

**Изучение некоторых технологических особенностей сварки плавлением стали 45
для получения равнопрочных сварных соединений**

Студент гр. 104829 Снарский А.А.
Научный руководитель – Голубцова Е.С.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью данной работы является оптимизация условий сварки среднеуглеродистой стали 45, обеспечивающих создание требуемого уровня механических свойств металла сварного соединения, и предотвращение образования нежелательных структурно-фазовых превращений в зоне термического влияния (ЗТВ).

Среднеуглеродистые стали имеют повышенное содержание углерода, который является причиной образования кристаллизационных трещин при сварке, а также малопластичных закалочных структур и трещин в зоне термического влияния.

Стали с содержанием более 0,25 % С считаются условно свариваемыми. Это означает, что для сварки этих сталей должны быть созданы определенные условия.

Холодные трещины могут возникать как в интервале температур образования мартенсита (250 °С и ниже), так и спустя некоторое время после остывания сварного соединения (от 0 до 72 ч). При этом, чем выше уровень остаточных напряжений, тем вероятнее образование холодных трещин.

Для предотвращения охрупчивания участка ЗТВ выбор режимов сварки должен проводиться с учетом технологических приемов, обеспечивающих снижение скорости охлаждения сварного соединения после сварки и снижения уровня возникающих сварочных напряжений. Для этого прибегают либо к предварительному подогреву свариваемого металла, либо к увеличению погонной энергии при сварке — увеличению сварочного тока и снижению скорости сварки. Часто приходится одновременно использовать подогрев и увеличение погонной энергии, что позволяет уменьшить хрупкость металла ЗТВ. Все это требует введения дополнительных технологических операций, связанных с материальными и энергетическими затратами.

Даже при использовании всех указанных приемов сварные соединения из среднеуглеродистой стали чаще всего получают недостаточно пластичными, так как закалочные структуры в ЗТВ все же имеют место. Если к сварному соединению предъявляются требования высокой пластичности, то для выравнивания свойств приходится применять последующую термообработку, чаще всего закалку с отпуском.

Образование хрупкой структуры мартенсита является необходимым, но не всегда достаточным фактором для реального появления трещины. Необходимо наличие и других факторов — растягивающих напряжений, остаточного аустенита и избыточного водорода. Многие конструкции свариваются и надежно эксплуатируются (особенно из низкоуглеродистых легированных сталей) при наличии структуры мартенсита в сварном соединении, если устранены концентраторы напряжений в хрупкой зоне или созданы благоприятные условия в сварном соединении, снижающие чувствительность конструкций к концентрациям напряжений (применены аустенитные присадки, обеспечивающие

аустенитную структуру шва с высокой пластичностью, или поверхностная обработка путем наклепа).

Образование закалочных структур являются крайне нежелательным явлением, поскольку они характеризуются высокой твердостью, хрупкостью, плохо обрабатываются, склонны к образованию трещин. Если скорость охлаждения ниже критической скорости, образование закалочных структур исключается. В зоне термического влияния наиболее желательными являются пластичные, хорошо обрабатываемые структуры типа перлита или сорбита. Поэтому получение качественных соединений непременно связано с достижением желаемых структур в основном регулированием скорости охлаждения.

Образование холодных трещин при сварке закаливающихся сталей уменьшается при применении подогрева, уменьшающего вероятность образования закалочных структур. Подогрев способствует перлитному превращению и является действенным средством исключения закалочных структур. Поэтому он служит в качестве предварительной термической обработки сварных соединений (нагрев до сварки и в процессе ее). Меняя скорость охлаждения, можно получить желаемую твердость в зоне термического влияния.

Отпуск сварных конструкций снимает остаточные сварочные напряжения, улучшает структуру и свойства металла шва, снижает твердость закаленных зон сварного соединения и устраняет опасность образования холодных трещин со временем. Перерыв между началом сварки и термической обработкой устанавливается различный (от 30 мин до нескольких часов) в зависимости от марки стали и склонности ее сварных соединений к замедленному разрушению. В тех случаях, когда немедленное проведение высокого отпуска (местного с помощью ТВЧ или общего в печи) затруднено, применяют предварительно низкий стабилизирующий отпуск при 250 – 300 °С с последующим высоким отпуском в печи. В некоторых случаях последующий высокий отпуск не применяют, если механические свойства соединений удовлетворяют эксплуатационным требованиям.

Для повышения стойкости металла шва против образования кристаллизационных трещин следует понизить количество углерода в металле шва. Это достигается применением электродов с пониженным содержанием углерода, а также уменьшением доли участия основного металла в металле шва.

Применение специальных присадочных проволок и флюсов, многослойной сварки, колебательных движений электрода при автоматической сварке, импульсного режима сварочного тока (при малых толщинах металла), подбор оптимальных режимов сварки позволяют обеспечить более равноосную зернистую структуру металла шва и предупредить чрезмерное развитие зоны перегрева основного металла с крупнокристаллической структурой.