



Выводы

1. Анализ экспериментальных наблюдений за структурными изменениями в сварных соединениях стали с 9% Cr позволил предложить возможный механизм образования зерен δ-феррита в прилегающих ко шву участках основного металла.

2. Выдвинуто предположение, что образование δ-феррита в околошовной зоне сварных соединений стали с 9% Cr связано с перегревом металла до межкритического интервала температур ($T_S - T_L$) и включает две возможные стадии: иницирование — образование зародышей в виде зон с локальным повышенным содержанием ферритизаторов и пониженным углеродом вследствие ликвации и миграции углерода в сторону шва по жидким каналам; диффузионное обеднение углеродом прилегающих к зародышам участков зерен до степени обеспечения стабильности δ-феррита при пониженных температурах.

1. Скульский В. Ю. Структура металла в зоне сплавления и ЗТВ сварных соединений высокохромистых теплоустойчивых сталей // Автомат. сварка. — 2005. — № 5. — С. 15–23.
2. Касаткин Б. С. Микромеханизм образования холодных трещин при сварке среднелегированных сталей // Семинар по металлургическим требованиям производителей и потребителей к свариваемости стальной продукции, 10–20 сент. 1991 г., Киев / (Объединенные нации: Steel/Sem.17/R.54. — 1991. — 27 июня. — 20 с).

The probable mechanism of formation of decarburised delta-ferrite grains in the joining zone was studied by simulating the thermal-deformation cycle of welding in a restrained sample of heat-resistant steel P91 through heating with an electric current flow up to surface melting, and by comparing the resulting structure with structure of actual welded joints. The probable mechanism attributes formation of the above grains to regions depleted in carbon and rich in ferritising elements, which result from liquation redistribution of alloying and impurity elements, as well as regions depleted in carbon, resulting from its migration towards the weld.

3. Горелик С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов. — М.: Металлургия, 1978. — 568 с.
4. Земзин В. Н. Сварные соединения разнородных сталей. — М.: Машиностроение, 1966. — 232 с.
5. Лихачев В. А., Мышляев М. М., Сеньков О. Н. О роли структурных превращений в сверхпластичности // Физ. механика материалов. — 1987. — 63. — С. 1045–1060.
6. Скульский В. Ю. Влияние химического состава присадочного материала и свариваемой стали на структуру в зоне сплавления // Автомат. сварка. — 2006. — № 9. — С. 22–25.
7. Microstructure-property relationships in HAZ of new 13% Cr martensitic stainless steels / O. M. Akselsen, G. Rorvik, P. E. Kvaale et al. // Welding J. — 2004. — 83, № 5. — P. 160–167.
8. Vogel H. J., Ratke L. Instability of grain boundary grooves due to equilibrium grain boundary diffusion // Acta Metal. Mater. — 1991. — 39, № 4. — P. 641–649.
9. Петелин А. Л. Модель роста жидкометаллических каналов по границам зерен в металлах // Физика и химия обработки материалов. — 2003. — № 2. — С. 21–23.
10. Петелин А. Л. Образование жидкометаллических каналов по тройным стыкам зерен в металлах // Технология металлов. — 2005. — № 1. — С. 18–19.
11. Guttman M. Intermediate temperature aging of duplex stainless steels. A review // Duplex Stainless Steels-91, 28–30 Oct., 1991, Beaune, France. — Vol. 1. — P. 79–92.
12. Wang X. G., Dumortier D., Riquier Y. Structural evolution of zerron 100 stainless steel between 550 and 1100 °C // Ibid. — Vol. 1. — P. 127–134.
13. Лившиц Л. С. Металловедение для сварщиков. — М.: Машиностроение, 1979. — 253 с.
14. Готальский Ю. Н. Сварка перлитных сталей аустенитными материалами. — Киев: Наук. думка, 1992. — 224 с.

Поступила в редакцию 06.09.2005

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ И РЕСУРСА ТРУБОПРОВОДОВ С ЭРОЗИОННО-КОРРОЗИОННЫМ ИЗНОСОМ

Компьютерная система расчета позволяет определить прочность и остаточный ресурс эксплуатации трубопроводных систем на основании сведений об объекте, материале, а также дает информацию о результатах обследования технического состояния объекта.

Применение системы дает возможность повысить надежность эксплуатируемых объектов, сократить затраты на оборудование, удлинить межремонтный срок эксплуатации.

