



6. *Развитие* и применение локального PROMETEEY-подхода для прогнозирования хрупкого разрушения корпусных реакторных сталей / Б. З. Марголин, В. А. Швецова, Г. П. Карзов и др. // *Вопр. материаловедения*. — 2009. — № 3. — С. 290–314.
7. *Котречко С. А., Мешков Ю. Я.* Предельная прочность. — Киев: Наук. думка, 2008. — 296 с.
8. *Gerberich W. W., Stauffer D. D., Sofronis P.* A Coexistent view of hydrogen // *Effects on mechanical behavior of crystals: HELP and HEDE effects of hydrogen on materials: Proc. Intern. hydrogen conf., Wyoming, Sept. 7–10, 2008 / Eds B. Somerday, P. Sofronis, R. Jones. — Ohio, USA: ASM Intern. Materials Park, 2009. — P. 38–45.*
9. *Владимиров В. И.* Физическая природа разрушения металлов. — М.: Металлургия, 1986. — 280 с.
10. *Robertson I. M., Birnbaum H. K.* Dislocation mobility and hydrogen // *A brief rev. intern. conf. on fracture (ICF11), Turin, Italy, March 20–25, 2005.* <http://www.icf11.com/proceeding/EXTENDED/5759.pdf>.

The paper gives the results of investigation of hydrogen influence on metal fracture mechanism. In metal containing diffusible hydrogen, plastic deformation leads to formation of residual hydrogen, which is connected to formed dislocations and microcracks. Presence of hydrogen connected to dislocations, leads to localizing of plastic deformation of metal. Microcracks initiation occurs by the shear mechanism, and their further growth — due to formation of new defects in the existing crack tip and their coalescence.

Поступила в редакцию 05.02.2012

МОДИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛА ШВОВ НА СТАЛЯХ 14ХНЗА И 20ХНЗА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ БУРИЛЬНЫХ ДОЛОТ

Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (рук. темы — чл.-кор. НАНУ О. К. Назаренко)

Традиционные стали 14ХНЗА и 20ХНЗА, которые применяются в конструкции шарошечных буровых долот, имеют ограниченную свариваемость, и свойства металла сварных соединений на этих сталях в ряде случаев не отвечают условиям высокоскоростного бурения. При сочетании сталей 40ХН и 14ХНЗА в конструкции алмазных долот еще больше осложняется технологический процесс производства долот. С увеличением размеров долот и одновременно свариваемых толщин повышается вероятность образования мелких трещин в сварных соединениях, которые приводят к нарушению их гидроплотности и снижению срока эксплуатации.

С целью повышения эксплуатационных характеристик сварных соединений разработаны технологии электронно-лучевой сварки с модифицированием металла сварных соединений. Предложена конструкция вставок-модификаторов, которая не нарушает качество сборки компонентов долота, не влияет на точность работы системы слежения за стыком и в то же время обеспечивает формирование швов без кристаллизационных трещин. Наиболее оптимальным материалом для модифицирования швов шарошечных долот оказалась нержавеющая аустенитная сталь 10Х18Н10Т толщиной 0,2 мм, а для швов алмазных долот — вставки фольги циркония также толщиной 0,2 мм. Ширина и длина пластинок-модификаторов зависит от типа свариваемых долот и может изменяться в пределах 15...20 мм по ширине и 45...70 мм по длине.

В соответствии с разработанными технологиями проведены проектно-конструкторские разработки специализированной оснастки для установки ЭЛС буровых долот. Отработано программное обеспечение ЭЛС долот с модифицированием сварных швов.

Выполнены комплексные исследования качества и свойств сварных соединений буровых долот при ЭЛС, включая использование элементов-модификаторов для повышения прочности и предупреждения кристаллизационного растрескивания соединений. Прочность соединений на разрыв при этом составила 95...98% временного сопротивления разрыву основного металла. Все технологические, конструкторские разработки прошли проверку при изготовлении опытной партии натуральных изделий, которые были переданы для испытаний в условиях реальной эксплуатации буровых долот.



- intern. spec. conf. on cold-formed steel structures. — St. Louis, 2008.
7. *Совершенствование технологии дуговой точечной сварки нахлесточных соединений по результатам математического моделирования* / О. В. Махненко, П. В. Гончаров, А. Н. Тимошенко, А. Ф. Мужиченко // Автомат. сварка. — 2010. — № 11. — С. 28–34.
 8. *Лебедев В. А., Рышиа В. В., Радимов И. Н.* Современные вентильные электроприводы в системах механизированного сварочного оборудования // *Электромашиностроение та електрообладнання*. — 2009. — Вип. 74. — С. 22–24.
 9. *Анализ технических и технологических возможностей импульсной подачи электродной проволоки в процессах дуговой сварки и наплавки* / Б. Е. Патон, В. А. Лебедев, В. Г. Пичак и др. // *Свароч. пр-во*. — 2002. — № 2. — С. 24–31.
 10. *Лебедев В. А.* Особенности сварки сталей с импульсной подачей электродной проволоки // Там же. — 2007. — № 8. — С. 30–35.
 11. *Патон Б. Е., Лебедев В. А., Микитин Я. И.* Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке // Там же. — 2006. — № 8. — С. 27–32.

