



16. *Tosto S., Nenci F., Hu J.* Microstructure and properties of electron beam welded and post-welded 2219 aluminum alloy // *Mat. Sci. and Technol.* — 1996. — **12**. — P. 323–328.
17. *Аланати Р., Диведди Д. К.* Структура и твердость металла сварных соединений алюминий-медного сплава // *Автомат. сварка.* — 2009. — № 4. — С. 26–32.
18. *Ищенко А. Я., Лозовская А. В., Склабинская И. Е.* Физическое моделирование тепловых процессов в металле ЗТВ при сварке алюминий-литиевых сплавов // *Там же.* — 2001. — № 9. — С. 5–8.
19. *Skalsky V. R., Lyasota I. M.* Estimation of the heat-affected zone for the electron-beam welding of plates // *Mat. Sci.* — 2010. — **46**, № 1. — P. 115–123.
20. *Рыкалин Н. Н.* Расчеты тепловых процессов при сварке. — М.: Машиностроение, 1951. — 296 с.
21. *Dilthey U.* Schweißtechnische Fertigungsverfahren 2. Verhalten der Werkstoffe beim Schweißen. — Springer. — 2005. — Vol. XXII. — 362 S.
22. *Бондарев А. А., Голиков В. Н., Анисимов Ю. И.* Сопротивляемость хрупкому разрушению соединений алюминиевого сплава 1201, выполненных ЭЛС // *Автомат. сварка.* — 1987. — № 3. — С. 6–7.
23. *Лабура Т. М., Ищенко А. Я., Таранова Т. Г.* Сопротивление разрушению сварных соединений высокопрочных алюминиевых сплавов 1151 и 1201 // *Там же.* — 1991. — № 6. — С. 39–41.

Features of microstructure and distribution of microhardness of weld metal and HAZ of 1201-T alloy welded joints made by electron beam welding at different heat input values are presented. The plotted temperature fields were used to analyze the running of phase transformations arising in welding. It is shown that microstructures of near-weld zones of welded joint upper and lower parts differ essentially as a result of the change of cooling rate through plate thickness. Increase of welding heat input stimulates the recrystallization processes, which leads to an increase of HAZ dimensions.

Поступила в редакцию 28.11.2011

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ХРУПКОМУ РАЗРУШЕНИЮ ЗОНЫ СПЛАВЛЕНИЯ ЗАКАЛИВАЕМЫХ СТАЛЕЙ С ХРОМОМАНГАНЦЕВЫМ ШВОМ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (руководитель темы — канд. техн. наук В. М. Кулик).*

*Проведен анализ и обобщены полученные данные о формировании переходной зоны и образовании мартенситной прослойки в зоне сплавления разнородных по химическому составу и структуре сталей. Определена возможность обеспечения приемлемой вязкости металла зоны сплавления аустенитного шва с основным металлом.*

*Обоснованы целесообразность и возможность получения хромоманганцевых аустенитных швов высокой прочности, пластичности и вязкости. Для сварки закаливаемых сталей высокой и повышенной прочности разработаны хромоманганцевые электроды и порошковые проволоки АНВМ-3 и ПП-АНВМ-3 и технологические рекомендации по их применению. По результатам исследований подана заявка для получения патента на изобретение «Способ сварки легированных сталей плавящимся электродным материалом». Подготовлены Технологические регламенты на изготовление экспериментальных хромоманганцевых покрытых электродов и порошковой проволоки и Технологические рекомендации по сварке ими углеродистых и легированных закалочных сталей без подогрева и термообработки с получением высокопрочного безникелевого аустенитного шва. Опытно-промышленная проверка разработок осуществляется на Криворожском заводе горного оборудования.*



4. Хромченко Ф. А. Надежность сварных соединений труб котлов и паропроводов. — М.: Энергоиздат, 1982. — 120 с.
5. Тарновский А. И., Полетаев Ю. В., Феклистов С. И. Применение  $A-\theta$  зависимостей для оценки склонности сталей и сплавов аустенитного класса к образованию горячих околосшовных трещин при сварке // Новое в технологии сварки оборудования атомных энергетических установок: Тр. ЦНИИТМаш. — 1983. — № 179. — С. 82–84.
6. Куликов И. С. Термодинамика карбидов и нитридов: Справочник. — Челябинск: Металлургия, 1988. — 320 с.
7. Лившиц Л. С. Металловедение для сварщиков (сварка сталей). — М.: Машиностроение, 1979. — 253 с.
8. Полетаев Ю. В. Длительная малоцикловая прочность сварных соединений и выбор аустенитностабильных сталей. — Новочеркасск: ЛИК, 2010. — 281 с.
9. Лозинский М. Г., Романов А. Н., Малов В. В. Исследование структуры аустенитной стали при различных формах цикла упруго-пластического высокотемпературного деформирования // Структурные факторы малоциклового разрушения металлов. — М.: Наука, 1977. — С. 65–86.
10. Лютцау В. Г. Современные представления о структурном механизме деформационного старения и его роли в развитии разрушения при малоциклового усталости // Там же. — С. 5–21.
11. Минц И. И., Березина Т. Г. Устойчивость дислокационной структуры холоднодеформированных сталей X18H12T и X16H9M2 в условиях высокотемпературного старения // Физика металлов и металловедение. — 1972. — 34, вып. 3. — С. 615–620.

