

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ ПРИМЕНЕНИЕМ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ВО ВРЕМЯ СВАРКИ

Приведены результаты исследования влияния виброобработки в процессе сварки на повышение стабильности формы сварных изделий, механические свойства и микроструктуру получаемых сварных соединений.

The paper presents research results into the influence of vibration treatment, applied during welding, on enhancing stability of the welded product shapes, mechanical properties and microstructure of the resulting welded joints.

В процессе изготовления сварных корпусов нефтехимических аппаратов, сооружения и ремонта трубопроводов возможно появление в базовых деталях и сварных соединениях нежелательных остаточных напряжений и деформаций, которые приводят к искажению формы деталей и снижению коррозионной стойкости.

Термическая обработка как основной метод снятия остаточных напряжений в кольцевых конструкциях является энерго- и трудоемким процессом. К тому же ее не всегда можно применить по условиям технологии. Перспективным направлением является изготовление базовых элементов сварных конструкций с применением менее энергоемких и более доступных методов обработки, улучшающих их качество. Для снятия остаточных напряжений и деформаций наиболее перспективным методом является вибрационная обработка. Однако ее применение сдерживается малоизученностью данного эффекта.

Для исследования влияния параметров и направления виброобработки в процессе сварки на свойства металла сварного соединения были проведены эксперименты по определению уровня остаточных напряжений и механических свойств сварного шва и зоны термического влияния (ЗТВ).

Для создания виброколебаний было использовано вибрационное устройство, способное изменять частоту вибрационной обработки до 200 Гц. Вибрационная обработка производилась непосредственно вблизи сварочной ванны и имела ударный характер воздействия на металл в зоне сварного соединения. Амплитуда вибрации на всех режимах составляла 0,8–1 мм.

С помощью виброизмерительного прибора измеряли виброскорость, амплитуду виброперемещений и частоту колебаний установки.

Сварка выполнялась в следующем режиме: полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа, диаметр сварочной проволоки 1,6 мм, сила сварочного тока 150 А. В качестве исследуемых образцов принимали трубные заготовки, изготовленные из стали 16ГС. После сварки из заготовок вырезали образцы для различных видов испытаний.

В исследуемых образцах были выполнены дифрактометрические расчеты остаточных напряжений (рис.1). Как показывают результаты измерений, вибрационная обработка в процессе сварки позволяет снижать уровень остаточных сварочных напряжений в сварном шве. При увеличении частоты вибрационной обработки до 100–200 Гц остаточные напряжения растяжения в сварном шве снижаются соответственно на 25–30 %.

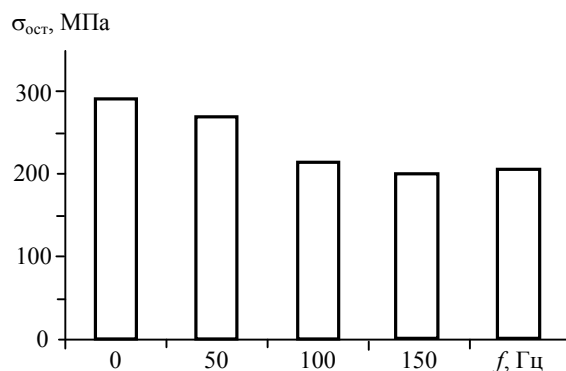


Рис.1. Влияние частоты вибрационной обработки в процессе сварки f на остаточные напряжения в сварном шве $\sigma_{ост}$

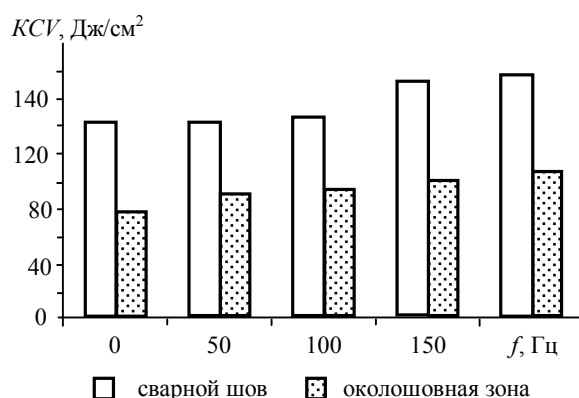


Рис.2. Зависимости ударной вязкости KCV от частоты вибрации при сварке f

С целью изучения поведения микроструктуры металла в сварном шве и околошовной зоне в зависимости от вибрации при сварке было проведено металлографическое исследование образцов. Результаты микроструктурного анализа сварных швов в поперечном сечении, полученные при различных режимах сварки, показывают, что применение виброобработки способствует измельчению дендритных структур в зоне шва. Зернистость структуры металла также уменьшается. В околошовной зоне наблюдается улучшение микроструктуры металла.

Далее были проведены испытания механических свойств металла сварного шва

и ЗТВ на ударный изгиб и твердость. По полученным средним значениям замеров при испытании на ударный изгиб построены кривые зависимости ударной вязкости металла шва и околошовной зоны от частоты вибрации при сварке (рис.2).

Из графиков видно, что с увеличением частоты обработки сварного соединения значения ударной вязкости растут значительно. При частоте виброобработки 200 Гц значения ударной вязкости увеличиваются на 20–22 % как в сварном шве, так и в ЗТВ по сравнению со сваркой без виброобработки.

При измерении твердости металла замеру подвергали сварной шов, ЗТВ и основной металл.

Результаты замеров твердости показали, что виброобработка приводит к снижению твердости как в зоне термического влияния, так и в зоне сварного шва. С увеличением частоты виброобработки твердость понижается. При частоте 150–200 Гц кривые значений почти совпадают. Твердость основного металла остается постоянной на всех режимах. Наименьшие значения твердости наблюдаются в образцах, полученных сваркой с вибрационной обработкой при частоте 150 и 200 Гц.

Для исследования металла сварного соединения на усталостную выносливость были проведены испытания, в которых образцы подвергали циклическому нагружению до усталостного разрушения. Результаты показали, что низкочастотная виброобработка способствует увеличению числа циклов нагружения образцов до их разрушения. Наибольшее число циклов достигается при 150–200 Гц. Исходя из этих результатов можно предположить, что низкочастотная вибрационная обработка в процессе сварки положительно влияет на малоцикловую усталостную выносливость.

Другой эксперимент, подтверждающий снижение уровня остаточных напряжений, — определение коррозионной стойкости материала. Известно, что под напряжением коррозия усиливается.

Гравиметрическим методом скорость коррозии определялась по потере массы

образцов. После соответствующей сварки образцы устанавливали в держатель и помещали в стакан с 10-процентным водным раствором серной кислоты, где выдерживали в течение 180 ч. Результаты взвешиваний образцов показали, что вибрационная обработка позволяет снизить значение весового показателя коррозии. Наименьшее значение достигается при 200 Гц.

Таким образом, сварка с сопутствующей вибрационной обработкой позволяет:

- снизить уровень остаточных напряжений в металле сварного шва и зоне термического влияния;
- уменьшить неоднородность структуры металла шва и околошовной зоны;
- улучшить механические свойства металла шва;
- повысить выносливость материала сварного соединения;
- улучшить коррозионную стойкость металла сварного соединения.

Научный руководитель доц. *А.М.Файрушин*