



таких локальных нарушений поверхности разработали специальную методику подготовки шлифов, гарантирующую адресное сечение плоскостью шлифа середины такого вздутия. Исследования проводили с использованием оптической микроскопии в светлом и темном поле, а также сканирующей электронной микроскопии. Для облегчения идентификации и оценки характеристик типов коррозии анализ строения поверхности шлифа в месте коррозионного разрушения проводили без ее предварительного травления.

Установлено, что усталостные разрушения в районе выкружек имеют межзеренный характер. Усталостные трещины распространяются по границам бывших аустенитных зерен и находятся в поле напряжений, создаваемых выкружками. Распространение усталостных трещин облегчается наличием коррозионных язв в районе выкружек.

Локальные вспучивания возникают в результате подповерхностного расслаивания металла благодаря процессам коррозии. На начальной стадии происходит коррозионное повреждение на границах зерен и границе мартенсит – феррит, переходящее во внутризеренное разрушение по мартенситным иглам.

Сделанные предположения о развитии локальных коррозионно-усталостных повреждений основываются на известных фактах [6], в соответ-

ствии с которыми в атмосферных условиях скорость коррозии сильно зависит от влажности воздуха и присутствия в нем агрессивных примесей, например  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.

В заключение следует отметить, что основной причиной коррозии является изменение структурного состояния металла, при котором в результате выделения карбидов хрома по структурным составляющим и термообработки, имеет место обеднение металла хромом ниже порога пассивации. При этом на тыльной стороне происходит избыточное (локальное) коррозионное разрушение под влиянием напряжений и влажного воздуха, обогащенного агрессивными примесями, такими, как  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.

1. *Марочник сталей и сплавов* / Под ред. А. С. Зубченко. — М.: Машиностроение, 2003. — 783 с.
2. *Потак Я. М.* Высокопрочные стали. — М.: Metallurgia, 1972. — 208 с.
3. *Чигал В.* Межкристаллитная коррозия нержавеющей сталей. — М.: Химия, 1969. — 232 с.
4. *Ланская К. А.* Высокохромистые жаропрочные стали. — М.: Metallurgia, 1976. — 216 с.
5. *Ульянин Е. А., Свистунова Т. В., Левин Ф. Л.* Высоколегированные коррозионностойкие сплавы. — М.: Metallurgia, 1987. — 88 с.
6. *Мелехов Р. К., Похмурский В. И.* Конструкційні матеріали енергетичного обладнання. — К.: Наук. думка, 2003. — 382 с.

The causes of fracture of martensite-ferrite steel blades in inlet rotary guide vane of axial-flow compressor of the gas-pumping unit were studied. Blade fracture occurs in several stages, namely formation of corrosion sites — appearance and development of cracks in the corrosion fracture zone at cyclic load — fracture. At the initial stage, corrosion damage on martensite-ferrite interface takes place, which develops from intergranular into intragranular fracture along the martensite needles, and then into fatigue fracture through the grain bulk.

Поступила в редакцию 13.03.2008

## ИЗОБРЕТЕНИЯ СТРАН МИРА\*

**Способ диффузионной сварки.** Свариваемые заготовки стыкуют, фиксируют плитами и помещают полученную сборку в оболочку. Затем оболочку и находящуюся в ней сборку вакуумируют, нагревают до температуры диффузионной сварки и подвергают сжатию по технологии горячего изостатического прессования. Поверхности фиксирующих плит покрывают разделительным материалом типа нитрида бора, предотвращая приваривание плит к заготовкам. Для усиления сварки между заготовками размещают металлический порошок. Способ позволяет изготавливать детали газотурбинного двигателя, состоящие из титана или сплава с алюминидом титана. Патент Великобритании 2419835. W. E. Voice, X. Wu, M. Loretto (Rolls-Royce Plc).

**Способ сварки металлических листов, имеющих покрытие.** Предложен способ обработки имеющих покрытие металлических листов сваркой, согласно которому по меньшей мере на одной стороне по меньшей мере одного листа изменяют структуру поверхности, причем для изменения струк-

туры применяют материал, температура плавления которого равна или выше температуры плавления имеющего покрытие металлического листа, обрабатываемого сваркой. Способ отличается тем, что изменение структуры осуществляют методом термического напыления. Патент Германии 10344072. W. Becker, K. Goth, N. Paelmer, C.-D. Reiniger, D. Zauner (Daimlerchrysler Ag).

