

**К вопросу исследования рафинирования металла при разработке  
состава покрытий электродов кислого типа для получения низко-  
легированного среднеуглеродистого износостойкого наплавлен-  
ного металла**

Ст. гр. 25s-20 ТМЖр И.Ёкубов  
Научный руководитель асс. Саидахматов А.С.  
Ташкентский государственный технический университет,  
Узбекистан, г. Ташкент

Присутствие значительного количества неметаллических включений в составе металла шва отрицательно влияет на механические и технологические параметры сварных соединений, особенно на хладостойкость и склонность к хрупкому разрушению металла шва. Вблизи неметаллических включений происходит концентрация напряжений, в результате образуются области сосредоточенной пластической деформации [1-2].

С увеличением общего количества таких включений повышается число одновременно возникающих трещин и облегчается их слияние. Степень участия неметаллических включений в процессах вязкого и хрупкого разрушения различна. Влияние включений на вязкое разрушение металла шва проявляется в механизме образования и слияния микропор. Напряженное состояние вокруг включений усугубляется существующими в металле температурными напряжениями. Хрупкие разрушения связаны с наличием внутренних дефектов критического размера. Загрязненность неметаллическими включениями является определяющим фактором для сопротивляемости металла хрупкому разрушению [3-4].

Рафинирование металла шва заключается в его очистке от вредных примесей, для стали главным образом серы и фосфора. Присутствие примесей фосфора в составе покрытий электродов оказывает влияние, подобное влиянию серы, то есть повышает склонность наплавленного металла к появлению горячих трещин. Фосфор, в отличие от серы, не только образует легкоплавкие фосфиды железа  $Fe_2P$ ,  $Fe_3P$  и фосфидные эвтектики, но и растворяется в железе и может находиться в металле шва в растворенном виде. Появление таких включений ведет к образованию горячих трещин. Возможность их образования тем выше, чем выше концентрация фосфора и ниже его растворимость в металле. Так, растворимость фосфора в кристаллической решетке аустенита меньше, чем в кристаллической решетке феррита, что приводит к увеличению возможности образования горячих трещин при сварке высоколегированных сталей. Уменьшения концентрации фосфора добиваются жесткими техническими условиями по содержанию этого элемента в компонентах сварочных материалов, а также связыванием его в ходе сварки в шлакующиеся комплексные соединения:



Следует также отметить, что при сварке углеродистых и низколегированных сталей технические условия на содержание фосфора не такие жесткие, так как обычные концентрации фосфора в этом случае не вызывают появления горячих трещин.

Немаловажно, что влияние серы и фосфора на образование горячих трещин взаимно усиливается, так как места ликвации соединений этих элементов в металле шва совпадают. Добиться низкого содержания серы во флюсе и наплавленном металле легче, чем низкого содержания фосфора, так как в процессе выплавки и сварки сера окисляется и ее содержание уменьшается. Уменьшить содержание фосфора в самом флюсе и наплавленном металле практически невозможно, поэтому применение чистого флюса является необходимым условием для получения сварных швов с высокими технологическими характеристиками.

Отрицательным влиянием примесей серы является образование в металле шва горячих трещин. Их появление связано с образованием сульфида железа с температурой плавления

ниже температуры плавления стали [1-3]. К тому же с расплавленным железом сульфид железа образует еще более легкоплавкую эвтектику. Таким образом, при кристаллизации металла шва эвтектические включения долгое время находятся в жидком состоянии, препятствуя образованию связей между зернами металла [4-6].

Для получения качественного шва содержание серы необходимо снизить до минимального. С этой целью ограничивают содержание серы во всех компонентах сварочных электродов, а также и в основном металле. Непосредственно в процессе сварки проводят специальную рафинирующую обработку расплава, которая заключается в переводе серы в виде нерастворимых в основном металле соединений в шлак.



Степень вредного влияния сегрегирующих примесей серы и фосфора на низкотемпературную хрупкость металла шва в основном зависит не от их общего содержания, а от степени сегрегации фосфора в зеренной структуре металла шва, размера, формы и распределения сульфидных включений.

На основе термодинамических расчетов проанализированы различные способы удаления серы из жидкого железа. Определено, что наиболее эффективно это осуществлять, используя шлаки с высокой сульфидной емкостью. Исследования кинетики процесса перехода серы из металла в шлак показали, что при сварке можно создать такие условия, при которых возможна глубокая десульфурация металла даже в течение короткого, сравнимого с длительностью существования сварочной ванны, промежутка времени.

#### Список использованных источников

1. Дунышин Н.С., Эрматов З.Д. К вопросу разработки сварочных электродов с использованием минерально-сырьевой базы месторождений Республики Узбекистан// «Техника и технология машиностроения» Материалы VI Международной научно-технической конференции. – Тольяти, 21-23 мая 2018 года, С.43-46.

2. Брусницын Ю.Д., Баранов А.В., Кащенко Д.А., Дикарев В.В., Лившиц И.М., Воронова О.В. Разработка сварочных электродов с использованием плавных миналов// Сборник докладов IV Междунар. конф. по сварочным материалам стран СНГ, г.Краснодар, 18-21 июня 2007 г. – Краснодар, 2007.

3. Ermatov Z., Dunyashin N., Yusupov B., Saidakhmatov S., Abdurakhmonov M. Modelling the chemical composition process concerning formation of metals from manual arc surface on the basic of the electrode coating charge components classification// International Journal Of Mechatronics and Applied Mechanics – Romania, 2022. – № 12 – pp. 170 – 176

4. Dunyashin N.S., Galperin L.V., Ermatov Z.D. On the development of a physical simulation of the cast metal weld chemical composition formation during manual arc welding on the basis of the electrode coating mixture components classification//Austria. European Sciences review. Scientific journal, 2019. - № 1 - 2 (January–February). – pp. 56 – 58