Контакты: 03680, Украина,
Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона
НАН Украины, отд. № 34
Тел./факс: (38044) 287 65 57;
e-mail: d34@paton.kiev.ua

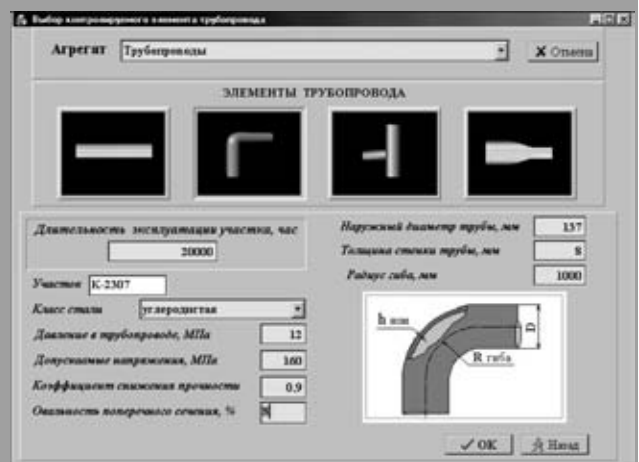




Рис. 3. Сооружение доменной печи ДП-2 на ОАО «Азовсталь»

(рис. 2) и парка резервуаров 20000 м³. В 2005 г. прокат стали 06Г2Б толщиной 50 мм применили при строительстве доменной печи ДП-2 (рис. 3) на ОАО «Меткомбинат «Азовсталь». Листовой

прокат полностью удовлетворяет требованиям ТУ, а по характеристикам работы удара, ударной вязкости после деформационного старения, поперечному сужению и поперечному сужению в направлении толщины фактические результаты значительно превосходят нормативный уровень. В настоящее время из стали 06ГБ(Д) класса прочности 390 изготавливаются конструкции моста через вход в Гавань в г. Киеве.

Учитывая, что вопросы коррозионной стойкости являются основными для эксплуатационного ресурса мостов, Украинским НИИ конструкционных материалов «Прометей» совместно с ИЭС им. Е. О. Патона выполняются работы по созданию стали аналогичного класса прочности повышенной атмосферостойкости.

1. *Высокопрочная* экономнолегированная сталь 06Г2Б с $\sigma_T > 440$ МПа для мостостроения / В. А. Ковтуненко, А. М. Герасименко, А. Г. Синюк // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. — 2004. — № 69. — С. 106–113.
2. *Высокопрочная* экономнолегированная сталь 06Г2Б с $\sigma_T > 440$ МПа для ответственных изделий машино-, судо-, мостостроения и строительных конструкций / В. А. Ковтуненко, А. М. Герасименко, А. А. Гоцуляк // Материалы междунар. коллоквиума «Стальные резервуары: конструкции, сварка, диагностика, ремонт, ресурс», Варна, 18–20 мая, 2004 г. — С. 46–53.
3. *Экономнолегированные* высокопрочные стали для сварных конструкций / Л. И. Миходуй, В. И. Кирьян, В. Д. Позняков // Автомат. сварка. — 2003. — № 5. — С. 36–40.
4. *Сварочные* технологии при капитальном ремонте доменной печи № 9 «КГМК «Криворожсталь» / Л. М. Лобанов, В. А. Ковтуненко, А. М. Герасименко и др. // Материалы междунар. конф. «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций», Киев, 24–27 ноябр., 2003 г. — 114 с.

Sparselyalloyed high-strength steel 06G2B meets current requirements to materials for critical metal structures applied in construction engineering and machine building. Comparative analysis of steel 06G2B and other steels extensively used in critical metal structures has been conducted. Results of investigation of service properties of rolled stock 06G2B and welded joints are presented. It is shown that the steel holds promise for fabrication of critical metal structures.

Поступила в редакцию 08.06.2006

НИЗКОВОДОРОДНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ФЛЮС МАРКИ АН-60СМ

Разработан сварочный флюс АН-60СМ для механизированной сварки и наплавки низкоуглеродистых и низколегированных сталей соответствующими сварочными проволоками. Флюс АН-60СМ обеспечивает содержание диффузионного водорода в наплавленном металле около 3 см³/100 г и благодаря этому превосходит флюсы марок АН-348А, ОСЦ-45 и АНЦ-1 по стойкости к образованию пор.

Разработаны технические условия Украины на флюс АН-60СМ (ТУУ 05416923.013–96) и освоено его серийное производство. Флюс внедрен при сварке бытовых газовых баллонов на Дружковском заводе газовой аппаратуры и кранов, при сварке колес на Кременчугском колесном заводе, при сварке резервуаров на ОАО «Снежнянськимаш» и металлоконструкций на Макеевском заводе металлоконструкций.

