

2. Гринберг Н.А., Арабей А.Б. Износостойкие наплавочные и композиционные материалы для упрочнения трущихся поверхностей в условиях абразивного и гидроабразивного изнашивания // Сварочное производство, 1992.- №5.- С.7 - 9.
3. Чигарев В.В., Малинов В.Л. Выбор экономнолегированных наплавочных материалов для различных условий ударно-абразивного воздействия // Автомат.сварка. – 2000. – №5. – С.58-60.
4. Размышляев А.Д. Магнитное управление формированием валиков и швов при дуговой наплавке и сварке: [монография] / А.Д.Размышляев, М.В.Миронова.- Мариуполь: ПГТУ, 2009. – 196 с.
5. Рижов Р.М. Магнітне керування якістю зварних з'єднань/ Р.М.Рижов, В.Д.Кузнецов.- К.: Екотехнологія, 2010.- 288 с.
6. Размышляев А. Д. Магнитное управление формированием швов при дуговой сварке. Монография. — Мариуполь : Из-во ПГТУ, 2000. — 245 с.
7. Моделирование течения и структуры кристаллизации при дуговой сварке неплавящимся электродом в защитных газах / В. Павлык, У. Дилтай // Математическое моделирование и информационные технологии в сварке и родственных процессах. — Сборник трудов международной конференции (16–20 сентября 2002 г.). — ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. — Киев. — 2002. — С. 61–68.
8. Модель процессов тепло-, массо- и электропереноса в анодной области и столбе сварочной дуги с тугоплавким катодом / И. В. Кривцун, В. Ф. Демченко, И. В. Крикент // Автомат.сварка, 2006. — №6. — С. 3–11.
9. Влияние постоянного тока на характер массопереноса в металлическом расплаве установки ковш-печь. Часть 1. Действие электромагнитных сил/ В. П. Пиптюк, И. В. Крикент, С. Е. Самохвалов, И. А. Павлюченков, С. В. Греков, А. В. Чичерин, Р. Р. Гнып // Теория и практика металлургии, 2007.— №2–3. — С. 60–65.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЗОСОДЕРЖАЩИХ СТАЛЕЙ

А.Н. Плаксин, аспирант, Д.А. Чинахов, к.т.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(38451) 6-26-83

E-mail: ap-1986@mail.ru

На данный момент состояние российской промышленности, выработало свой ресурс основного оборудования и металлоконструкций, и требует незамедлительного решения вопросов в сфере безопасности. От промышленной безопасности зависит состояние защищенности жизненно важных личностных интересов и общества от аварий, то есть от обрушения конструкции, технических устройств, особенно велик объем их применения в энергетической, газовой, химической, нефтехимической промышленности. Опыт эксплуатации таких систем показывает, что наибольшая опасность исходит от некачественных сварных соединений [1, 2, 3].

В последние годы в мировой практике возрастает использование азотсодержащих сталей (07X21Г7АН5, 12X17Г9АН4, 12X18АГ18Ш и др). Азот в сочетании с хромом придает этим сталям целый спектр уникальных характеристик - таких как высокая коррозионная стойкость в большинстве агрессивных промышленных и природных сред, в том числе в морской воде, а также немагнитность при высоком уровне прочности, пластичности и ударной вязкости и может быть широко использована в энергетике, судостроении, атомной и нефтегазовой промышленности, оборонной технике и других отраслях промышленности. Широкое применение этих сталей в промышленности позволит повысить эксплуатационные свойства металлоконструкций и их конкурентоспособность на мировом рынке [4, 5, 6, 7, 8].

Аустенитные стали характеризуются высокими уровнями трещиностойкости, хладостойкости, хорошо свариваются, имеют высокие пластические свойства, что способствует их широкому использованию в ответственных конструкциях, в том числе и в области ядерной энергетики, где эта сталь является основным материалом, так называемых внутрикорпусных устройств, работающих при высоких радиационных облучениях. Такие стали обладают высокими физико-механическими свойствами, стабильной структурой вплоть до температуры около 800 °С.

Указанная стабилизация не является абсолютно неуязвимой. В частности, длительный нагрев аустенитной стали в температурном интервале приблизительно 500...900 °С способствует так называемому аустенитно-ферритному превращению с сопутствующим образованием карбидов, интерметаллидов и т. п., приводящему к достаточно резкому изменению свойств стали, особенно стойкости в агрессивных средах и склонности к хрупкому разрушению. Температурные условия сварочного нагрева в определенной степени могут вызывать сенсбилизацию (повышение склонности) аустенитной стали к коррозионным и хрупким разрушениям [9, 10].

