

УДК 621.791.927

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ СТАЦИОНАРНОЙ
И ПУЛЬСИРУЮЩЕЙ ДУГОЙ К СТАЛЯМ МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА

О.И. Стальниченко, Д.В. Иоргачев, В.Д. Иоргачев

Аннотация. Приведены результаты исследований структуры наплавленного металла плазменно-порошковой наплавкой стационарной и пульсирующей дугой.

Ключевые слова: плазменная наплавка, пульсирующая дуга, структура металла, зона термического влияния.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ
ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ СТАЦІОНАРНОЮ
І ПУЛЬСУЮЧОЮ ДУГОЮ ДО СТАЛЕЙ МАРТЕНСИТНОГО КЛАСУ

О.І. Стальніченко, Д.В. Іоргачев, В.Д. Іоргачев

Анотація. Наведено результати досліджень структури наплавленого металу плазменно-порошковим наплавленням стаціонарною і пульсуючою дугою.

Ключові слова: плазмова наплавка, пульсуюча дуга, структура металу, зона термічного впливу.

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL SCHEMES OF PLASMA-POWDER
WELDING OF A STATIONARY AND PULSING ARC TO STEELS
OF THE MARTENSITE CLASS

O.I. Stalnichenko, D.V. Iorgachev, V.D. Iorgachev

Abstract. The results of investigations of the structure of the deposited metal by plasma-powder surfacing by a stationary and pulsed arc are presented.

Keywords: plasma surfacing, pulsating arc, metal structure, heat affected zone.

Проведенные экспериментальные работы позволили установить существенное изменение структуры наплавленного металла при переходе от стационарной плазменной дуги к пульсирующей.

При пульсирующей плазменной дуге происходит резкое измельчение структуры наплавленного металла, что должно привести к повышению служебных характеристик и, в частности, износостойкости. Нами экспериментально подтверждено, что применение пульсирующей дуги приводит к измельчению структур сплавов на никелевой основе (H77X15C3P2), чугунов (неризист), аустенитного материала.

© Стальниченко О.И., Иоргачев Д.В., Иоргачев В.Д., 2018

В настоящей статье изложены результаты исследования по изучению плазменно-порошковой наплавки пульсирующей дугой применительно к зоне термического влияния основного металла.

Известно, что при использовании дуговых способов наплавки, в том числе и плазменных [1], основной металл у линии сплавления нагревается до температуры плавления и, следовательно, в зоне термического влияния будут участки перегрева. На участке перегрева неизбежен рост зерна, что приводит к уменьшению ударной вязкости.

Поскольку избежать перегрева основного металла при дуговых способах наплавки не представляется возможным, необходимо стремиться к уменьшению размеров участка перегрева [2].

Предварительными исследованиями было установлено, что при равных токах наплавки зона термического влияния при плазменно-порошковой наплавке пульсирующей дугой несколько меньше, чем при наплавке стационарной дугой (в среднем на 18 %), но в период прохождения импульса тока наблюдается увеличение зоны термического влияния, что можно объяснить оттеснением или уменьшением жидкой прослойки металла под дугой и увеличением нагрева основного металла, что ведет к различной величине зерна в зоне термического влияния. Это проявляется особенно при увеличении скорости наплавки, рис 1.

Как отмечалось выше, исправить такую структуру можно лишь полной фазовой перекристаллизацией.

При уменьшении скорости при наплавке пульсирующей дугой разнородность структуры уменьшается, но при этом величина зерна увеличивается, рис. 2.

У края тарелки клапана зерно несколько крупнее, чем у края наплавки, расположенной ближе к штоку, рис 3. Это объясняется большим перегревом края тарелки, которое уменьшается по мере приближения к току клапана. Балл зерна структуры на рис. 3 а равен 3, а у края тарелки 4-5. В зоне, расположенной ближе к штоку, балл зерна 5-6, рис. 3 б.

В зоне термического влияния как при наплавке стационарной плазменной дугой, так и при наплавке пульсирующей дугой, образуется мартенсит, происходят рост зерна, что обуславливает проведение термообработки после наплавки.

Для изучения влияния технологии наплавки пульсирующей дугой на деформацию изделия были проведены опытные наплавки на пластины из стали 40Х9С2; размером 200x50x15 мм.