**Способ соединения деталей, в частности, деталей автомобильных кузовов пайкой.** Предложен способ соединения деталей, в частности, деталей автомобильных кузовов с помощью пруткового или проволочного припоя, который размещают между соединяемыми деталями и расплавляют, в результате чего происходит соединение деталей. Целью изобретения является обеспечение технологически эффективной и быстрой пайки даже в местах, не имеющих прямого доступа. Для этого прутковый или проволочный припой дополняют стекловолокном, на поверхности которого путем целенаправленного повреждения создают зоны разъединения. На торцевой поверхности стекловолокно припоя, расположенного между деталями, соединяют излучением лазера и припой, окружающий поверхность стекловолокна, расплавляют,

\* Приведены сведения о патентах, опубликованных в реферативном журнале «Изобретения стран мира» № 5 за 2007 г.



причем стекловолокно остается на месте пайки. Патент Германии 1965278. R. Domaschk, D. Paethe (Inpro Innovationsgesellschaft Euer Fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie MBH).

**Способ сварки.** Изобретение относится к области машиностроения, в частности к способу сварки, и может найти использование в различных отраслях промышленности при изготовлении ответственных сварных соединений. Проплавление стыка свариваемых деталей осуществляют электронным лучом. При сварке создают магнитное поле для формирования заданной геометрии электронного луча и канала проплавления. Электронный луч отклоняют по толщине деталей и направляют к лицевой плоскости свариваемых деталей под углом входа  $\alpha$ , величину которого выбирают равной  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ . Пропускают ток вдоль стыка и дополнительно отклоняют луч снизу вверх так, что угол выхода электронного луча  $\beta$ , относительно задней плоскости свариваемых деталей, равен углу входа электронного луча  $\alpha$ , причем точки входа и выхода электронов луча из свариваемых деталей располагают в одной горизонтальной плоскости. В результате получают качественные сварные соединения с малым объемом вытекающего из зоны сварки металла, что уменьшает возникновение дефектов и непроваров. Патент России 2298465. В. К. Драгунов, Р. М. Голубчик, А. И. Самолетов, А. П. Слива (Московский энергетический институт).

**Состав сварочной проволоки.** Изобретение касается состава сварочной проволоки для сварки и наплавки изделий из низколегированных конструкционных сталей, работающих при больших знакопеременных нагрузках и низких температурах. Сварочная проволока содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: углерод 0,06...0,12, кремний 0,2...0,8, марганец 0,9...1,6, ванадий 0,05...0,3, кальций 0,005...0,009, сера не более 0,025, фосфор не более 0,030, никель не более 0,25, титан не более 0,05, азот не более 0,012, железо — остальное. Отношение содержания углерода к ванадию 0,4...1,2 позволяет получить стабильную структуру металла шва с равномерно распределенными мелкодисперсными карбидами. Отношение содержания серы к суммарному содержанию кальция и марганца в пределах 0,015...0,030 обеспечивает снижение содержания неметаллических включений по границам зерен. Проволока обеспечивает повышение трещиностойкости околошовной зоны сварного шва и сочетание оптимальных значений прочности и ударной вязкости сварного шва при высокой коррозионной стойкости и прочности. Патент России 2299796. А. В. Сурков, В. А. Стародубцев, В. В. Яковлев и др. (ОАО «Уралмашзавод»).

**Способ ремонта отливок.** При ремонте отливки, например, головки блока цилиндров двигателя внутреннего сгорания, расплавляют наполнитель и заливают им поврежденный участок, который предварительно нагревают до первой, а затем до второй температуры с помощью газовой горелки. Нагрев производят таким образом, что температура подогрева отливки удерживалась в течение 30 с...2 мин. Расплавленный наполнитель охлаждают сжатым воздухом. Патент США 7047612. M. D. Bridges, L. Chuzhoy, C. A. Kinney et al. (Caterpillar Inc.).

**Способ и устройство для очистки сварочных горелок.** Предлагаются способ и устройство для очистки сварочных горелок, например, в автоматизированных сварочных линиях, на роботах и при индивидуальном производстве, с помощью холодной текучей среды, преимущественно сухого льда  $\text{CO}_2$ , введенного в поток сжатого воздуха, который через сопло односторонне направляется на очищаемую поверхность и при этом вращается. Патент США 7053335. Von der Ohe Juergen.