Подобным фактором, снижающим стабильность аустенитной микроструктуры, является радиационное облучение конструктивных элементов из аустенитной стали, что весьма характерно для внутри-корпусных устройств современных ядерных реакторов [10, 11].

Сегодня для изготовления бандажей роторов современных турбогенераторов, достигающих единичной мощности 1000...1200 МВт, используют аустенитную хромомарганцевую сталь Р900 (12Х18АГ18Ш) со сверхравновесной концентрацией азота [12-18].

Новая сталь имеет высокие значения прочности и вязкости разрушения, стойкостью к локальной коррозии и коррозионному растрескиванию.

Сведения о коррозионной стойкости хромомарганцевых сталей весьма ограничены [12]. Разрушение бандажей, изготовленных из стали Р900, на сегодня не зарегистрировано, однако известны случаи их коррозионно-механических повреждений.

Цель данной работы – анализ существующих способов получения коррозионностойких сварных соединений азотосодержащих сталей.

Одной из основных задач сохранности работоспособности металлоконструкции является эффективная защита металла сварного шва и околошовной зоны от воздействия агрессивной коррозионной среды. При неблагоприятных условиях эксплуатации без применения мер по защите, коррозия может возникнуть уже через год после ввода металлоконструкции в эксплуатацию. Опасность коррозионного разрушения сварного шва и околошовной зоны обусловлена снижением их специальных свойств по сравнению с основным материалом [8].

Существует несколько способов сварки таких видов сталей: дуговая, лазерная, светолучевая сварки и др.

Применение дуговой и лазерной сварки ведет к значительному перегреву сварочной ванны и, следовательно, к потерям легкоиспаряющихся элементов, в данном случае марганца. Поэтому не представляется возможным получать соединения, равнопрочные основному металлу [19].

При аргонодуговой сварке концентрация марганца в шве снижается на 5 % от исходного уровня. Снижение его содержания объясняется большим перегревом сварочной ванны и ее интенсивным перемешиванием под действием давления дуги. При сварке наблюдается повышение микротвердости, что свидетельствует о низкой пластичности металла шва и более высоком уровне остаточных напряжений. Происходит образование трещин и ослабление сварного шва [19].

Перспективным источником энергии для сварки таких сталей на сегодняшний день является светолучевая сварка. Сравнительно более низкая плотность теплового потока в пятне нагрева, незначительное механическое воздействие на сварочную ванну и отсутствие ее интенсивного перемешивания позволяют снизить нагрев жидкого металла и свести к минимуму потери марганца. Кроме того, к преимуществам светового луча относятся отсутствие электрического поля и незначительная ионизация газов в зоне сварки, что снижает растворение вредных газов в металле шва [20]. Особенностью сварки световым лучом является то, что в широком диапазоне параметров без применения присадочных материалов швы формируются заподлицо с основным металлом и не содержат подрезов и ослаблений.

При светолучевой сварке потерь марганца не происходит, а даже на 1–3 % увеличивается его содержание в шве по сравнению с основным металлом. Рост содержания марганца связан с его диффузией в высокотемпературную область и минимальным испарением. При светолучевой сварке уровень микротвердости шва близок к основному металлу [19].

В настоящее время существует целый ряд способов и устройств, которыми пытаются защитить сварной шов и зону термического влияния от коррозионного разрушения. Однако ни одна из применяемых технологий не дает достаточной гарантии получения сварного шва идентичного по свойствам с основным материалом и обеспечения требуемой надежности защиты зоны сварного шва от коррозии. Вопрос о разработке эффективной технологии получения коррозионностойких сварных соединений азотосодержащих сталей остается актуальным.

Литература.

