

А.В. Бегова

*Новомосковский институт Российского химико-технологического университета
им. Д.И. Менделеева*

*301665, Тульская область, Новомосковск, ул. Дружбы, 8,
каф. “Оборудование химических производств “,
тел.: (8762) 4-75-17*

E-mail: adegova@dialog.nirhtu.ru

Анализ сравнительных прочностных испытаний кольцевых образцов с различной термообработкой

Механические испытания металла сварных швов и околошовной зоны позволяют определить численное значение прочности, пластичности и вязкости материалов в различных условиях их работы.

В соответствии с характером действующих сил механические испытания делятся на три вида: статические, когда усилие (нагрузка на образец) плавно возрастает или длительное время остается постоянным. К ним относятся испытания на растяжение, изгиб и ползучесть, определение твердости и микротвердости различных участков сварного соединения и наплавленного металла; динамические, при которых усилие возрастает практически мгновенно и действует короткое время. К ним относятся испытания на ударный изгиб, на ударный разрыв и стойкость против механического старения; испытание на выносливость, когда нагрузка на образец многократно изменяется по величине или по направлению.

В статье представлены результаты сравнительных прочностных испытаний кольцевых образцов с разной термообработкой по запатентованному способу – в скошенных цапфах (патент на полезную модель № 54183 «Устройство для испытания кольцевых соединений на прочность» [1]).

Испытаниям подвергались образцы труб из стали обыкновенного качества марки Ст3 (размеры труб $d \times s$: 21,0×3,0; 34,0×3,0 мм) в состоянии поставки, а также после термообработки – отжига 600° С, отжига 700° С; отжига 750° С. Отжиг представляет собой вид термической обработки, заключающийся в нагреве до определённой температуры, выдержке в течение определённого времени при этой температуре и последующем, обычно медленном, охлаждении до комнатной температуры.

Использование сварных образцов с поперечным швом позволяет оценить наименее прочный участок сварного соединения и влияние на него контактного упрочнения со стороны основного металла или шва.

Влияние термообработки (отжига) на свойства кольцевых образцов, вырезанных из труб диаметрами 21 и 34 мм с толщиной стенки 3 мм представлено в таблице.

По результатам испытаний кольцевых сварных образцов можно сделать следующие выводы:

1. По испытанию колец из трубы в состоянии поставки выявляется неравнопрочность основного металла (ОМ) и технологического шва, из-за отрицательного влияния остаточных напряжений от калибровки сварной трубы.

2. Отжиг при $t \geq 600^\circ\text{C}$ устраняет отрицательное влияние остаточных напряжений от сварки и калибровки, поэтому разрушается основной металл (шов прочнее).

3. Стандартные разрывные испытания патрубков не выявляют закономерностей, сделанных в выводах 1 и 2, т.к. имеется растяжение в продольном направлении.

Испытаниями кольцевых образцов, вырезанных из валика шва и основного металла (трубы) и отжигом при 730° С 1 час установлено: прочность электрошва больше прочности основного металла, а прочность газового шва – либо равна, либо меньше прочности трубы.

Стандартные испытания на прочность патрубков из стали 20, Ст3, сваренных ручной дугвой сваркой (РДС) электродами Э48 из сварочной проволоки Св08А всегда дают разрушения по основному металлу.

Таблица - Свойства сварных(со швом) труб из стали марки Ст3 по результатам испытаний кольцевых образцов

Размер и состояние трубы	σ_{σ} кгс/мм ²	δ , %	Место разрыва	Примечание
Труба 21×3,0 мм в состоянии поставки	40,1	12,5	ОМ	Стандартные испытания патрубков $\sigma_{\sigma} = 39 \div 42$
	39,5	7,7	шов	
Тоже после отжига 600°C, 1 час	39,3	16,0	ОМ	Шов прочнее ОМ
	40,3	16,8	ОМ; шов	Разрыв в двух местах одновременно
Труба 34×3 мм в состоянии поставки	48,0	8,7	ОМ	Стандартные испытания патрубков $\sigma_{\sigma} = 42 \div 49$
	47,7	4,9	Шов	
	47,9	6,8	Шов	
Тоже после отжига 600°C, 1 час	46,6÷47,4	10,3÷12,4	ОМ	Шов прочнее ОМ
Тоже после отжига 700°C, 1 час	40÷44,2	10,5÷12,4	ОМ	тоже
Тоже после отжига 750°C, 1 час	43,3	13,3	ОМ	тоже
Примечания: σ_{σ} - предел прочности или временное сопротивление разрыву; δ - относительное удлинение; ОМ – основной металл				

Электрошов прочнее трубы. Это подтверждается и испытаниями кольцевых образцов. Отжиг патрубков и колец при 730°C 1 час также подтверждает более высокую прочность наплавки, чем трубы, несмотря на то, что углерода в основном металле больше в 2-2,5 раза, чем в сварочной проволоке.

В тоже время газосварные патрубки, сваренные из этой же проволоки и этими же сварщиками, разрушаются чаще по шву или при равной прочности металла и шва трещина пересекает наплавку и основной металл.

Труба чаще всего является прочнее шва. Отжиг 730°C 1 час колец из газовой наплавки и трубы подтверждает прямое влияние углерода на прочность, что несвойственно электросварным швам.

Выявленные закономерности несоответствия прочности и содержания углерода при электросварке обусловлены влиянием поглощенного азота и влияния шлаковой ванны из покрытия электрода.

При испытании паяного медного патрубка из трубы 22,0x1 мм с телескопической пайкой кольцевые образцы показывают хорошую корреляцию между влиянием наклепа при волочении трубы и влияния рекристаллизации при нагреве в процессе пайки.

Литература

1. Патент на полезную модель №: 54183. Устройство для испытания кольцевых соединений на прочность. М., Опубликовано: 10.06.2006. Бюл. № 16. Марценко К.Н., Давыдов А.Д., Хорышко Б.А., Вент Д.П., Станиславчик В. В.