**Способ и машина для быстрой дуговой приварки шпилек к листовым заготовкам.** Система управления машиной подает ток на шпильку и листовую заготовку; поднимает шпильку над заготовкой, в результате чего между торцом шпильки и заготовкой образуется дуга, а затем опускает шпильку до контакта с заготовкой. При этом система управления детектирует высоту подъема шпильки и начинает опускать ее после подъема на заданную высоту. Патент США 7045736. W. Schmidt, A. Friedrich, K. G. Schmitt (Newfrey Llc).

**Способ и пистолет для приварки шпилек к листовым заготовкам.** Пистолет без привариваемой шпильки устанавливают на заданном расстоянии от поверхности листовой заготовки. После этого в пистолете закрепляют шпильку и перемещают к этой поверхности на расстояние, необходимое для того, чтобы торец шпильки коснулся поверхности листовой заготовки. Момент контакта шпильки и заготовки определяют с помощью датчика. Пройденное расстояние сравнивают с расстоянием предыдущего сварочного цикла и делают выводы о наличии/отсутствии шпильки в пистолете. Второй вариант способа предусматривает перемещение пистолета со шпилькой до контакта торца шпильки с листовой заготовкой. Если после контакта дальнейшее перемещение пистолета возможно за счет частичного обратного перемещения шпильки поверхностью заготовки, делается вывод о наличии шпильки в пистолете. Патент США 7053331. U. Citrich, J. Madsak (Nelson Bolzenschweiss-Technik GmbH).

**Способ и устройство для электрошлаковой сварки рельсового стыка с температурным компенсатором.** Устройство для сварки первого и второго рельсов содержит полость, которая ограничена концами рельсов, уплотнениями и колдками. Рельсы приваривают к опорной балке, которую закрепляют в вертикальном положении и соединяют с горизонтально расположенными рельсами. Устройство связано с системой управления. Патент США 7038159. W. L. Bong, S. E. Toy, J. R. Connor (D. S. Brown Company).

**Способ и машина для резки или сварки металлических заготовок.** Машина состоит из головки, нагревателя и источника питания. Головка содержит тигель, в который подается электропроводный прутковый материал, расплавляемый нагревателем. Источник питания, связанный с электропроводным расплавом, повышает его температуру. Струя расплавленного материала направляется на заготовку и разрезает ее. Патент США 7049540. N. A. Sanders, I. R. W. Couch, Y. Yang et al. (Hypertherm, Inc).

**Флюс для дуговой сварки нержавеющей стали и способ сварки заготовок из нержавеющей стали с помощью этого флюса.** Флюс содержит основной материал, получаемый из перекиси марганца  $\text{MnO}_2$ , и активатор, выбираемый из группы соединений, в которую входят оксид цинка ( $\text{ZnO}$ ); диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ), оксид хрома ( $\text{CrO}_2$ ), диоксиды титана ( $\text{TiO}_2$ ) и молибдена ( $\text{MoO}_2$ ), а также оксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Флюс усиливает провар сварного шва. Патент США 7052559. C.-P. Chou, H.-Y. Huang, S.-W. Shyu et al. (National Chiao Tung University).

**Флюс для паяльной пасты.** Флюс для пасты, с помощью которой паяют трубки из меди или медного сплава, содержит 40...70 % этоксилата нонилфенола, в качестве которого предпочтительно используется Тергитол NO-10R фирмы «Дю Кемикал»; 10...30 % моностеарата глицерина, 3...10 % кислотного активатора; 3...10 % воды и 4...15 % минеральной соли. В качестве активатора предпочтительно применяют минеральную кислоту типа гидробромистой кислоты. В качестве минеральной соли предпочтительно используют



бромид цинка. Патент США 7052558. D. M. Sabarese, M. A. Sabarese, H. A. Stuhler (Chemicals and Metals Technologies, Inc.).

**Способ сварки конструкционной стали.** Для определения механических свойств металла сварного соединения применяют формулу, которая использует количество подводимого тепла и температуру между проходами шва в качестве переменных величин. Комбинируя переменными величинами, получают требуемые механические свойства сварной конструкции. Патент Японии 3777535. M. Kuramochi (Schimizu Corp.).