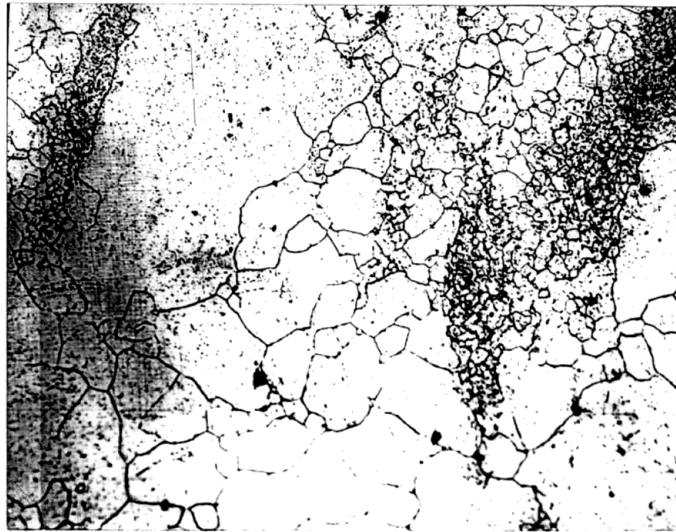
Пластины после механической обработки проходили термообработку (закалку + высокотемпературный отпуск).

Режимы наплавки при стационарной и пульсирующей дуге выбраны в интервале от 100 до 150 А, причём для пульсирующей дуги эти значения соответствуют средним значениям.

После наплавки валика на пластину и охлаждения на воздухе до комнатных температур производили замер стрелы прогиба образца.

В процессе экспериментов установлено, что с увеличением тока импульса при постоянном среднем токе наплавки и токе паузы деформации увеличиваются, сварочные деформации увеличиваются при увеличении времени прохождения тока импульса.

При увеличении тока паузы при неизменном среднем токе и токе импульса сварочные деформации меньше в среднем на 6 %, чем при изменении тока импульса.

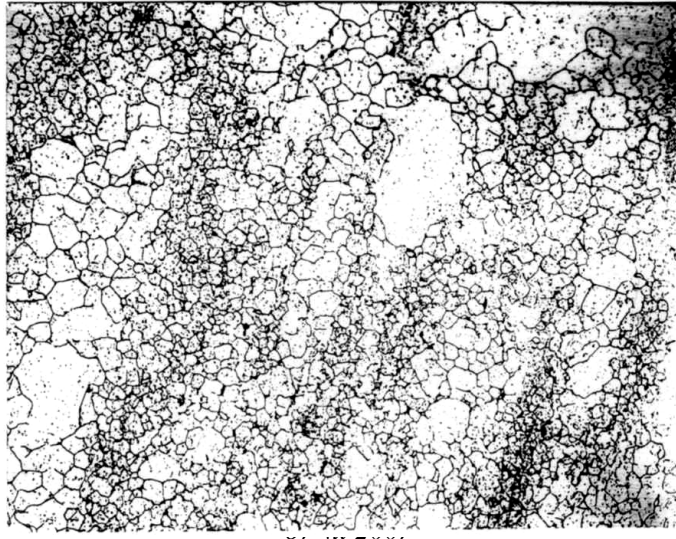


a) (x 200)

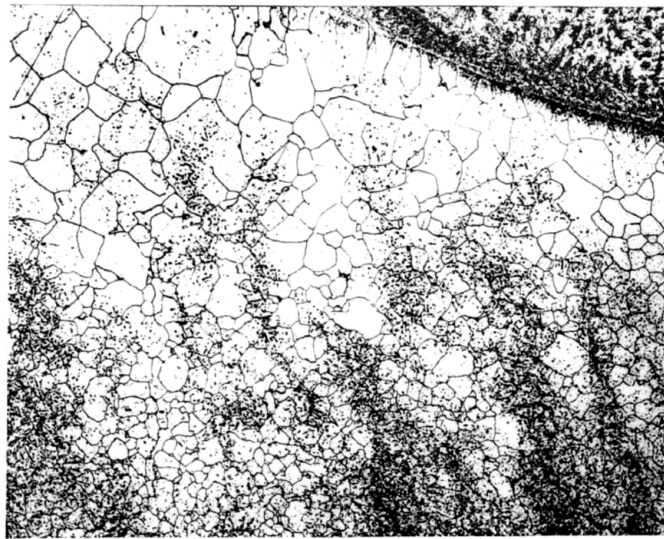
Рис. 1. Структура стали 40X10C2M в зоне термического влияния при наплавке пульсирующей дугой:

а – зерно в зоне импульса тока;