The paper deals with the issues related to making a spot joint of structures on a vertical plane, using mechanized equipment for gas-shielded arc welding. It is established that application of pulsed feed of electrode wire with controllable parameters allows an essential simplification of the process of producing the welded joint and ensuring its required quality and repeatability of the results. Prospects for application of such a welding process are shown, in particular with welding current sources with pulsed operating algorithms, synchronized with pulsed feed of electrode wire.

Поступила в редакцию 28.11.2011

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫХ СОСТОЯНИЙ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ И СОЗДАНИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ С ВЫСОКИМИ УСТАЛОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (рук. темы — д-р техн. наук. И. А. Рябцев)

На основе современных моделей вязкопластического неизотермического течения, термомеханических диаграмм распада аустенита наплавленного и основного металлов с использованием численного метода конечных элементов разработана методика расчета, которая в рамках единой модели позволяет рассчитывать напряженно-деформированное и структурное состояние деталей при одно- и многослойной наплавке и их влияние на усталостную долговечность при циклических термомеханических нагрузках после наплавки и в процессе эксплуатации.

Разработан и экспериментально подтвержден новый способ повышения термической стойкости наплавленных деталей за счет наплавки подслоя из низкоуглеродистой низколегированной стали, которая имеет высокую пластичность и усталостную прочность. Расчет напряженно-деформированного и структурного состояния в процессе наплавки и эксплуатационных циклических термических нагрузок деталей типа прокатных валков, наплавленных инструментальной сталью без и с пластическим подслоем, показал, что за счет релаксации напряжений наплавка с пластическим подслоем обеспечивает снижение на 25...30% напряжений в наиболее нагруженном внешнем рабочем слое, в результате чего на 30...35% повышается термическая стойкость наплавленной детали. Расчеты подтверждены экспериментальными исследованиями термической и механической усталостной долговечности наплавленных деталей.

Исследование позволило разработать новые наплавочные материалы и технологии наплавки деталей, которые эксплуатируются в условиях изнашивания и циклических механических или термомеханических нагрузок: приводного вала-шестерни и зубчатого венца мельницы самоизмельчения; стальных валков трубопрокатного состояния ТПА 30-102 и листопрокатных состояний; штампов, деталей крана МКТ-250 и др.



Рабочие поверхности клетей пильгер-стана для защиты от быстрого износа покрываются лицевыми планками, которые в течение года эксплуатации из-за износа заменяются три раза. При этом и сама клеть под лицевыми планками изнашивается до 10 мм и раз в год ее приходится наплавлять с последующей фрезеровкой наплавленного слоя. После плазменной закалки лицевых планок и рабочей поверхности клетки износ замедлился и расход планок и количество наплавки клетки сократились в 3 раза. Аналогичный эффект

получен при плазменной закалке футеровочных листов бункера пресс-ножниц на металлургическом заводе «Камасталь» (рис. 9).

В настоящее время ООО «Композит» с помощью установок УДГЗ-200 в год производит плазменную закалку до 1 тыс. м² рабочих поверхностей различных деталей. Эту установку приобрели Уралвагонзавод, ВСМПО-АВИСМА, ОРМЕТО-ЮУМЗ, заводы горного оборудования Орска, Бакала, предприятия Казахстана и Украины.

Поступила в редакцию 13.02.2012

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ РАЗНОРОДНЫХ ТЕПЛОСТОЙКИХ ХРОМИСТЫХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ

Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (рук. темы — канд. техн. наук А. К. Царюк)

Объект исследования — теплоустойчивые и жаропрочные стали с повышенными служебными свойствами и их сварное соединение.

Цель исследования — определение физико-металлургических факторов, определяющих формирование структуры и механических свойств соединений теплоустойчивых хромистых мартенситных сталей с жаропрочными аустенитными сталями и разработка технологии их сварки.

Методы исследований — спектральный, микрорентгено-спектральный, металлографический анализы, измерение твердости и микротвердости, испытания механических свойств по ГОСТ 6996–66.

В работе показано, что при сварке мартенситной хромистой стали типа 10Х9МФБ с хромоникелевой сталью типа 18-10 аустенитными материалами в зоне сплавления имеет место структурная и химическая неоднородности, которые проявляются в образовании мягких обезуглероженных прослоек структурно свободного феррита в ЗТВ стали 10Х9МФБ. Размер этой зоны уменьшается при снижении погонной энергии сварки, но полностью избежать ее образования невозможно даже при сварке на минимальных погонных энергиях.