**Конструкция, полученная диффузионной сваркой в твердой фазе под небольшим давлением и способ изготовления конструкции.** Перед сваркой металлическую заготовку нагревают до температуры  $\geq 0,7T_M$ , где  $T_M$  — температура плавления (К) заготовки, и подвергают суперфинишированию соединяемую поверхность. При последующем нагреве до температуры диффузионной сварки не происходит укрупнения зерен металла заготовки, в результате чего сохраняются точные размеры сварной конструкции. Патент Японии 3775946. O. Ohashi, Y. Takayuki (Japan Science & Tech Corp.).

**Способ соединения заготовок из разнородных материалов, подавляющий образование трещин.** Заготовку из высоколегированного сплава, имеющего низкую пластичность, высокую прочность, содержащего керамический материал, соединяют с заготовкой из углеродистой стали сваркой трением или диффузионной сваркой. Сразу же после сварки

полученную конструкцию подвергают объемному расширению в результате чего уменьшается разность коэффициентов линейного расширения материалов сварной конструкции, снижается уровень остаточных напряжений и подавляется образование трещин. Патент Японии 3779180. T. Shinoda (То же).

**Способ соединения заготовок из алюминиевого сплава и другого металла.** Заготовку из алюминиевого сплава соединяют с заготовкой из другого металла сваркой трением вращающимся инструментом. Для этого инструмент приводят во вращение с большой частотой; внедряют его в заготовку, установленные внахлестку и перемещают вдоль линии сварного соединения, в результате чего образуется шов, соединяющий заготовки. Предпочтительно верхней заготовкой является заготовка из более прочного металла. Патент Японии 3781840. M. Enomoto, S. Taraki, N. Nishikawa, T. Hashimoto (Showa Aluminum Corp.).

**Проволока сплошного сечения без медного покрытия для дуговой сварки.** На поверхности проволоки образуют гнезда, имеющие узкое выходное отверстие и расширенную внутреннюю полость. В гнездах, количество которых  $\geq 20$ , на длине окружности проволоки удерживаются оксиды, соединения К, Na, Cs, сульфиды, соединения фосфора бора, цинка, графит или политетрафторэтилен. Проволока легко подается в зону сварки, обеспечивает стабильное горение дуги и низкое разбрызгивание расплавленного металла. Патент Японии 3780453. Y. Yokota, T. Miyamoto, H. Shimizu et al. (Kobe Steel Ltd.).



#### ПЕРЕВОДЫ

**Высокочастотное** колебание луча повышает стабильность процесса лазерной сварки алюминиевых сплавов: Пер. ИЭС им. Е. О. Патона. — К., 2007. — 5 с. // Пер. ст. Майер О. и др. из журн. «Schweissen & Schneiden». — 2006. — Bd 58, № 9. — С. 488–491.

**Гибридная** лазерно-дуговая сварка алюминиевых сплавов: Пер. ИЭС им. Е. О. Патона. — К., 2004. — 6 с. // Пер. ст. Эгути Н. и др. из журн. «Journ. of Light Metal Weld. & Constr.». — 2004. — Vol. 42, № 8. — С. 9–14.

**Исследование** механизма образования брызг с использованием интеграла удельной токовой нагрузки: Пер. ИЭС им. Е. О. Патона. — К., 2006. — 11 с. // Пер. ст. Канг С. К. из журн. «Welding Journal». — 2005. — № 12.

**МАГ** сварка высокопрочных мелкозернистых строительных сталей на переменном токе: Пер. ИЭС им. Е. О. Патона. — К., 2008. — 8 с. // Пер. ст. Шаар Р. из журн. «Schweiss- & Prueftechnik». — 2008. — № 3. — С. 21–27.

**Перспективные** материалы для современных крупнобаритных конструкций: Пер. ИЭС им. Е. О. Патона. — К.,

\* Раздел подготовлен сотрудниками научной библиотеки ИЭС им. Е. О. Патона. Более полно библиография представлена в Сигнальной информации (СИ) «Сварка и родственные технологии», издаваемой в ИЭС и распространяемой по заявкам (заказ по тел. (044) 287-07-77, НТБ ИЭС).