

ОБРАЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫХ ТРЕЩИН ПРИ СВАРКЕ СТАЛИ 30ХГСА

Ю. П. Аганаев, А. М. Гурьев, ¹Б. Д. Лыгденов, Н. Г. Бильтриков
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

¹Восточно – Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ, Россия

Стали типа «хромансил» обладают высокой прочностью, низкой чувствительностью к надрезам и поэтому широко используются для ответственных сварных конструкций.

Основная трудность при сварке сталей данного класса это склонность к закалке и образованию холодных трещин. Для предупреждения образования холодных трещин в технологическом процессе предусматривают предварительный подогрев, отпуск после сварки, использование высоколегированных сталей аустенитного класса в качестве присадочного материала. Однако выполнение указанных мероприятий не всегда гарантирует качество сварного соединения сталей типа «хромансил».

Так, для экспертизы были представлены образцы из стали 30ХГСА, толщиной 4 мм., сваренные под слоем флюса АН-26, при напряжении дуги 20 В, сварочном токе 160 А, диаметре электрода 2 мм., скорости сварки 0,5 см/сек. После сварки образцы подвергали отпуску при 600°С, в течении 1 часа.

Испытания механических свойств показали, что разрушение образцов происходит по околошовной зоне, при значениях показателей прочности и относительного удлинения ниже стандартных. Для объяснения причин снижения показателей прочности и пластичности сварного соединения из стали 30ХГСА провели дюрометрические исследования, которые показали отсутствие закалочных структур в шве и околошовной зоне. Фрактографический анализ проводили с использованием растрового электронного микроскопа JEOL JSM-651LV. Излом образца после механических испытаний показан на фото. Сварной шов соответствует светлomu участку на снимке. Рельеф околошовной зоны характеризуется чередованием выступов (светлая сетка) и темных углублений. Такой рельеф характерен для вязкого излома и свидетель-

ствует об отсутствии в структуре хрупких составляющих, например мартенсита. То есть, холодные трещины, обусловленные закалочными процессами, не являются причиной снижения показателей прочности и пластичности. В околошовной зоне наблюдаются разрывы металла, имеющие межкристаллитный характер распространения и которые можно классифицировать как кристаллизационные трещины.

Образование кристаллизационных трещин происходит при деформации твердого жидкого металла в температурном интервале хрупкости (ТИХ) [1]. Структура металла шва и околошовной зоны в ТИХ представляет собой кристаллиты, разделенные жидкой прослойкой, обогащенной в результате ликвации легирующими и примесными элементами сплава. При деформации сварного соединения в ТИХ со скоростью выше критической, происходит разрыв прослоек. Подобный подход не учитывает то, что углеродистые и низколегированные стали в ТИХ испытывают перитектическое превращение.

В работе [2], отмечена особенность перитектической реакции на участке неполного расплавления околошовной зоны, которая заключается в том, что повышение концентрации растворенного компонента у поверхности растущего зерна уменьшает величину изобарного потенциала жидкой фазы, вызывая концентрационное переохлаждение, а выделение энтальпийного тепла, за счет высокой теплопроводности жидкой фазы, расплавляет поверхность исчезающего зерна. При этом расстояние (зазор) между зернами устанавливается так, чтобы значение переохлаждения было максимальным. Указанный механизм позволяет объяснить аномально быстрый рост зерен на участке неполного расплавления околошовной зоны, однако наличие прослоек жидкой фазы может

ОБРАЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫХ ТРЕЩИН ПРИ СВАРКЕ СТАЛИ 30ХГСА

способствовать образованию кристаллизационных трещин. Так, в работе [3], показано, что из-за разницы в объеме жидкой и твердой фаз, в межкристаллитной жидкости возникают напряжения, способные привести к нарушению сплошности. Величина напряжений зависит от кинематической вязкости и параметров структуры, определяющих гидродинамическое сопротивление течению межкристаллитной жидкости. Параметры структуры зависят в свою очередь от полноты протекания перитектического превращения, а следовательно от степени температурного воздействия. С другой стороны, размеры околошовной зоны нагреваемой до ТИХ зависят от теплофизических свойств материала, способа и параметров режима сварки. В связи с этим представляет интерес регулирование полноты протекания перитектической реакции и размеров зоны термического влияния для снижения вероятности образования кристаллизационных трещин.

