложена в работе [1].

Целью исследования являлось установление параметров, влияющих на поведение катодных пятен, оценка структуры треков, установление выводов по влиянию индукции магнитного поля на формообразование треков от катодных пятен.

В данной работе был применен метод автографов, предложенный Кесаевым [2]. Он заключается в изучении строения и формы катодных пятен посредством отпечатков, сделанных на подложке образца сварочной дугой. На подложку наносится тонкий слой токопроводящего материала. В работе использовали медь и золото.

На первом этапе в качестве рабочей гипотезы предполагалось, что если катодные пятна являются концентрированным источником тепла [3,4], то часть тепловой энергии после испарения пленки должна идти на нагрев и плавление подложки, на которую нанесена пленка, а, следовательно, на подложке должен остаться тепловой отпечаток катодного пятна.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: разработать методику проведения экспериментальных работ с использованием современного оборудования; осуществить визуализацию

процесса горения дуги на обратной полярности при различных значениях силы сварочного тока, диаметра электрода, расхода плазмообразующего газа; исследовать поведение катодных пятен на поверхности титана; выявить зависимость влияния индукции магнитного поля на формообразование треков от катодных пятен; провести анализ полученных результатов, выявить закономерности и разработать практические рекомендации, применительно для упрочнения в защитных газах титана и титановых сплавов.

Для проведения исследования использовали установку для дуговой сварки в защитных газах КЕМРР. Она состоит из источника питания PSS 5000 и осциллятора для высоковольтного пробоя TU50 (холостой ход 80В, ток 500А). С помощью фотоаппарата Sony осуществляли съемку процесса в цвете. Перед съемкой нужно было отстроить диафрагму и выдержку фотоаппарата. Причем, это должно производиться перед каждым проведением опыта. Высокоскоростная камера обеспечивала регистрацию поведения катодных пятен на поверхности металла. Тепловизором проводили регистрацию поведения катодных пятен посредством выявления более высоких тепловложений на поверхности металла.

Особой популярностью при сварке титана пользуется аргон, при этом сила тока при сварке листа 3 мм достигает 200 А. В работе предлагается проводить сварку 3 миллиметрового листа силой тока около 60 А (по предварительным подсчетам).

Линейная интенсивность теплового потока подразумевает вложение энергии на единицу длины металла за единицу времени. По показаниям этого графика (рис.1) можно судить, что тепловложение на обратной полярности почти в два раза выше, чем на прямой.

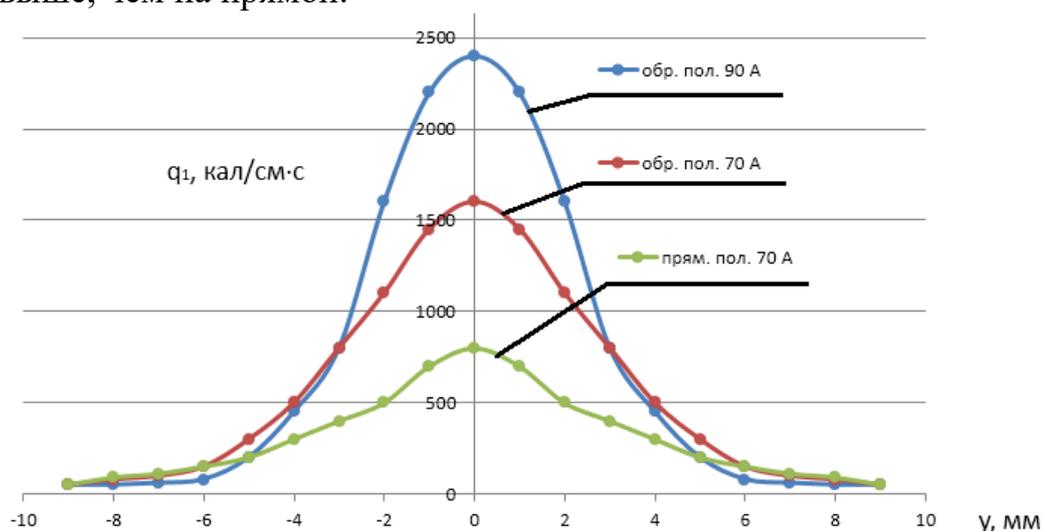


Рисунок 1 – Распределение линейной интенсивности теплового потока дуги

В зависимости от величины дугового промежутка диаметр пятна нагрева будет изменяться. Из-за геометрической формы торца электрода дуга начинает вести себя хаотично и появляется несколько катодных пятен на поверхности.

На рисунке 2 изображено формирование катодных пятен в зависимости от силы тока. По истечении интервала времени процесс стабилизируется и образуется одно катодное пятно.

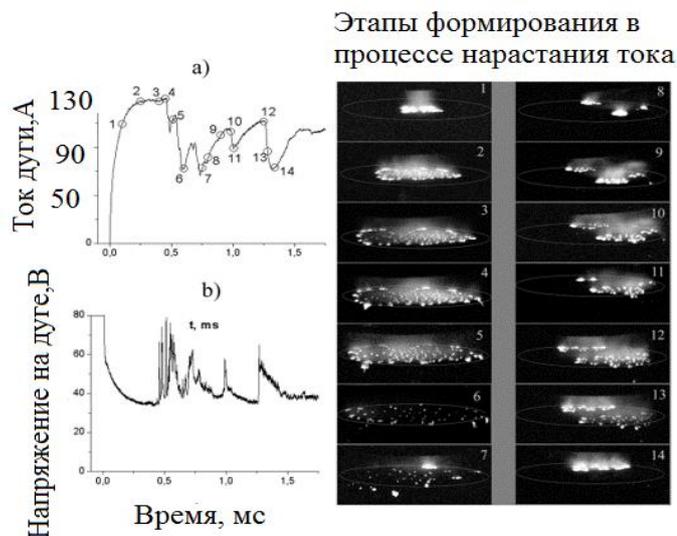


Рисунок 2 – Этапы формирования катодного пятна

Так же было определено, что при повышении силы сварочного тока увеличивается и скорость движения катодного пятна. Тем самым увеличивается эмиссия электронов с поверхности катода.

