



1. Шоршоров М. Х. Металловедение сварки стали и сплавов титана. — М.: Наука, 1965. — 336 с.
2. Шураков С. С. Зависимость прочности закаленной стали от времени действия нагрузки / Металловедение: Сб. статей. — Л.: Судпромгиз, 1957. — 100 с.
3. Макара А. М., Мосендз Н. А. Сварка высокопрочных сталей. — Киев: Техника, 1971. — 140 с.
4. Сварка и свариваемые материалы // Под ред. Э. Л. Макарова. — М.: Металлургия, 1991. — Т. 1. — 528 с.
5. Демченко Э. Л., Бовсуновский А. Н., Янкина О. И. Влияние водорода на механические свойства аустенитно-мартенситного металла шва типа 03X12H8M2ГСТ // Автомат. сварка. — 1990. — № 7. — С. 30–33.
6. Курдюмов Г. В., Утевский Л. М., Энтин Р. И.. Превращения в железе и стали. — М.: Наука, 1977. — 238 с.
7. Саррак В. И., Филиппов Г. А. Релаксация остаточных микронапряжений при отдыхе и низкотемпературном отпуске закаленной стали // Физ. металлов и металловедение. — 1975. — 40, вып. 4. — С. 806–811.
8. Бернштейн М. Л., Займовский В. А. Структура и механические свойства металлов. — М.: Металлургия, 1970. — 335 с.
9. О двух путях релаксации остаточных микронапряжений в мартенсите стали / Л. Е. Алексеева, В. И. Саррак, С. О. Суворова, Г. А. Филиппов // Металлофизика. — 1975. — Вып. 61. — С. 79–84.
10. Mazanec K., Sejnoha R. Effect of thermo mechanical treatment on mechanical properties of structural steels // Trans. Met. Soc. AIME. — 1965. — 233. — P. 1602.
11. Гриценко Л. В. Новые электроды для сварки стали 15X2H4MДА // Свароч. пр-во. — 1961. — № 3. — С. 22–26.
12. Сварка высокопрочных сталей с пределом текучести более 800 МПа без подогрева и термообработки / Ю. Н. Готальский, В. В. Снисарь, Э. Л. Демченко и др. // Автомат. сварка. — 1990. — № 10. — С. 38–40.
13. Макаров Э. Л. Природа разрушения при образовании холодных трещин в высокопрочных закаливающихся сталях при сварке // Прогрессивная технология конструкционных материалов. — М.: МВТУ, 1977. — С. 85–105.
14. Макаров Э. Л., Субботин Ю. В., Прохоров Н. Н. Пути повышения сопротивляемости сталей образованию холодных трещин при сварке // Прочность сварных конструкций. — М.: Машиностроение, 1966. — С. 227–242.
15. Макара А. М. Исследование природы холодных околошовных трещин при сварке закаливающихся сталей // Автомат. сварка. — 1960. — № 2. — С. 9–33.
16. Холодные поперечные трещины в низколегированных высокопрочных швах / А. М. Макара, В. Г. Гордонный, А. Т. Дибец и др. // Там же. — 1971. — № 11. — С. 1–14.
17. Стеренбоген Ю. А., Васильев Д. В. Новая методика и энергетические критерии оценки стойкости металла зоны сплавления сварного соединения против образования холодных трещин // Там же. — 1998. — № 6. — С. 8.
18. Влияние временных сварочных напряжений на характер превращения аустенита и сопротивляемость ЗТВ стали 30ХГСНА образованию холодных трещин / Ю. М. Лебедев, К. М. Данилюк, Ю. А. Стеренбоген и др. // Там же. — 1981. — № 7. — С. 8–12.
19. Стеренбоген Ю. А., Васильев Д. В. Оценка трещиностойкости зоны сплавления по энергоемкости замедленного разрушения // Там же. — 1999. — № 6. — С. 6–12.
20. Пат. 47458, Украина. Спосіб термічної обробки зварних з'єднань / Ю. О. Стеренбоген, М. М. Савицький, Д. В. Васильєв. — Опубл. 15.07.2002, Бюл. № 7.
21. Потак Я. М. Высокопрочные стали. — М.: Металлургия, 1972. — 76 с.
22. Касаткин С. Б., Мусияченко В. Ф., Смиян О. Д. Влияние подогрева на распределение водорода в сварном соединении высокопрочной стали // Автомат. сварка. — 1974. — № 5. — С. 72–73.
23. Мусияченко В. Ф., Касаткин С. Б. Распределение водорода в сварном соединении легированной стали и его влияние на образование холодных трещин (Обзор литературы) // Там же. — 1985. — № 9. — С. 3–8.
24. Андрейкив А. А., Панасюк В. В., Харин В. С. Теоретические аспекты кинетики водородного охрупчивания металлов // Физ.-хим. механика материалов. — 1978. — № 3. — С. 3–32.
25. Походня И. К., Швачко В. И. Физическая природа обусловленных водородом холодных трещин в сварных соединениях конструкционных сталей // Автомат. сварка. — 1997. — № 5. — С. 3–12.
26. Касаткин О. Г. Особенности водородного охрупчивания высокопрочных сталей при сварке (Обзор) // Там же. — 1994. — № 1. — С. 3–7.
27. Гиндин И. А., Стародубов Я. Д., Аксенов В. К. Структура и прочностные свойства металлов с предельно искаженной металлической решеткой (Обзор) // Металлофизика. — 1980. — № 2. — С. 49–67.

The paper presents analysis of the most important factors promoting cold cracking in welded joints of hardenable steels. It is shown that the most important components, causing cold cracking are «peak» stresses in as-hardened metal structure and level of hydrogen content in points of local «peak» stresses.

Поступила в редакцию 28.01.2005

ТЕХНОЛОГИЯ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ БЕЗ ПОДОГРЕВА СТАЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА

Повышенное содержание углерода в закаливающейся стали обуславливает такие трудности при их сварке и наплавке, как склонность сварных соединений к образованию трещин, перегреву и охрупчиванию. Современные методы их преодоления, предусматривающие сочетание сварки на низких погонных энергиях с подогревом и применением аустенитных сварочных материалов, дороги, трудо- и энергоемки. Кроме того, эффективность этих методов снижается по мере повышения содержания углерода в сталях.

Предлагаемая технология позволяет сваривать и наплавлять без подогрева закаливающиеся стали с содержанием углерода до 0,8 % сварочными материалами, близкими по химическому составу основному металлу. Данная технология сварки и наплавки обеспечивает управление формированием структуры металла сварных соединений путем регулирования условий его нагрева и охлаждения. При этом в металле соединений формируется мелкозернистая структура с высокими показателями вязкости и пластичности, что повышает их стойкость к образованию трещин и охрупчиванию.

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 11
Тел./факс: (38044) 289 17 39
E-mail: savitsky@paton.kiev.ua