1. Н. Е. Никитина. Акустоупругость. Опыт практического применения. – Н. Новгород: ТАЛАН, 2005. 208с.
2. Горшков А. С., Медведский А. Л., Рабинский Л. Н. и др. Волны в сплошных средах. М.: Физматлит, 2004. 472 с.
3. Занковец, П. В. Анализ состояния качества и конкурентоспособности сварочной продукции. Стратегические и тактические методы и средства обеспечения качества сварных изделий / П. В. Занковец // Сварка и родственные технологии. Проблемы и пути обеспечения качества: сб. докладов IV Межд. симпозиума. – Минск, 30.03.2005. – С. 8 – 13.
4. Шпайдель М. О. Новые азотосодержащие аустенитные нержавеющие стали с высокими прочностью и пластичностью // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2005. – № 11 (605). 16 ISSN 1994-6716 Вопросы материаловедения, 2009, № 3(59).
5. По пути созидания. Ч. II / Под ред. акад. РАН И. В. Горынина / Сб. исторических очерков о научном вкладе института в развитие отечественной промышленности. – СПб: «ЦНИИ КМ “Прометей”», 2009. – 239 с.
6. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов: справ. изд. / под ред. Э.Л. Макарова. – М.: металлургия, 1991 – 528 с.
7. Катада Э., Ванищцу Н., Бабак Х. Стали с повышенным содержанием азота, разработанные в национальном институте материаловедения // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2005. – № 11 (605).
8. Коджаспиров Г. Е., Сулягин Р. В., Карьялайнен Л. П. Влияние температурно-деформационных условий на упрочнение и разупрочнение азотсодержащих коррозионно-стойких сталей // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2005. – №11 (605).
9. Риск образования карбидов и σ -фазы при сварке высоколегированных хромоникелевых сталей / В. И. Махненко, С. С. Козлитина, Л. И. Дзюбак, В. П. Кравец // Автомат. сварка. — 2010. — № 12. — С. 7 – 10 .
10. Сварные конструкции из аустенитной стали типа 10X18H10T в условиях радиационного распухания / В. И. Махненко, О. В. Махненко, С. С. Козлитина, Л. И. Дзюбак // Автомат. сварка. – 2012. - №2. – С. 7 – 12.
11. Механические свойства аустенитных сталей при нейтронном облучении, влияние различных факторов / И. П. Курсевич, Б. З. Марголин, О. Ю. Прокошев, В. И. Кононов // Вопр. материаловедения. — 2006. — № 4. – С. 55-68.
12. А. И. Балицкий, И. Ф. Костюк, О. А. Крохмальний. Физико – механическая неоднородность сварных соединений высокоазотистых хромомарганцевых сталей и их коррозионная стойкость. // Автоматическая сварка № 2 – 2003 С. 28 – 31.
13. Технология ЭШП высокоазотистой стали 12X18Ag18 и слитки массой 18 т / Г. Г. Куткин, Л. М. Васильев, И. М.Зуев и др. // тез. докл. I Всесоюзная. конф. по высокоазотистым сталям (Киев, 18 – 20 апр. 1990 г.). – Киев, 1990. – С. 8.
14. Особенности электрошлакового переплава и свойства высокопрочной бандажной стали / А. И. Балицкий, В. И. Похмурский, А. С. Волков и др. // Проблемы корозії і протикорозійного захисту матеріалів: Матеріали 4 - і міжнарод. конф. - виставки Корозія - 98 (Львів, 9 - 11 черв. 1998 р.). - Львів, 1998. - С. 151 - 154.
15. Электрошлаковый металл / Б. И. Медовар, Л. М. Ступак, Г. А. Бойко и др. / Под ред. Б. Е. Патона, Б. И. Медовара. – Киев: Наук, Думка, 1981. – 680 с.
16. Влияние состава флюсов и газовой атмосферы на поглощение азота сталями и сплавами при индукционном и дуговом плавлении / Б. И. Медовар, Г. М. Григоренко, Ю. М. Помарин и др. // Пробл. спец. Электрометаллургии. – 1995. - №3. – С. 6 – 14. , так и традиционным сталям 60X3Г8H8B и 40X4Г18.
17. Пахуридзе В. Н. Чекотило Л. В. Методы изготовления бандажных колец роторов турбогенераторов (краткий обзор) // Спец. Электрометаллургия. – 1974. – 27. – С. 51 – 58.
18. Пахуридзе В. Н. Чекотило Л. В. Легирование аустенитных сталей 60X3Г8H8B и 40X4Г18 азотом в процессе ЭШП // Пробл. спец. электрометаллургии. – 1975. – 1. – С. 40 – 45.
19. М. И. Опарин, В. А. Фролов, А. Н. Свободов, В. С. Мамаев, Н. С. Пронин. Сварка высокомарганцевистых сталей световым лучом // Сварочное производство. 1990. №8. С. 2–3.
20. Опарин М. И., Фролов В. А., Пронин Н. С. Новое в области сварки световым лучом дуговых ксеноновых ламп // Повышение качества и эффективности сварочного производства на предприятиях города Москвы. М.: МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1987. С. 17–22.