

©Орлов М.В.

## **ТЕХНОЛОГИЯ МНОГОПРОХОДНОЙ СВАРКИ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОЙ СТАЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА**

### **1. Актуальность**

В энергомашиностроении часто приходится сваривать толстостенные конструкции изготавливаемые из хромомолибденовых или хромомолибденованадиевых сталей. В этих случаях применяется многопроходная сварка с предварительным подогревом. Такая же технология используется и при заварке дефектов литья крупногабаритных изделий.

Причем температура предварительного подогрева должна составлять 250-350 °С, что влечет за собой дополнительные материальные затраты и весьма немалые.

### **2. Постановка задачи и цели исследования**

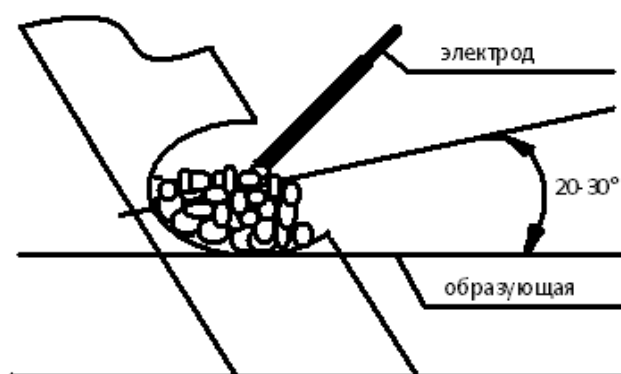
В предлагаемой технологии многопроходной сварки швы рекомендуется накладывать таким образом, чтобы избежать жесткого замыкания противоположных границ разделки сварного шва до момента окончания процесса сварки, т.е. положение последнего слоя. Это достигается тем, что процесс наплавки ведут на одну боковую сторону разделки по всей её поверхности. При таком способе сварки осуществляется еще и автоподогрев свариваемого изделия, что и позволяет значительно снизить температуру предварительного подогрева или же совсем его отменить. И еще в этом случае удается также избежать жесткой связи сторон разделки места заварки между собой до момента наложения последнего сварного шва.

Кроме того, наложение слоев наплавленного металла друг на друга на одну боковую сторону в процессе сварки (т.е. автоподогрев) способствует выравниванию температуры нагрева свариваемых деталей, а значит и снижению поперечных и продольных напряжений в сварном шве, что в свою очередь позволяет избежать холодных трещин в сварном соединении и следовательно, получить качественную сварную конструкцию.

Есть еще один положительный момент в новой технологии многопроходной сварки заключающийся в том, что за счет наложения сварных швов на одну боковую сторону разделки за весь период процесса сварки мы смещаем область наибольшей концентрации напряжений из корня сварного шва в область основного металла и тем самым исключаем возможность появления холодных трещин в корне сварного шва, т.е. опять же повышается качество сварного соединения.

### 3. Результаты исследования

Новизной предлагаемой технологии является тот факт, что при многопроходной сварке угол между зеркалом жидкой сварочной ванны и образующей разделки сварного шва нужно выдерживать в пределах  $20-30^\circ$  (рис. 1).



**Рис. 1** – Схема многопроходной сварки

Если в процессе сварки, угол наклона между осью разделки и горизонтально составляет более  $30^\circ$ , то технологически невозможно качественно заварить разделку, т.к. электрод практически касается

противоположной стороны, и поэтому поддерживать стабильность горения дуги не представляет возможным.

Если же этот угол наклона будет более  $20^\circ$ , то заведомо увеличивается жесткость сварной конструкции, т.к. боковые противоположные стороны разделки свариваемых деталей замыкаются между собой уже после наложения третьего слоя наплавленного металла.

Для подтверждения эффективности предлагаемой технологии были сварены детали толщиной  $S = 200$  мм, короткими швами длиной  $\ell = 100$  мм и образцы с дефектами литья крупногабаритных конструкций весом 5 т и более, с размерами дефекта диаметром 200 мм, глубиной разделки  $h = 100$  мм. При этом режим сварки был следующим:  $I_{св} = 160$  А,  $U = 28$  В, положение нижнее, полярность – обратная, сталь марки 15X1M1Ф. Для определения температурного поля свариваемых деталей в образцах размещали термопары и ими фиксировали температуру в процессе их сварки в четырех зонах. Сварка осуществлялась двумя способами: первый по серийной технологии и второй – по предлагаемой технологии.