Выводы:

1. Режимы сварки и термической обработки стали 30ХГСА обеспечивают требуемую стойкость против образо-

вания холодных трещин.

2. Снижение показателей прочности и пластичности сварных соединений из стали 30ХГСА связано с наличием в околошовной зоне кристаллизационных трещин (рисунок 1).
3. При разработке мероприятий по повышению стойкости сварных соединений из стали 30ХГСА необходимо учитывать особенности перитектических превращений.

Список литературы:

1. Прохоров Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. М. «Металлургия», 1976.
2. Аганаев Ю.П., Гурьев А.М., Лыгденов Б.Д. Механизм роста зерен на участке неполного расплавления сварного соединения. Ползуновский альманах. №3, 2006.
3. Аганаев Ю.П., Бармин Л.Н., Кулишенко Б.А. Влияние структуры на образование кристаллизационных трещин при наплавке сплавов железо – бор. «Сварочное производство», №8, 1979.

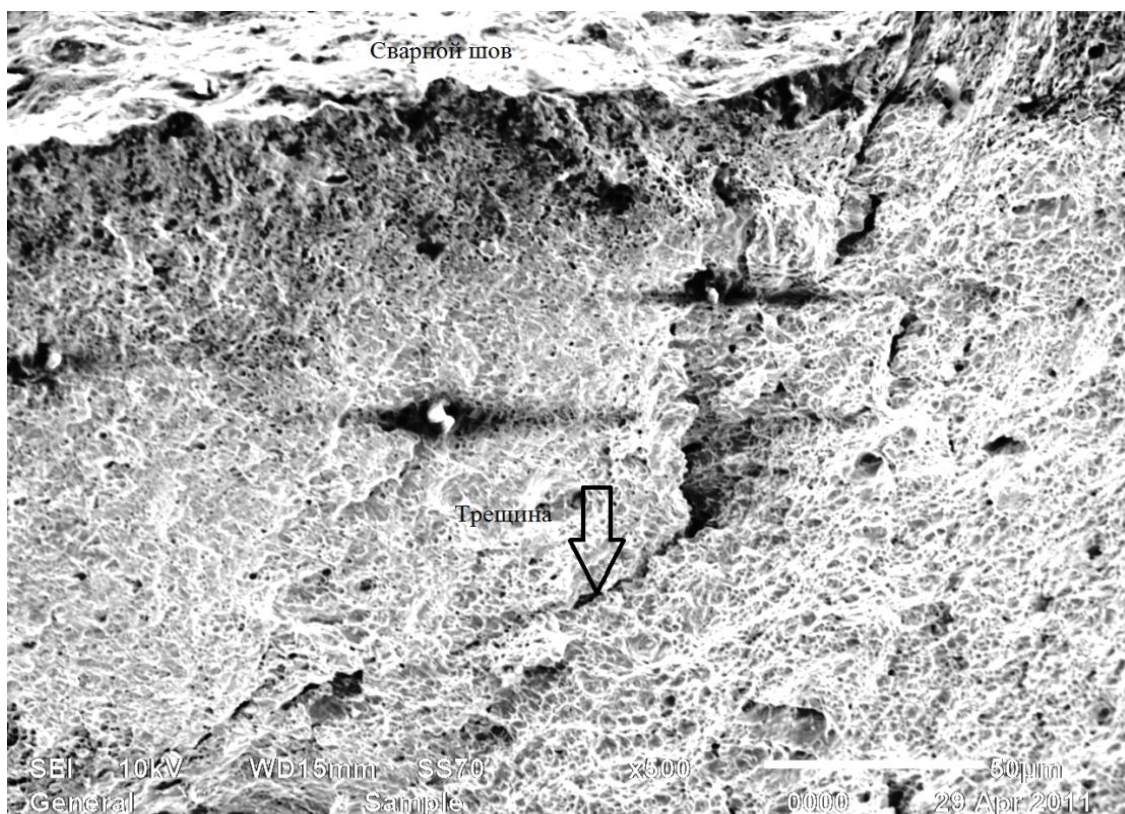


Рисунок 1 – Околошовная зона сварного соединения стали 30ХГСА