На рисунке 3,а показано, что при выключенной индукции наблюдается прямая зависимость изменения напряжения и тока разряда. Это происходит даже при воздействии на катодные пятна индукцией магнитного поля до 5,7 мТл. Напряжение на дуге около 20 В. Далее происходит обратная зависимость от первого- при повышении тока напряжение уменьшается.

Точно такая же зависимость наблюдается и при индукции арочного магнитного поля (рис. 3,б). Только показатели индукции, при которых наступает отклонение графика в другую сторону, равно около 7 мТл. При этом напряжение на дуге 25 В.

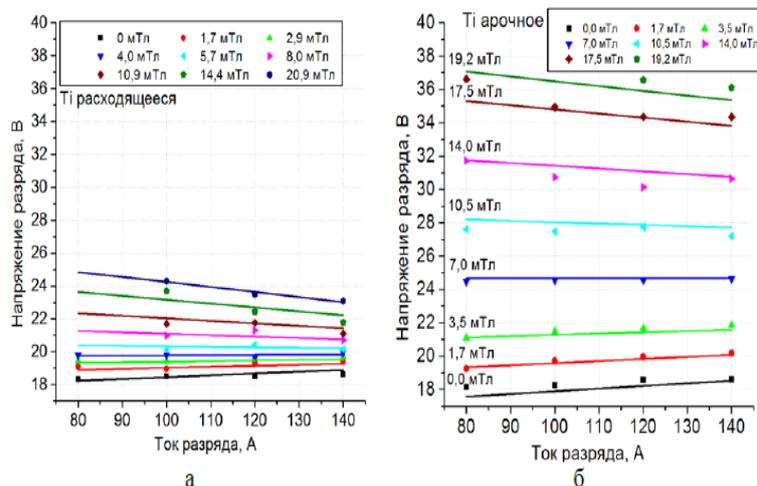


Рисунок 3 – Вольт-амперные характеристики вакуумного дугового разряда

Арочное магнитное поле имеет высокое влияние на направление катодных пятен при упрочнении. Это сказывается за счет индукции магнитного поля.

Так называемые елочные структуры (рис. 4) объясняются тем, что в процессе токового разряда ячейка катода начинает делиться и пытаться существовать автономно. Но процесс жизни таких ячеек очень небольшой.

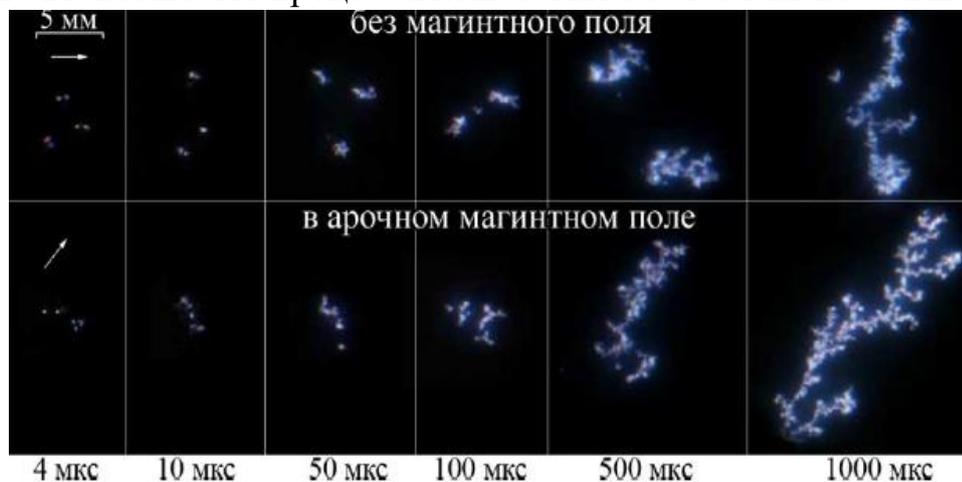


Рисунок 4 – Развитие трека катодного пятна

Выводы:

1. Упрочнение сплавов с окисленной поверхностью (сталь, алюминий, титан) на токе обратной полярности обеспечивает лучшие удаления оксидной пленки с поверхности металла за счет высокой эмиссии электронов.
2. Тепловложение при упрочнении на обратной полярности примерно в 2 раза больше, чем при упрочнении на токе прямой полярности.
3. Индукция магнитного поля вызывает процесс деления катодных пятен.
4. Полученные результаты методом автографов доказывают дискретность внутренней структуры катодного пятна сварочной дуги.

Библиографический список

1. Балановский А.Е. Плазменное поверхностное упрочнение металлов. — Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2006. 180 с.
2. Кесаев И.Г. Катодные процессы электрической дуги. М.: Наука, 1968. 244 с.
3. Раховский В.И. Физические основы коммутации электрического тока в вакууме. М.: Наука, 1970. 536 с.
4. Вакуумные дуги. Теория и приложения / Под ред. Дж. Лафферти. М.: Мир, 1982. 432 с.