

более равномерно. Количественно пористость образцов с увеличением температуры спекания от 1300 °С до 2000 °С уменьшалась с 4–4,5 % до 1,5–2 %.

На рисунке 2 представлены фотографии изломов образцов SiC, спеченных под высоким давлением при температурах 1300 °С и 1600 °С.

На фотографиях заметно, что характер разрушения с изменением температуры спекания в выбранном диапазоне температур визуально не изменяется. Разрушение происходит по границам зерен. Можно отметить, что по объему спеченного образца не наблюдается видимых пор. Тройные стыки зерен заполнены материалом, что говорит о прохождении процесса спекания по всему объему заготовки.

УДК 621.78

**Исследование возможности применения ультра и нанодисперсных частиц, содержащихся во вторичных материалах и отсевах модификаторов, в покрытиях электродов**

Студенты гр.104112 Серeda В. Ю., гр.10403114 Миклуш Е. А., Яркевич Е. В.  
Научный руководитель: Урбанович Н. И.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью данной работы является изучение влияния нано-и ультрадисперсных частиц, содержащихся во вторичных ресурсах и материалах, применяемых в металлургической промышленности на сварочно-технологические свойства покрытых электродов и свойства металла шва.

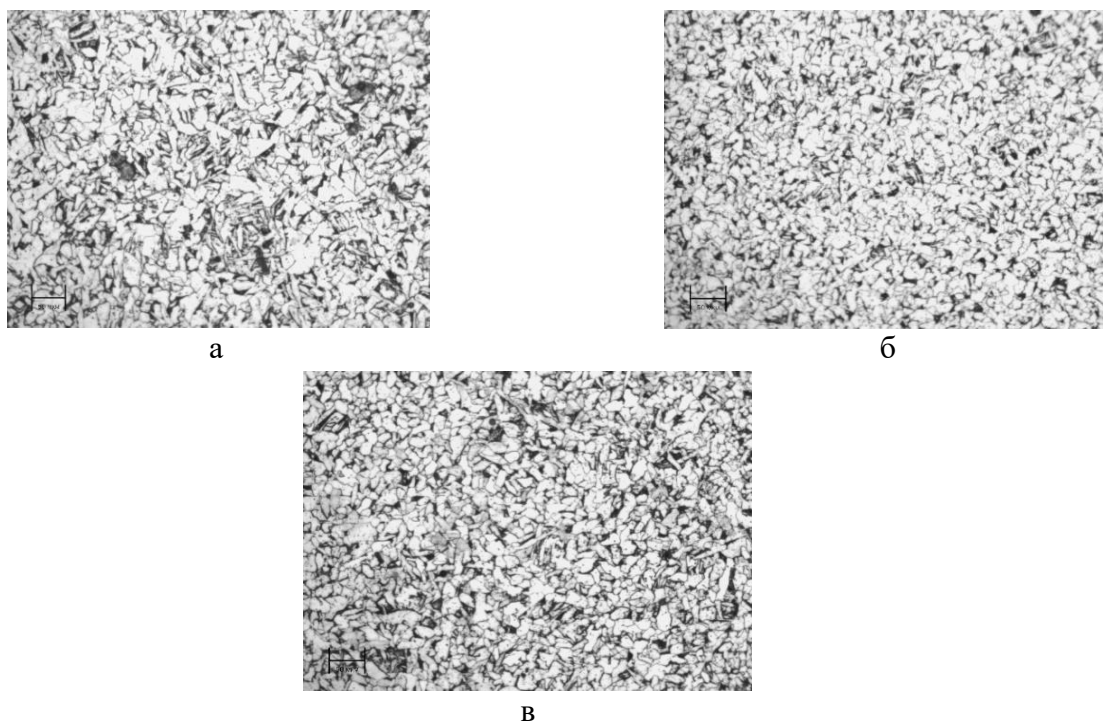


Рисунок 1 – Микроструктура сварных швов:

а – стандартным электродом; б – с модификатором L-cast; в – с модификатором MS

Таковыми веществами могут являться: пылевидный продукт, осаждаемый на рукавных фильтрах и образующийся при производстве высокопрочного чугуна (MgO); отход, образующийся при разрезании проволокой слитков монокристаллического кремния в полиэтиленгликоле, где в качестве абразивного вещества используется карбид кремния

и полученный в виде порошка в результате сушки при 200 °С (ПЭГ); отсеvy модификаторов марок «МС» и «L-cast».

Для проведения экспериментов использовали стандартные электроды марки УОНИ 13/55 (ГОСТ 9466-75) диаметром 2,5 мм, на поверхность которых со связующим натриевым жидким стеклом наносили тонким слоем отходы и модификаторы в количестве 0,2–0,3 % от массы покрытия. Сварочно-технологические свойства оценивали по пятибалльной системе согласно показателям по РД 03-613-03. Как показали исследования, самый высокий показатель по длине разрывной дуги имеют электроды с добавкой модификатора L-cast. Остальные результаты по сварочно-технологическим свойствам электродов без добавок и с добавками (MgO, ПЭГ-200, МС) соответствуют 4-м баллам по РД 03-613-03 кроме электродов с добавкой L-cast, которые соответствует показателям на 5 баллов.

Для изучения микроструктуры металла шва получали стыковое сварное соединение из стальных пластин марки 09Г2С толщиной 4 мм без разделки кромок с зазором 2мм согласно ГОСТ 5264-80, соединение С2. Сварку осуществляли в 2 прохода.

Следует отметить, что структура металла сварного шва (рисунок 1), полученного электродом без добавки, характеризуется наличием участков с повышенным содержанием таких хрупких составляющих как блочный феррит и феррит Видманштетта (рисунок 1, а). Зерна имеют величину от 20 до 50 мкм.

Микроструктуры металла швов, полученных электродом с добавками модификаторов L-cast и МС, имеют более дисперсную и равноосную структуру (рисунок 1, б, в). Например, величина зерна шва, модифицированного добавкой L-cast, составляет 5-20мкм. Введение в покрытие электрода отходов производства (ПЭГ-200 и MgO) не оказало заметного влияния на измельчение зерна металла шва.

С целью установления связи между микроструктурой металла шва и свойствами сварного соединения проводили испытания на механические свойства. Для проведения испытания были получены контрольные сварные соединения толщиной 12 мм. Заготовки изготавливались согласно ГОСТ 6996-66.

Механические свойства металла шва, выполненные электродами УОНИ-13/55, представлены в таблице 1. Для испытаний по ГОСТ 6996-66 применяли разрывную машину РМ-50 и маятниковый копер МК-30А.

Таблица 1 – Механические свойства сварного соединения

Электроды марки УОНИ-13/55 диаметром 2,5 мм	$\sigma_b$ , МПа	$\delta_5$ , %	KCU, Дж/см <sup>2</sup>
Серийный	450	23	160
Модификатор L-cast	465	26	178
Отход MgO	445	21	150
Модификатор МС	460	28	174
Отход ПЭГ-200	440	22	162

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение в составе покрытия электродов для ручной дуговой сварки, отходов производства и модификаторов, содержащих нано- и ультрадисперсные частицы, позволило не только повысить их сварочно-технологические свойства, но и механические, особенно показатели, характеризующие пластичность металла. Показано, что ввод в покрытие модификаторов измельчил структуру и изменил морфологию зерна металла шва, что положительно отразилось на показателях по механическим свойствам, особенно ударной вязкости, значение которой увеличилось на 9–11 % по сравнению со стандартным электродом.