

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЙ РАЗМЕРОВ КРИСТАЛЛИТОВ И СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТВЁРДОСТИ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Лебедев В.А., д.т.н., проф., ИЭС им. Патона Е.О. НАН Украины

Аннотация Отмечено, что применение способа электродуговой наплавки с управляемыми колебаниями изделия (ванны жидкого металла) обеспечивает ряд технико – технологических преимуществ, в том числе и в улучшении эксплуатационных характеристик наплавляемых узлов и деталей. Указанное улучшение возникает за счёт изменения структуры наплавленного слоя, в частности изменения размеров кристаллитов.

Ключевые слова: наплавка, колебания ванны, структура наплавленного металла, кристаллиты, размеры, влияние.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВІВ РОЗМІРІВ КРИСТАЛІТІВ І СТРУКТУРИ МЕТАЛУ НА ПОКАЗНИКИ ТВЕРДОСТІ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ

Лебедев В.О., д.т.н., проф., ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

Анотація Відзначено, що застосування способу електродугового наплавлення з керованими коливаннями виробу (ванни рідкого металу) забезпечує ряд техніко - технологічних переваг, в тому числі і в поліпшенні експлуатаційних характеристик наплавляються вузлів і деталей. Зазначене поліпшення виникає за рахунок зміни структури наплавленого шару, зокрема зміни розмірів кристалітів.

Ключові слова: наплавка, коливання ванни, структура наплавленого металу, кристаліти, розміри, вплив.

STUDY OF THE INFLUENCE OF CRYSTALLITE SIZE AND THE STRUCTURE OF METALL ON THE HARDNESS INDICATORS OF THE HARDENED METAL

Lebedev V.A, Doctor of Technical Sciences, Prof.,
Paton Electric Welding Institute of National Academy of Sciences of Ukraine

Abstract It is noted that the use of the method of electric arc surfacing with controlled oscillations of the product (liquid metal bath) provides a number of technical and technological advantages, including improving the operational characteristics of the welded assemblies and parts. This improvement occurs due to a change in the structure of the deposited layer, in particular, a change in the size of crystallites.

Key words: surfacing, pool vibrations, structure of deposited metal, crystallites, size, influence.

Применение систем, обеспечивающих колебания наплавляемого изделия с управляемыми (заданными) параметрами обеспечивают ряд технико-технологических преимуществ такого способа наплавки в сравнение с известными и традиционно применяемыми способами.

Созданная в ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины установка с управляемыми механизмами колебаний изделия (частота, амплитуда) за счёт программирования работы быстродействующих электроприводов с высокомоментными бесколлекторными электродвигателями, шаговыми и вентильными [1] Такая установка обеспечивает колебания изделий во время ведения дугового процесса с частотой порядка 10 Гц с определённым набором устанавливаемых амплитуд колебаний

Преимущества применения нового способа наплавки можно обобщить в виде нескольких позиций: увеличение производительности процесса на 20...30%; повышение качества наплавленного слоя (увеличение, износостойкости рабочей поверхности и её твёрдости). Последнее достигается, как за счёт изменения структуры металла шва, так и за счёт измельчения структуры наплавленного металла и металла околошовной зоны, где наблюдаются существенные изменения в размерах кристаллитов. В таблице 1 представлены усреднённые результаты измерений размеров кристаллов при анализе микроструктуры металла в зоне наплавленного валика, который выполнен на рекомендованных в технической литературе [2].

Таблица 1 - режимах при применении электродной проволоки Св08Г2С диаметром 1,2 мм
в углекислом газе

Колебания	Ширина кристаллитов, мкм	Коэффициент формы кристаллитов
Отсутствуют	97,5	6,8
Частота	70,0	4,56
Частота	52	3,12

Параметры кристаллитов при разных параметрах колебаний

В некоторых случаях (при больших амплитудах колебаний изделия, которые ведут к существенным изменениям вылета электродной проволоки) требовались подстройки режимов наплавки при которых процесс наплавки оставался устойчивым. (оценка визуальная и на основе осциллограмм тока и напряжения)