б – зерно в зоне паузы тока скорость наплавки 18 м/ч

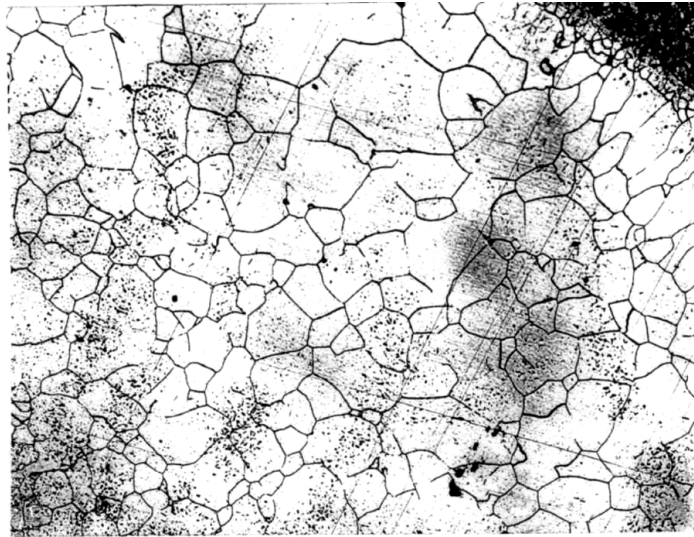


Продолжение рис. 1

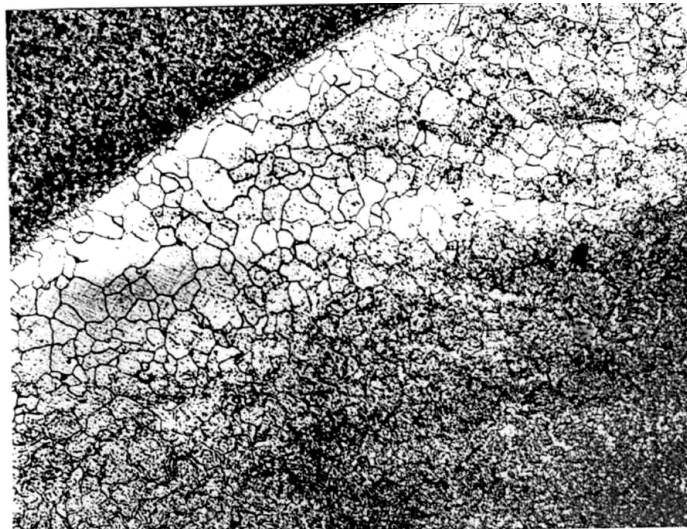


(x 100)

Рис. 2. Структура стали 40X10C2M в зоне термического влияния при наплавке пульсирующей дугой: скорость наплавки 12 м/ч



a) (x 100)



б) (x 100)

Рис. 3. Структура стали 40X1002М в зоне термического влияния при наплавке пульсирующей дугой тарелки клапана

Сварочные деформации образцов, наплавленные на одинаковых средних токах, при плазменно-порошковой наплавке пульсирующей дугой меньше в среднем на 15 % чем при наплавке стационарной дугой.

Необходимо отметить, что качественное формирование наплавленного валика при наплавке пульсирующей дугой обеспечивается при минимальном среднем токе равном 105 А, а при наплавке стационарной дугой лишь при токе не менее 120 А.

Определение склонности наплавленного металла к трещинообразованию при наплавке стационарной и пульсирующей дугой проводили при наплавке валиков на пластины при скорости наплавки 18 м/ч. Критерием склонности к образованию трещин принято количество трещин на 100 мм валика.

Экспериментально не установлено влияние способа наплавки на трещинообразование наплавленного металла, что вероятно, связано с высокой исходной хрупкостью износостойких сплавов на никелевой основе.

При проведении закалки склонность к образованию «нароста» металла, наплавленного пульсирующей дугой значительно меньше, чем при наплавке стационарной.

При наплавке пульсирующей дугой разброс значений твердости наплавленного металла существенно меньше, а твердость наплавленного металла выше на величину от 3 до 4 единиц HRC, чем при наплавке стационарной дугой.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Кравцов Г.Г., Стальниченко О.И. Новые технологические процессы восстановления деталей судовых дизелей // Технология судоремонта. – 1990. – № 1. – С. 16-19.*
2. *Стальниченко О.И., Иоргачов Д.В. Иоргачов В.Д. // Восстановление деталей судов. – 2014. – С. 324.*

Стаття надійшла до редакції 12.02.2018

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, проректор з навчально-організаційної роботи Одеського національного морського університету,
А.В. Шахов

доктор технічних наук, професор директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського **М.Г. Хмельнюк**