Для измерения поперечных усадочных напряжений клеили на поверхности свариваемых деталей у кромки разделки датчики, с помощью которых определяли возникающие поперечные напряжения.

Кроме того, определяли скорость охлаждения в интервале температур 350-450 °С.

Дополнительно проводили металлографические исследования сварного соединения [4], выполненного по предлагаемой технологии. Установлено, что структура наплавленного металла сварного соединения не имеет мартенситных прослоек, которые способствуют образованию трещин. Полученные данные сведены в табл. 1.

Также в сварном соединении не наблюдалось микротрещин и пор.

Предлагаемую технологию проверяем при тех же условиях и на тех же образцах, но изменяя угол, образованным зазором сварочной ванны и

образующей разделки до 35°. После чего замеряем остаточные напряжения в трех зонах и получили следующие данные  $\sigma_{ост}$ , МПа: I – 230, II – 240, III – 250.

**Таблица 1** – Результаты испытаний

Способ сварки	$\sigma_{ост}$ , МПа	$V_{охл}$ °/с, в интервале температур 350-400 °С	Твердость HRB		Структура
			напл.	осн.	
Серийная технология	270 300 280	8-17	67-68	58-63	Феррит Перлит тростит
Предлагаемая технология	180 170 190 180	3.5-7	52-55	50-52	Феррит перлит

### **Выводы**

Таким образом, предлагаемая технология сварки по сравнению с серийной, улучшает качество сварного соединения путем снижения остаточных напряжений примерно на 35% и дает возможность снизить предварительный подогрев как технологическую операцию, что в свою очередь снижает трудоемкость процесса сварки.

**Орлов М.В.** «Технология многопроходной сварки теплоустойчивых сталей для снижения температуры предварительного подогрева».

Предлагаемая технология многопроходной сварки теплоустойчивых сталей типа 15X1M1Ф по сравнению со штатной улучшает качество сварного соединения путем снижения остаточных напряжений примерно на 30% и позволяет снизить предварительный подогрев, как технологическую операцию, что снижает трудоемкость процесса сварки толстостенных конструкций.

**Ключевые слова:** предварительный подогрев, теплоустойчивая сталь, автоподогрев, остаточные напряжения.

**Орлов М.В** «Технологія багатопрхідним зварювання теплостійких сталей для зниження температури попереднього підігріву».

Пропонована технологія багатопрхідним зварювання теплостійких сталей типу 15Х1М1Ф в порівнянні зі штатною покращує якість зварного з'єднання шляхом зниження залишкових напружень приблизно на 30% і дозволяє скасувати попередній підігрів як технологічну операцію, що знижує трудомісткість процесу зварювання товстостінних конструкцій.

**Ключові слова:** попередній підігрів, теплостійка сталь, авто підігрів, залишкові напруги.

**Orlov M.V.** « Technology of the multipass welding high temperature steels for the decline of temperature of preheat»

The offered technology of multipass welding of high thermostable steels, type 15H1M1F compared with the standard improves the quality of welded joints by reducing the residual stress approximately 30% to undo the preheat - as a technological operation, which reduces the complexity of the process of welding thick-walled construction.

**Key words:** preheating, thermostable steel, auto heater, remaining tensions.

#### **Список использованных источников:**

1. Козлов Р. А. Сварка теплоустойчивых сталей / Р. А. Козлов. – Л. : Машиностроение, 1986. – 160 с.

2. Синадский С.Е. Автоподогрев и автотермообработка при сварке поперечной горкой / С. Е. Синадский, В. И. Попов // Сварочное производство. – 1975. – № 11. – С. 3–5.

3. А. с. 1816595 СССР, МПК В 23 К 9/16. Способ многопроходной сварки / Н. Г. Ефименко, М. В. Орлов, М. Е. Левенберг, Н. П. Воличенко (СССР). – № 4902660/08 ; заявл. 30.10.1990 ; опубл. 23.05.93, Бюл. № 19.

4. Ефименко Н. Г. Механические свойства сварных соединений стали 15Х1М1ФЛ, выполненных способом поперечной горки / Н. Г. Ефименко,

О. Ю. Атоженко // Високі технології в машинобудуванні : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». –Х., 2011. – № 1. – С. 105–112.

Стаття надійшла до редакції 29 травня 2012 р.