

УДК 621.791.011

## **МНОГОСЛОЙНАЯ СВАРКА ПРОДОЛЬНОГО ШВА ТРУБНОЙ СТАЛИ**

Дамир Ильдусович Юсупов

*Студент 6 курса*

*Российская Федерация, г.Москва, Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э.Баумана, кафедра «Технологии сварки и диагностики»*

*Научный руководитель: А.В. Коновалов,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

Современные трубные стали для магистральных газопроводов имеют высокий уровень прочностных и вязко-пластических свойств за счет применения способа контролируемой прокатки при производстве листовых заготовок (штрипса).

Традиционно применяемая в промышленности технология многодуговой сварки под флюсом продольного шва трубы характеризуется высоким тепловложением, что приводит к длительному пребыванию металла околошовной зоны (ОШЗ) в интервале температур выше 1000°C, растворению карбидов и значительному увеличению размеров аустенитного зерна [1]. В ряде случаев не обеспечиваются нормативные показатели ударной вязкости KCV по линии сплавления, что приводит к браку продукции.

Одним из возможных путей решения проблемы является переход к технологии многослойной сварки, которая позволяет достичь желательного сварочного термического цикла (СТЦ) в ОШЗ сварного соединения. Каждое тепловое воздействие должно оказывать положительное влияние на нижерасположенные слои: сначала перекристаллизацию и измельчение зерна аустенита, и затем - высокий отпуск. Для достижения такого влияния режим сварки каждого очередного слоя должен выбираться таким образом, чтобы максимальная температура нагрева донной части нижележащего слоя превышала температуру аустенизации A3, но не превышала температуры начала интенсивного роста зерна T<sub>нир</sub>. Температура всех последующих воздействий на эту зону не должна превышать A1. При этих условиях может быть достигнуто состояние ОШЗ, характеризующееся дисперсной

структурой продуктов отпуска, обладающих высокими прочностными и вязкими свойствами.

Проведенные расчеты термических циклов и размеров зон нагрева позволили определить расстояния между сварочными головками и параметры режима сварки каждого слоя, обеспечивающие достижение желательного СТЦ по всей глубине сварного соединения. Рассматривалась схема последовательного движения головок с одинаковой скоростью (на общей штанге). При выполнении расчетов принимались во внимание следующие соображения: скорость охлаждения металла должна обеспечивать преимущественно бейнитную структуру ОШЗ, а для достижения перекристаллизации аустенита к моменту повторного нагрева превращение аустенита должно полностью закончиться, т.е. шов и прилегающие зоны должны остыть по крайней мере до точки окончания мартенситного превращения.

Анализ кинетики роста зерна показал, что при реализации желательного СТЦ ожидается уменьшение среднего размера зерна аустенита в ОШЗ с 94 мкм до 15 мкм, и увеличение на 66 % показателя ударной вязкости KCV.

#### Литература

1. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров, В.М. Неровный, Я.Ф. Якушин; Под ред. В.М. Неровного.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.: ил.