

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОПУТСТВУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ БИМЕТАЛЛА 09Г2С+08Х13

Хузин Рамис Разифович
магистрант

Зарипов Марс Зульфатович
кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа

Аннотация. С целью совершенствования технологического процесса сварки биметалла 09Г2С+08Х13 была опробована технология сварки данной стали с применением вибрационного и ультразвукового методов обработки. Проведены исследования макро- и микротвердости указанных соединений.

Ключевые слова: вибрационная обработка, ультразвуковая обработка, сварка, микротвердость, твердость, биметалл, двухслойная сталь.

Биметаллы, состоящие из двух и более слоев разнородных металлов, представляют специальный класс конструкционных материалов, имеющих широкий комплекс эксплуатационных, а также технологических характеристик. Предпосылкой к их практическому применению служит возможность получения композиций с заранее установленными, иногда уникальными характеристиками, а также экономичное использование дефицитных и дорогостоящих металлов и сплавов.

Биметаллы находят широкое применение в виде материала корпусов сосудов и аппаратов, участвующих в технологических процессах с агрессивными средами, в которых недорогой основной слой воспринимает нагрузку, а дорогостоящий плакирующий слой предохраняет основной металл от активного разрушающего воздействия среды, и это позволяет извлечь положительный экономический результат. На данный момент металлургическая промышленность располагает множеством методов получения биметаллов, но преимущественно их получают заливкой или сборкой в пакет с дальнейшей совместной пластической деформацией [1].

В двух- и многослойном прокате слои, как правило, выполняют различные функции: основной слой чаще всего осуществляет функцию силового компонента, имеет большую, чем плакирующий слой, толщину и изготавливается из более дешевого материала. Плакирующий слой из более дорогих и дефицитных металлов и сплавов может иметь высокую коррозионную стойкость, износостойкость, электропроводность или выполнять функцию декоративного покрытия. Сочетание в одном конструкционном материале различных свойств, в частности, коррозионной стойкости и повышенной механической прочности, представляет собой основу эффективности использования биметаллов [2].

Преимущества биметаллического материала, его высокие технические характеристики решили развитие его производства и использования в различных отраслях промышленности. Ведущее место в производстве и потреблении многослойных материалов занимают коррозионно-стойкие биметаллы.

Биметаллический и многослойный листовой прокат широко используется взамен нержавеющей сталей и цветных металлов, а также с целью продления срока службы оборудования из черных металлов [3].

Разнообразие активных агрессивных сред в разных отраслях промышленности делает необходимым использование в качестве плакиру-

ющего слоя двухслойных металлов различных сталей, сплавов и цветных металлов. Наибольшее применение получили биметаллы с плакирующим слоем из хромистых, хромоникелевых и хромоникельмолибденовых сталей.

В нефтедобывающей отрасли коррозионные разрушения внутренней поверхности нефтяных резервуаров, сокращающие сроки их эксплуатации и приводящие к потерям нефтепродуктов, представляют серьезную проблему. Решением может быть использование для изготовления и ремонта резервуаров двухслойной листовой стали, в которой в качестве плакирующего слоя используется коррозионностойкая сталь.

Почти 80 % аппаратуры из двухслойной стали, производимой для нефтяной промышленности, в качестве плакирующего слоя использует сталь 08Х13. Высокохромистая сталь 08Х13, обладая неплохой коррозионной стойкостью, не является хорошим конструкционным материалом вследствие хрупкости сварных швов и низким значением ударной вязкости. Вместе же со сталью 09Г2С сталь 08Х13 является материалом с отличными механическими и коррозионными свойствами.

В нефтехимическом машиностроении биметалл с плакирующим слоем из стали 08Х13 применяется при изготовлении кристаллизаторов, вакуум-аппаратов, конденсаторов, реакторов, теплообменников, варочных котлов, вымывных резервуаров, реакционных колонн, автоклавов и другого оборудования.

Даже экономически менее предпочтительная по сравнению с внутренней облицовкой нижних поясов и днища тонким (2,5-3 мм) биметаллическим прокатом полная замена тех же участков на биметаллические, не превышает по стоимости более чем на 20 % стоимость резервуара из углеродистой стали с антикоррозионной защитой при значительном увеличении срока его службы.

Однако при уникальном комплексе физико-механических свойств биметалл 08Х13+09Г2С имеет недостатки: процесс сварки способствует

образованию в зоне сварного шва неоднородной структуры металла. Термическая обработка, являющаяся главным методом снятия остаточных напряжений в сварных конструкциях, представляет собой энергоемкий технологический процесс, требующий больших материальных затрат. Кроме того, термическая обработка негативно сказывается на эксплуатационных свойствах оборудования из двухслойных сталей [4].