The mechanism of embrittlement of HAZ metal of 12Kh18N12T steel welded joints was identified. It is associated with development of the processes of direct and relative softening of grain boundaries in welding and at high-temperature low-frequency low-cycle loading. Effectiveness of conducting austenitizing to improve the local fracture resistance of welded joint HAZ metal is proved experimentally.

Поступила в редакцию 29.11.2011

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКЕ В УСЛОВИЯХ ВСЕСТОРОННЕГО СЖАТИЯ С ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ УСИЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА БАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ТИПА ФИТИНГ-СТРИНГЕР**

*Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (руководитель темы — канд. техн. наук П. Н. Чертко).*

*Исследованы особенности контактной стыковой сварки (КСС) непрерывным оплавлением с разными условиями формирования соединений во время осадки, разработана базовая технология, которая применяется для получения соединений деталей из алюминиевых сплавов 1201 и В95Т1. Данная технология позволяет значительно повысить качество сварных соединений этих групп сплавов, а также расширить диапазон толщин металла, который соединяется способом КСС. Приведены базовые режимы контактной стыковой сварки оплавлением исследуемых сплавов. Установлено, что механические свойства сварных соединений из сплава 1201 после термической обработки находятся на уровне основного металла.*

*Создание локального усиления металла в области шва при КСС термически упрочненного сплава В95Т1 позволяет повысить эксплуатационные свойства сварного соединения до 91...93% прочности основного металла.*

*Повышение прочности и качества соединений позволяет снизить массу конструкций летательных аппаратов и соответственно повысить их полезную нагрузку. Базовая технология производства деталей типа фитинг-стрингер позволит заменить соединение, выполненное с помощью заклепок, на сварное.*

том пространстве под воздействием радиоактивного излучения. Эта система может применяться для диагностики, измерения толщины стенки, визуального контроля, сварки или наплавки с целью обеспечения герметичных соединений, выполнения работ по зачистке поверхности от шлака, коррозионных повреждений или краски.

2. С помощью разработанной системы осуществляется зачистка поверхности внутренней стальной стенки биологического защитного экрана пло-

щадью 2,5 м<sup>2</sup>. При этом выявлено 10 или более трещин, которые можно подвергать ремонту.

3. Разработана технология исправления трещин и герметизации поврежденных мест путем одно- или многослойной наплавки.

4. Приобретенный при ремонте опыт послужит основанием для дальнейших работ по обеспечению безопасности Билибинской АЭС, а также других АЭС концерна «РОСАТОМ».

1. <http://atomas.ru/rosatom/safety-gp.html>.

2. <http://atomas.ru/rosatom/bilibino.html>.

There exists a multitude of cases of breakdown of parts of components or complete systems because of untimely detection of their failure. Shown is the possibility of complex repair solutions in safety-critical cases, including difficult-of-access zones of industrial plants in Russia. These are complex automated and partially remotely controlled systems made in Russia and applied in the field of gas and power engineering.

Поступила в редакцию 05.04.2012

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИСПЕРСИОННОГО ЛОКАЛЬНОГО УКРЕПЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛОПАТОК ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ**

*Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (руководитель темы — академик НАН Украины К. А. Ющенко).*

*Обоснован выбор перспективных износостойчивых материалов для локального укрепления контактных поверхностей лопаток. Изготовлены исследуемые материалы на базе никелевых жаропрочных сплавов ЖС32 и IN738, содержащие 30 об. % Ti (19 мас. %) в виде слитков и порошковых композиций, полученных механическим легированием.*

*С помощью методов электроискрового нанесения покрытий, микроплазменной наплавки и реакционно-диффузионной сварки испытана технология локального нанесения материалов для укрепления контактных поверхностей лопаток.*

*Металлографические исследования полученных сплавов и образцов наплавленного металла из исследуемых износостойчивых материалов указывают на равномерное распределение упрочняющей карбидной фазы TiC в основной матрице, имеющей размеры в пределах 0,2...30 мкм. Следует ожидать увеличения контактной износостойчивости новых материалов в 1,5...2 раза по сравнению с серийными технологиями и материалами.*