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 15

Тел.: (38044) 287 46 66; факс: (38044) 287 54 88; e-mail: pwi15@i.com.ua; hawtech@ukr.net

3. *Effect of carbide grain size on the sliding and abrasive wear behaviour of thermally sprayed WC-Co coatings* / S. Usmani, S. Sampath, D. Houck, D. Lee // Tribol. Trans. — 1997. — 401, № 3. — P. 470–478.
4. *Борисов Ю. С.* Газотермическое напыление покрытий с нанокристаллическими фазами. Наноразмерные системы: Тез. конф. НАНСИС 2004. — Киев, 2004. — С. 264.
5. *Куницкий Ю. А., Коржик В. Н., Борисов Ю. С.* Некристаллические металлические материалы и покрытия в технике. — Киев: Техніка, 1988. — 200 с.
6. *Астахов Е. А., Коржик В. Н., Чернышев А. В.* Детонационное напыление аморфных и микрокристаллических покрытий. — М.: Знание, 1990. — 20 с.
7. *Коржик В. Н.* Теоретический анализ условий аморфизации металлических сплавов при газотермическом напылении // Порош. металлургия. — 1992. — № 10. — С. 11–15.
8. *Борисов Ю. С., Коржик В. Н.* Аморфные газотермические покрытия: Теория и практика (обзор) // Автомат. сварка. — 1995. — № 4. — С. 3–12.
9. *Kishitake K., Era N., Otsubo F.* Characterization of plasma sprayed Fe-17Cr-38Mo-4C amorphous coatings crystallizing at extremely high temperature // J. of Thermal Spray Technology. — 1996. — 5. — P. 283–288.
10. *Аморфные металлические сплавы* / Под ред. Ф. Е. Люборского: Пер. с англ. — М.: Металлургия, 1987. — 584 с.
11. *Применение методов количественного рентгеноструктурного анализа при исследовании фазового состава газотермических покрытий* / Г. М. Григоренко, А. Л. Борисова, А. И. Адеева, В. И. Сладкова // Проблемы СЭМ. — 1995. — № 2. — С. 63–71.
12. *Кулу П.* Износостойкость порошковых материалов и покрытий. — Таллин: Валгус, 1988. — 118 с.
13. *Features of structure and solidification in sprayed massive amorphous layers* / Т. Р. Shmyreva, А. Р., Mukhin, V. P. Khlyntsev, O. A. Shmatko // Металлофизика и новейшие технологии. — 1995. — 17, № 4. — С. 74–78.
14. *Кристаллизация аморфного сплава Fe₈₀B₂₀ при нагреве с постоянной скоростью* / В. П. Набережных, В. И. Ткач, А. И. Лимановский, В. Ю. Каменева // Физ. металлов и металлургия. — 1991. — № 2. — С. 157–164.
15. *Шмырева Т. П., Береза Е. Ю.* Быстроохлажденные эвтектические сплавы. — Киев: Техніка, 1990. — 15 с.
16. *Астахов Е. А., Астахов И. Е.* Детонационное напыление микрокристаллических покрытий // Сб. тр. 5-й Междунар. конф. «Пленки и покрытия 98». — СПб., 1998. — С. 78–82.
17. *Козьяков И. А., Борисов Ю. С., Коржик В. Н.* Стойкость аморфизированных газопламенных покрытий системы Fe-B в условиях газообразного изнашивания // Автомат. сварка. — 1996. — № 9. — С. 27–29.

The influence of heat treatment temperature (HT) in the range of 200...650 °C on the process of solidification of the amorphous phase (APh) in detonation coatings, deposited using powders of amorphizing Fe-B alloy with 40 µm and 40...63 µm particle size was investigated. It is established that APh content in the coating deposited using fine powder is equal to 32 vol. %, and in the coating from powder with 40...63 µm particle size it is 57 %; heating at 500 °C leads to complete solidification of APh in both cases. Coating microstructure was studied and coatings were tested for gas-abrasive wear resistance after HT at different temperatures. Maximum increase of wear resistance (by 35...40 %) is achieved at the coating structural condition corresponding to solidification of ~3 % APh.

Поступила в редакцию 06.02.2006

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны технологии восстановления проектной работоспособности стальных цилиндрических резервуаров вместимостью до 50 тыс. м³ включительно для хранения нефти и нефтепродуктов. Предлагаемые технологии гарантируют межремонтный период эксплуатации не менее 20 лет.

Впервые в СНГ разработана технология замены на стенках рулонированных резервуаров вертикальных монтажных стыков в одну линию на стыки с разбежкой швов по поясам.

Технология успешно применяется в Украине для ремонта резервуаров РВС 50 тыс. м³ со стенкой из стали 16Г2АФ. Замена днища выполняется полноразмерными полосами со стыковыми поперечными швами. Замена первого пояса стенки производится с увеличением полезного объема резервуара.



Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11,
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 28
Тел.: (38044) 287 66 79; e-mail: reservoir@paton.kiev.ua

казателями сплава 06X23H28M3ДЗТ при пониженном (на 10 %) содержании никеля у первой.