Вышеизложенные проблемы, связанные со сваркой двухслойной стали 08X13+09Г2С, обуславливают необходимость исследований и нахождения новых путей для получения сварных соединений с более однородной структурой металла и более низкими уровнями остаточных сварочных напряжений. Немаловажными факторами при этом также являются энерго- и трудозатратность методов.

Перспективным направлением в области снижения остаточных сварочных напряжений является сопутствующая обработка сварных соединений [5; 6]. В качестве методов воздействия на сварной шов были выбраны вибрационная и ультразвуковая обработки ввиду возможности их реализации применительно к используемому на производстве в настоящее время технологическому процессу сварки.

С целью практического изучения влияния вибрационной и ультразвуковой обработок на свойства сварного шва биметалла 09Г2С+08X13 были изготовлены опытные образцы. Для этого сваривались между собой две пластины длиной 220 мм, шириной 175 мм и толщиной 22 мм из указанной стали.

Механизированная сварка в среде углекислого газа проводилась проволокой 08Г2С диаметром 1,2 мм (основной слой); ручная дуговая сварка – электродами марки ОЗЛ-6 диаметром 3 мм (переходный и плакирующий слои). Режим механизированной сварки: сила тока 130-150А, напряжение 20-24 В; режим ручной дуговой сварки: сила тока 100-120 А, напряжение 14-18 В.

Для создания виброколебаний в процессе сварки был сконструирован вибростол (рис. 1).



**Рис. 1. Вибростол для проведения операции
вибрационной обработки**

Амплитуда виброперемещений и частота колебаний свариваемых деталей измерялись с помощью виброизмерительного прибора Вибротест-МГ4+.

Для проведения ультразвуковой ударной обработки был использован технологический комплекс Шмель (рис. 2).

После сварки на указанных режимах из сварных заготовок были вырезаны образцы (рис. 3) для проведения исследования макро- и микротвердости металла сварного соединения. Первый образец подвергся воздействию вибрационной обработки, второй – ультразвуковой обработки, третий не подвергся воздействию обработки.



Рис. 2. Технологический комплекс Шмель



Рис. 3. Опытные образцы для проведения исследований

Измерение твердости металла сварного шва опытных образцов проводили на твердомере Роквелла R574. Замеру подвергался сварной шов в горизонтальном положении.

Результаты измерения твердости для вариантов с вибрационной обработкой, ультразвуковой обработкой и без обработки представлены на рис. 4-6.



Рис. 4. Результаты замеров твердости сварного шва, выполненного с вибрационной обработкой



Рис. 5. Результаты замеров твердости сварного шва, выполненного с ультразвуковой обработкой

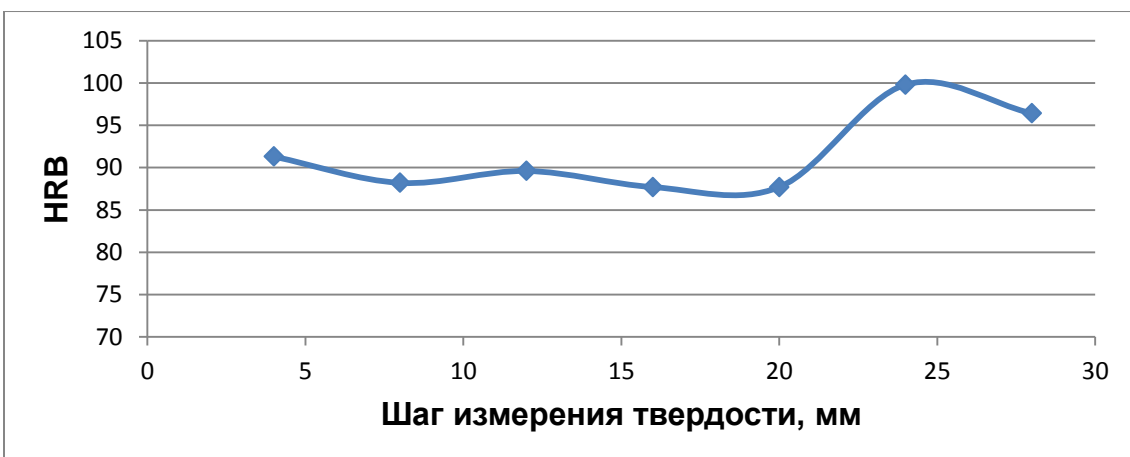


Рис. 6. Результаты замеров твердости сварного шва, выполненного без обработки

Измерение микротвердости сварного шва опытных образцов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 9450-76 «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников» на микротвердомере ПМТ-3М.