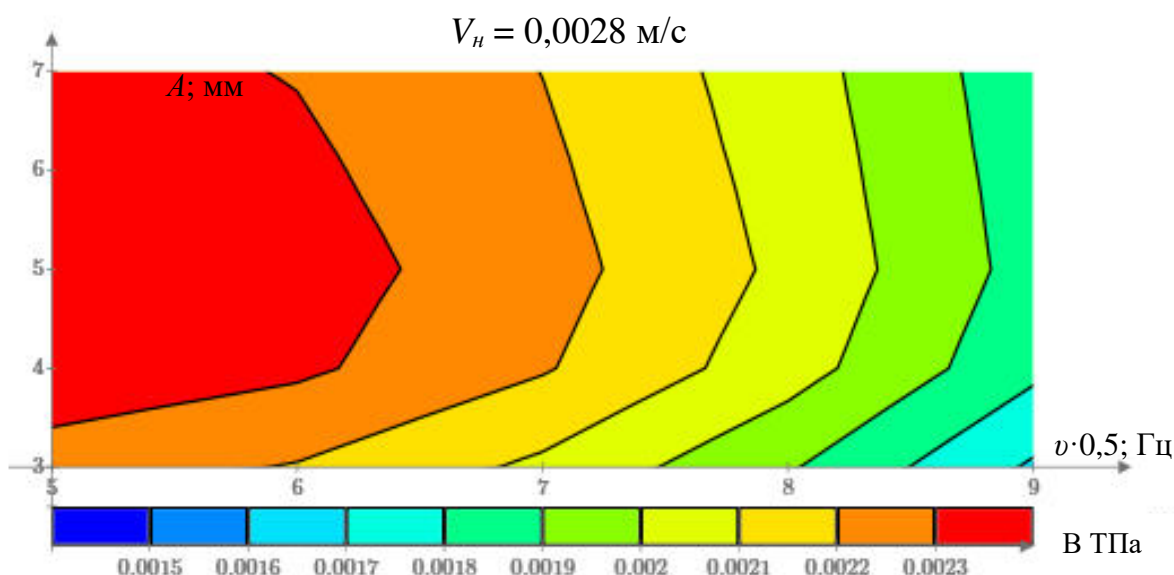


Рисунок 1 - Зависимость твёрдости В от амплитуды А и частоты колебаний

В данном материале использовались только поперечные относительно направления наплавки колебания изделия.

Показатели твёрдости были получены с помощью твёрдомера LECO М – 400 по методикам ДСТУ ISO 6507-1:2007 при нагрузке индентора на образец 1 кГ.

Представляет теоретический и практический интерес оценка влияния количественных характеристик кристаллитов наплавленного валика (слоя) на его эксплуатационные свойства. На рис.1 представлены в графическом виде результаты исследования твердости наплавленного слоя в зависимости от скорости ведения процесса, частоты и амплитуды колебаний изделия.

Из анализа формирования [3] твердости наплавленного (на рис.1 пример) металла и размера кристаллита выполненного, в том числе на основе обработки массива микрошлифов, следует, что на определенных технологических режимах наплавки увеличение жесткости не является результатом только роста степени диспергирования микроструктуры наплавленного металла. Так при наплавке с токами дугового процесса $I_n = 100 \text{ А}$ и $n = 125 \text{ А}$ и скоростями ведения процесса $V_n = 0,0028$, $V_n = 0,0039 \text{ м / с}$ и $V_n = 0,005 \text{ м / с}$ твердость увеличивается вместе с увеличением размера кристаллита. Такая же тенденция наблюдается при скоростях наплавки $V_n = 0,0028 \text{ м / с}$ и при токах наплавки =

175 А и $I_n = 200$ А. Этот факт свидетельствует о том, что основная составляющая фактора колебаний на заданных технологических режимах представляет собой формирование полезных структурных составляющих микроструктуры, которые улучшают микроструктуру в то время, как и составляющая фактора колебаний, способствует повышению степени диспергирования микроструктуры является неэффективной.

На режимах наплавочного процесса $I_n = 100$ А, $I_n = 125$ А, $I_n = 150$ А и $I_n = 175$ А при $V_n = 0,0072$ м / с, а также при $I_n = 200$ А при $V_n = 0,005$ м / с наблюдается доминирование той составляющей фактора колебаний, способствует измельчению микроструктуры. С уменьшением размера кристаллита увеличивается величина твёрдости. Наибольшее значение твердости формируется при минимальных значениях размеров кристаллита.

На режимах наплавки при $I_n = 150$ А и при $V_n = 0,0028$ м / с, а также при $V_n = 0,0039$ м / с; при $I_n = 200$ А и при $V_n = 0,0039$, $V_n = 0,0061$ и $V_n = 0,0072$ м / с Размер кристаллита формируется благодаря обоим составляющим формирования микроструктуры. Характерным показателем является то, что максимальные значения твердости не достигаются при минимальных значениях размера кристаллита.

При режимах наплавки $I_n = 150$ А и при $V_n = 0,005$ м / с, и при $I_n = 175$ А и при $V_n = 0,0061$ м / с Размер кристаллита при определенных амплитудно - частотных характеристиках формируется или благодаря увеличению степени диспергирования, или благодаря одновременного влияния двух факторов формирования. В случае воздействия двух факторов формирования максимальные значения твердости и соответствующего диспергирования микроструктуры не достигаются.

Очевидно, что фактор тока и скорости наплавки определяют характер влияния колебаний по формированию микроструктуры и её составляющей – массив кристаллитов с его влиянием на эксплуатационные характеристики наплавляемых узлов и деталей.

Из большого числа материалов исследования микроструктур наплавленных валиков при применении способа с управляемыми колебаниями изделий, а равно ванны жидкого металла следует важный вывод, что на характеристики твёрдости влияют два фактора:

- диспергирование кристаллитов;
- получение определённых (полезных) структур в металле.

Выбор режимов наплавки и колебаний изделия с получением максимального значения твёрдости является экспериментальной задачей.

Литература

1. Лебедев В.А., Новиков С.В. Колебатель изделия для автоматической наплавки. *Технічні науки та технології*. Чернігів. №2. 2020. С.11-21.
2. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. *Сварка в активных газах*. К.: Екотехнологія. 2007. — 192 с.
3. Лебедев В. А., Новиков С. В., Соломийчук Т. Г. Определение твёрдости наплавленного металла и металла зоны термического влияния (ЗТВ) при низкочастотных колебаниях сварочной ванны. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. — 2019. — №2 – С. 54 – 61.