

УДК 621.785

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

С.В. СКУРЬЯТ, К.О. РЫКТЕР
(Представлено: М.В. СЕМЕНЧЕНКО)

Показана актуальность снижения напряжения сварных соединений путем термической обработки. Представлен обзор возможных способов термического воздействия на различных этапах изготовления сварного изделия, используемых источников нагрева и режимов обработки. Предложен способ отжига сварных изделий в условия электроконтактного нагрева в режиме термоциклирования.

Повышение качества сварных изделий путем снижения образовавшихся напряжений с помощью термической обработки является одним из актуальных направлений. Для достижения оптимального результата требуется правильный подбор способа воздействия, оборудования и режимов. В зависимости от особенностей изделия и состава используемого материала предпочтение может быть отдано нагреву:

- деталей перед сваркой, способствующей снижению скорости охлаждения сварного шва;
- в процессе сварки (сопутствующий нагрев);
- готового сварного соединения.

К основным технологическим факторам термической обработки, позволяющим снизить напряжения сварного соединения, следует отнести:

- температуру нагрева;
- время и скорость нагрева;
- продолжительность выдержки при заданной температуре;
- продолжительность «паузы» между формированием сварного шва и термическим воздействием;
- скорость охлаждения.

Для снятия внутренних напряжений изделия, изготовленные из низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей, подвергают низкому отжигу при температуре 600...680 °С в печи [1]. Продолжительность выдержки зависит толщины металла и выбирается из расчета 2,5 мин на 1 мм. Охлаждение производится вместе с печью или на воздухе.

В некоторых случаях прибегают к полному отжигу, позволяющему не только устранить внутренние напряжения, но и улучшить структуру материала [2]. Металл становится более пластичным. Обработку осуществляют при температуре 820...930 °С, выдерживая не менее 30 минут. Охлаждение с печью выполняют до температуры 300 °С, а затем на воздухе. Преимуществом описанного способа термического воздействия является формирование однородной структуры сварного шва или околошовной зоны. Однако такое изделие, как правило, подвергается улучшению для измельчения зерна и улучшения эксплуатационных характеристик.

Нормализацию сварных изделий выполняют при 850...900 °С. Последующее охлаждение на воздухе способствует измельчению зерна металла шва и околошовной зоны. Материал становится тверже и прочнее. Если углеродистый эквивалент больше 0,38, велика вероятность появления в сварном соединении холодных трещин из-за образования закалочных структур и возникновения растягивающих напряжений.

Кроме печного нагрева для снижения напряжения сварного шва может использоваться [3]:

- пламя газовой горелки. Способ предполагает использование тепла, образующегося в результате сгорания газовой смеси. Учитывая, что тепло подводится извне изделия, температурный градиент по толщине материала может достигать больших значений. В среднем колебания по толщине изделия составляет 1 °С/мм. Также из-за соприкосновения пламени с металлической поверхностью протекают окислительные процессы;

- электрическая дуга, сформированная при использовании сварки неплавящимся электродом (вольфрамовым или графитовым);

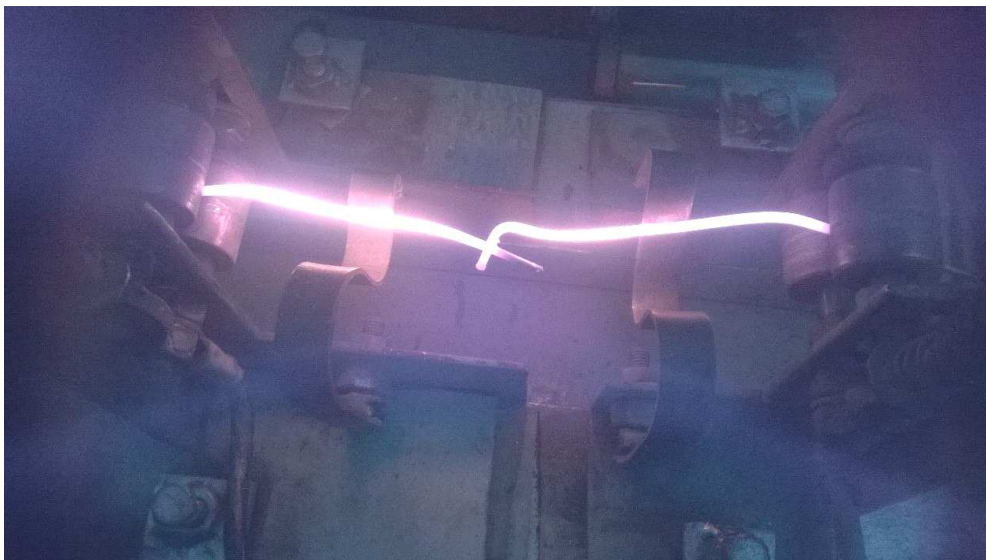
- накладной ТЭН. Способ подходит для нагрева изделий различного размера, однако отличается неравномерностью нагрева по толщине и периметру сварного соединения. Величина температурного перепада составляет 1 °С/мм;

- токи высокой частоты (ТВЧ). Характеризуется незначительным температурным градиентом, однако предполагает использование специального громоздкого электрооборудования.

Для условий единичного производства представляется перспективным использование электроконтактного нагрева, позволяющего за несколько секунд разогреть сварное изделие до требуемой температуры. Обработка может осуществляться в режиме непрерывного термического воздействия или термоциклирования. Последнее предполагает непрерывный нагрев и охлаждение по заранее выбранным режи-

мам, определяемым геометрическими параметрами сварного соединения и химическим составом материала изделия.

Нами была проведена серия опытов, направленных на снижение напряжения сварного шва в условиях электроконтактного нагрева (рисунок). Отжиг выполнялся на лабораторной установке, позволяющей реализовать режим термоциклирования [4].



Электроконтактный нагрев сварного соединения в режиме термоциклирования

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что способ актуален для этапа предварительного и сопутствующего подогрева сварного шва, а термическая обработка в условия электроконтактного нагрева является перспективным направлением снижения напряжений сварных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Режимы термообработки стали [Электронный ресурс] – 2011. – Режим доступа: <http://nt-welding.ru/articles/rezhimy-termoobrabotki-stali/>. – Дата доступа: 26.09.2017.
2. Термическая обработка сварных соединений [Электронный ресурс] – 2014. – Режим доступа: <http://www.xiron.ru/content/view/30358/28/>. – Дата доступа: 26.09.2017.
3. Термическая обработка сварных швов и соединений [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://elisit.ru/materiali/termoobrabotka-svarnyx-shvov/>. – Дата доступа: 27.09.2017.
4. Установка для электротермической обработки проволоки: пат. на полезную модель № 696 МПК 7 C21D 1/40 / В.М. Константинов, А.С. Губанов, С.Н. Абраменко, М.В. Семенченко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № и 20020065 ; заявл. 05.03.2002. ; опубл. 30.12.2002.