Результаты измерения микротвердости для вариантов с вибрационной обработкой, ультразвуковой обработкой и без обработки представлены на рис. 7-9.



Рис. 7. Результаты замеров микротвердости сварного шва, выполненного с вибрационной обработкой

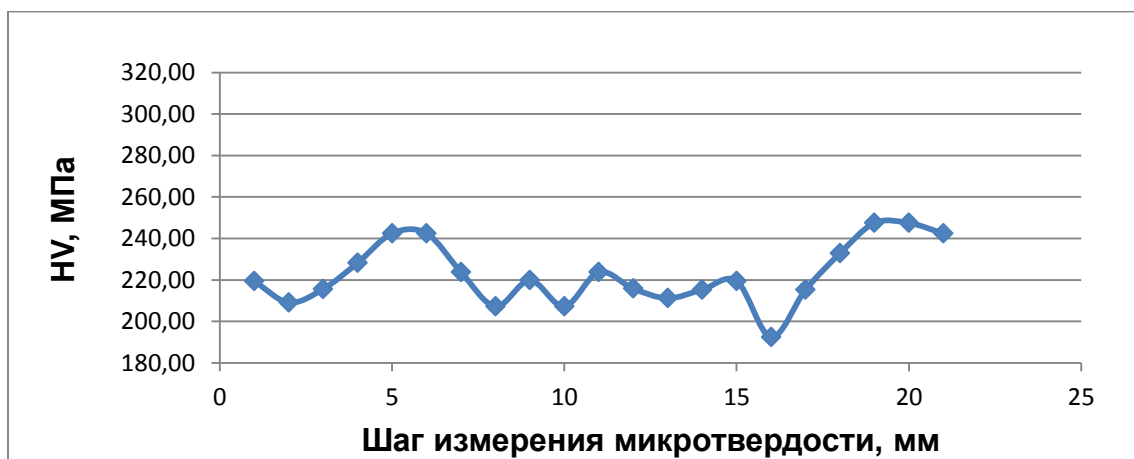


Рис. 8. Результаты замеров микротвердости сварного шва, выполненного с ультразвуковой обработкой



Рис. 9. Результаты замеров микротвердости сварного шва, выполненного без обработки

Как видно из приведенных выше рисунков, применение вибрационной и ультразвуковой обработки позволяет добиться повышения однородности механических свойств по сечению сварного соединения, что должно положительно сказаться на его ресурсе. Средние значения микротвердости по сварному шву таковы:

- с вибрационной обработкой: 214,95 МПа;
- с ультразвуковой обработкой: 222,79 МПа;
- без обработки: 250,31 МПа.

Таким образом, исследования макро- и микротвердости показали, что использование вибрационной и ультразвуковой обработок в процессе сварки позволяет добиться уменьшения микротвердости, а также повышения однородности значений микротвердости по сварному шву, что доказывает эффективность использования вибрационного и ультразвукового методов обработки для снижения остаточных сварочных напряжений в сварном шве.

Список использованных источников

1. Савин И.А., Хайруллин А.В. Производство слоистых листов и лент с использованием холодного плакирования // Наука и современность. 2017. № 1 (11). С. 185-199.
2. Федотова Н.Л., Чудаков И.Б., Кормс И.А. Получение биметалла с высокими демпфирующими свойствами // Metallurg. 2017. № 1. С. 83-89.
3. Павлов А.А. Оценка эффективности применения новых высокопрочных сталей в качестве основного слоя биметаллов, получаемых по технологии электрошлаковой наплавки // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2017. № 3. С. 95-101.
4. Михайлов В.И., Семенов В.А., Голдобаев М.И. Особенности сварки тонкостенных титановых труб с трубными решетками из биметалла титан-сталь для теплообменного оборудования // Metalloobrabotka. 2002. № 4. С. 26-30.
5. Файрушин А.М., Каретников Д.В., Ризванов Р.Г. Исследование влияния вибрационной обработки стали 09Г2С в процессе сварки на металл сварного шва // Расплавы. 2017. № 2. С. 162-170.
6. Волков С.С., Коновалов А.В., Выборнов А.П. Технологические особенности обработки сварных соединений ультразвуковым методом // Сварка и диагностика. 2017. № 4. С. 58-61.