Предотвратить образование прослойки феррита в ЗТВ стали 10Х9МФБ можно при наплавке чисто никелевого металла, но при этом невозможно обеспечить необходимые служебные свойства сварного соединения. Установлено, что прослойка феррита не образуется при предварительной облицовке стали 10Х9МФБ мартенситным наплавленным металлом.

В последнее время наряду с традиционной технологией сварки разнородных соединений материалами аустенитного класса все большее распространение приобретает направление, которое предусматривает применение низкоуглеродистого хромистого присадочного металла легированного никелем, молибденом и др.

Для обеспечения прочности зоны сплавления на уровне стали 08Х18Н10Т рекомендована предварительная облицовка основного металла материалами, которые обеспечивают наплавленный металл типа 05Х6М, а заполнение основного объема шва можно выполнять как мартенситными, так и аустенитными материалами.

Разработана новая шлаковая система фторидно-магниевого оксидного вида, которая обеспечивает снижение содержания углерода в наплавленном металле до 0,04% при достаточно низком содержании диффузионного водорода. Разработанные на базе этой системы электроды имеют хорошие сварочно-технологические свойства и обеспечивают оптимальный химический состав наплавленного металла и его механические свойства.



ТС-17 на потоке

составляла около 40 кг. Однако для многих областей производства необходим был универсальный портативный переносной аппарат для дуговой автоматической сварки под флюсом. В 1947 г. В. Е. Патонем был создан трактор ТС-17 для сварки стыковых и угловых швов. В этом аппарате удалось оптимально совместить сравнительно небольшие размеры и массу (42 кг) с простотой в эксплуатации. Копирующим элементом трактора служит сам аппарат, в котором в зависимости от типа сварного соединения передние или задние колеса заменяют клинообразными роликами. Несколько вариантов настройки трактора делают его универсальным, в том числе он позволяет выполнять сварку круговых швов внутри сосудов.

Трактор типа ТС-17 быстро завоевал популярность во многих отраслях промышленности и эк-

сплуатировался несколько десятилетий. Более того, стал прототипом для гаммы средств механизации сварочного производства. На его основе, с небольшими переработками, были разработаны аппараты для дуговой сварки тонкой проволокой, сварки алюминия по слою флюса, плазменно-дуговой сварки (А-1044, А-1054), однодуговой сварки стыковых соединений листового материала за один проход на скользящей водоохлаждаемой медной подкладке с одновременным формированием обратной стороны шва (ТС-32 и ТС-44) и др. Трактор ТС-17 и его модификации не имели аналогов за рубежом и до сих пор считаются одними из лучших в мире.

В то же время в СССР продолжалась работа над сварочными головками, в основном для стационарных станков и установок. В ИЭС им. Е. О. Патона в 1947 г. были разработаны самоходные, перемещающиеся по рельсам на тележках головки САМ, а потом УСА-2, которые выпускали мастерские института и завод «Искра». Стремясь к типизации и унификации сварочного оборудования, коллектив конструкторов ИЭС им. Е. О. Патона (П. И. Севбо, В. Е. Патон и др.) сконструировал головку АБС с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. На основе узлов этого аппарата была создана серия унифицированных аппаратов, в том числе головки А-348, А-639 и др. Сварочная головка АБС и ее «производные», выпускавшиеся несколько десятилетий, эксплуатируются и сегодня.

А. Н. Корниенко, д-р ист. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ СОВРЕМЕННЫМИ СПОСОБАМИ СВАРКИ

Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (рук. темы — чл.-кор. НАНУ В. И. Кирьян)

Дана количественная оценка факторов (концентрация напряжений, остаточные напряжения и др.), обусловленных технологическими процессами современных способов сварки тонколистовых алюминиевых сплавов (плавящимся и неплавящимся электродами, трением с перемешиванием), которые оказывают влияние на служебные свойства сварных соединений; установлено, что при усталостных испытаниях сварных соединений алюминиевых сплавов толщиной 1...3 мм остаточную напряженность можно моделировать на сравнительно узких (ширина 80...100 мм) образцах; исследовано сопротивление усталости сварных соединений для указанных способов сварки; установлены оптимальные режимы высокочастотной механической проковки (ВМП) сварных соединений тонколистовых алюминиевых сплавов для повышения их сопротивления усталости, приблизив его к уровню основного металла; доказано, что ВМП является эффективным методом снижения концентрации напряжений, обусловленной не только выпуклостью сварного шва, но и угловой деформацией; проведенные исследования показали перспективность расширения диапазона толщин алюминиевых сплавов различных систем легирования от 1 до 3 мм для сварки высокопроизводительной технологией плавящимся электродом (в отличие от требований ГОСТ 14806–80) при изготовлении конструкций транспортного назначения, работающих в условиях переменного нагружения; получены расчетные значения ограниченных пределов выносливости сварных соединений, необходимых при проектировании и оценке ресурса конструкций транспортного назначения.