1. Патюкин А. В., Рудычев А. С., Быковский О. Г. Кавитационно-коррозионная стойкость наплавленных нержавеющих сталей и сплавов // Автомат. сварка. — 2000. — № 8. — С. 38–40.
2. Патюкин А. В., Антонюк Д. А. Влияние легирования на кавитационно-коррозионную стойкость нержавеющих сталей и сплавов // То же. — 2005. — № 4. — С. 16–18.
3. Патюкин А. В. Влияние коррозионного фактора на кинетику кавитационно-коррозионного изнашивания нержавеющих сталей и сплавов // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. — 2004. — № 1. — С. 143–145.
4. Каховский Н. И. Сварка высоколегированных сталей. — Киев: Техника, 1975. — 376 с.
5. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 279 с.
6. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. — М.: Мир, 1977. — 552 с.
7. Мышкис А. Д. Лекции по высшей математике. — М.: Наука, 1967. — 640 с.
8. Богачев И. Н. Кавитационное разрушение и кавитационно-стойкие сплавы. — М.: Металлургия, 1972. — 192 с.
9. Ульянов Е. А., Свистунова Т. В., Левин Ф. Л. Высоколегированные коррозионно-стойкие сплавы. — М.: Металлургия, 1987. — 88 с.
10. Чигал В. Межкристаллитная коррозия нержавеющих сталей. — Л.: Химия, 1969. — 232 с.
11. Туфанов Д. Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей, сплавов и чистых металлов. — М.: Металлургия, 1990. — 320 с.
12. Чукаловская Т. В., Томашов Н. Д., Майская В. Д. О механизме анодного растворения молибдена в водных электролитах // Защита металлов. — 1984. — № 6. — С. 864–871.

An empirical dependence is proposed of the influence of the main alloying elements in complex-alloyed stainless alloying systems (Fe–Cr–Ni–Mn) on the cavitation-corrosion resistance of the deposited metal in concentrated solutions of sulphuric acid.

Поступила в редакцию 29.06.2005

ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Плазменные ковши-печи (ПКП) — это новая генерация современных агрегатов комплексной внепечной обработки сталей (АКВОС), в которых компенсация тепловых потерь или подогрев шлакового и металлургического расплава осуществляется с помощью низкотемпературной плазмы. ПКП не только сохраняют все известные достоинства дуговых ковшей-печей, но и имеют преимущества, которые обусловлены высокой эффективностью, экономичностью и надежностью преобразования электрической энергии в тепловую, повышенной стабильностью, управляемостью и чистотой плазменного разряда, лучшей герметичностью рабочего пространства, контролируемостью атмосферы и диапазона давлений.

Эти преимущества позволяют расширить энергетические, технологические и металлургические возможности АКВОС, снизить удельный расход электроэнергии, продолжительность подогрева и износ футеровки ковшей, способствуют повышению степени усвоения легирующих элементов, активному использованию газовой и шлаковой фаз, исключению загрязнения металла углеродом, азотом и водородом, улучшению качества получаемой стали, экологии технологического процесса и санитарно-гигиенических условий труда.

ПКП оборудованы плазменными нагревательными комплексами (ПНК) мощностью до 6 МВт. Скорость нагрева стали в ПКП с ПНК мощностью до 6 МВт составляет 3...5 °С/мин при емкости ковша 30 т и до 1,5 °С/мин при емкости ковша 100 т.

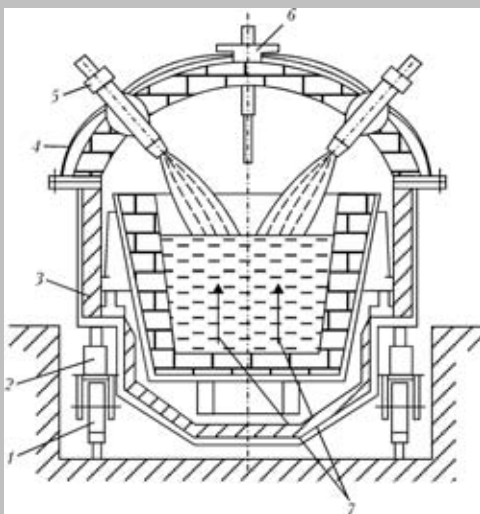


Схема плазменного ковша-печи: 1 — сталевоз; 2 — гидроцилиндр; 3 — камера; 4 — крышка водоохлаждаемая; 5 — плазмотрон; 6 — термозонд; 7 — расплав, продуваемый газом

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 20
Тел./факс: (38044) 287 60 57
E-mail: shapovalov@paton.kiev.ua