

4. Суцук-Слюсаренко И. И., Вергела А. Г., Шевченко Н. Т. Электрошлаковая заварка трещин // Автомат. сварка. — 1969. — № 4. — С. 72–73.
 5. Козулин С. М., Лычко И. И., Козулин М. Г. Методы восстановления бандажей вращающихся печей (Обзор) // Там же. — 2007. — № 10. — С. 40–48.
 6. Козулин С. М., Лычко И. И., Козулин М. Г. Повышение сопротивляемости сварных швов образованию кристаллизационных трещин при ремонте бандажей обжиговых печей электрошлаковой сваркой // Там же. — 2010. — № 1. — С. 41–43.
 7. Irausch R., Huttenes K., Becken O. Instandsetzung eines gebrochenen Hammerbaeren mit Hilfe des Kanalschweißverfahrens // Reinstahl-Technik. — 1969. — № 3. — S. 124–133.
 8. Электрошлаковая сварка крестообразных соединений / И. И. Суцук-Слюсаренко, И. М. Коваль, Л. С. Черкашина и др. — Киев, 1974. — [4] с. (Информ. письмо / АН УССР. Ин-т электросварки им. Е. О. Патона; № 68/905).
 9. Суцук-Слюсаренко И. И., Лычко И. И. Техника выполнения электрошлаковой сварки. — Киев: Наук. думка, 1974. — 95 с.
 10. Фильченков Д. И., Мошников С. В., Козулин М. Г. Исправление дефектов литья с помощью электрошлаковой сварки // Свароч. пр-во. — 1977. — № 11. — С. 48–49.
 11. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике / Под ред. Г. Гроше и В. Циглера. — М.: Физматлит, 1980. — 976 с.
 12. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике. — М.: Гостехтеориздат, 1957. — 412 с.
 13. Рыкалин Н. Н. Расчеты тепловых процессов при сварке. — М.: Машгиз, 1951. — 296 с.
- The paper gives the results of calculation of the groove shape and penetration depth in repair of through-thickness cracks in thick products by multilayer electros slag welding.

Поступила в редакцию 02.11.2010

РАЗРАБОТАНО В ИЭС

Технология восстановления деталей авиационной техники методом детонационного напыления

В ИЭС им. Е. О. Патона разработана установка для детонационного напыления «Перун-С» и технология нанесения покрытий для защиты деталей от износа и коррозии, для восстановления деталей машин и оборудования в различных отраслях промышленности — авиа-, авто- и турбостроении, энергетике, нефтехимии и др.

Детонационное напыление обеспечивает получение покрытий с прочностью сцепления до 100...150 МПа при пористости менее 1 %. Одной из основных областей применения детонационного напыления является упрочнение новых и ремонт после износа различных деталей и узлов авиационной техники, в частности, упрочнение контактных поверхностей бандажных полок лопаток, лопаток компрессора, топливных форсунок и др.

Результатом применения детонационных покрытий, содержащих карбиды вольфрама и хрома, является повышение срока службы изделий в 7...12 раз. Накоплен опыт использования детонационных покрытий при восстановлении: корпуса II и III ступени газовой турбины авиационного двигателя, крышки III опоры двигателя вертолета, проставки КВД авиационного двигателя, соплового аппарата II ступени, турбины двигателя вертолета, антивибрационных полок лопаток АГТД. Одним из примеров служит восстановление изношенной поверхности монорельса закрылки ИЛ-76 после его эксплуатации с одновременным существенным повышением его износостойкости путем напыления покрытия из порошка механической смеси 35 % WC + 65 % Ni-Cr-B-Si (микротвердость слоя 10500 МПа).

Назначение и области применения: повышение износо-, жаро-, коррозионной стойкости, упрочнение или восстановление после износа различного типа деталей машин, таких как детали и узлы авиационной техники, судовая арматура, штоки гидроцилиндров, подающие ролики сварочных автоматов, узлы и деталей нефтеперекачивающих агрегатов, магнитозаписывающие устройства, торцевые кольца уплотнения горных машин и др.



Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 73
тел.: (38044) 289 21 71, 289 86 87; факс: (38044) 289 21 71



ротивлению составляет $\sigma_T/\sigma_B \leq 0,75$ [2], значение относительного сужения $\psi_z \geq 25\%$ [3], а сам кольцевой шов следует подвергать термической обработке (отпуску). При выполнении резервуара из высокопрочных сталей (типа С390 и др.) рекомендуется применять предварительный и послесварочный местный подогрев участков его стенки, прилегающих к кольцевому шву, что улучшает условия для реализации высоких пластических свойств основного металла и металла шва. Используемые сварочные материалы должны

Performance of the unit for cutting branch pipes into industrial pipelines and hatches in lower rings of walls of high-capacity oil storage tanks is considered. It is shown that one-sided grooving of the branch pipes followed by circumferential welding on the inside, as specified in industry standards, cannot guarantee the required complete penetration of the wall. It is suggested that the two-sided asymmetric grooves should be made, this providing substantial improvement of the welding conditions and quality of the circumferential welds.

обеспечивать достаточную пластичность металла шва, и особенно корневых проходов.

1. *ПБ 03-605-03*. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для хранения нефти нефтепродуктов. — М., 2003. — 128 с.
2. *API 650*. Сварные стальные резервуары для хранения нефтепродуктов / Американский национальный институт стандартов FNSI/STD 650. — Введ. в мае 1993 г.
3. *ГОСТ 28870-90*. Сталь. Методы испытаний на растяжение толстолистового проката в направлении толщины. — Введ. 01.01.92.

Поступила в редакцию 18.10.2010

РАЗРАБОТАНО В ИЭС

Упрочнение деталей прессоштамповой оснастки методом нанесения карбидного покрытия из расплава солей

В ИЭС им. Е.О.Патона разработана технология нанесения износостойких покрытий из карбидов ванадия и хрома на поверхность изделий из железоуглеродистых сплавов (сталей, чугуна). Твердость покрытий из карбида ванадия составляет 26...28 ГПа, из карбида хрома 16...18 ГПа. Толщина покрытий находится в пределах 5...40 мкм в зависимости от состава стали, типа карбида и условий нанесения. Основным требованием к составу стали является концентрация углерода в поверхностном слое (не менее 0,6 % в случае карбида ванадия и 0,35 % — карбида хрома).

Процесс формирования покрытия заключается в погружении детали в расплав соли, нагретый до 850...1050 °С, с выдержкой в течение 0,5...3,0 часа и позволяет совмещать процесс нанесения покрытия с безокислительным нагревом изделия под закалку. Условия охлаждения детали с покрытием (в воду или масло) и операции последующего отпуска зависят от требований к термообработке материала ее основы. Финальный этап заключается в отмывке поверхности детали в горячей воде от остатков расплава соли. Шероховатость поверхности стали с покрытием не ухудшается, если в исходном состоянии $R_a \geq 0,5$ мкм.

Технология отличается высокой экологичностью, токсичные сливные отходы и газовыделения отсутствуют, может быть реализована в условиях обычного участка термической обработки при наличии шахтной печи с рабочей температурой 1000...1200 °С.



Детали с карбидным покрытием могут эксплуатироваться при температурах в случае карбида ванадия — до 400 °С, в случае карбида хрома — до 850 °С.

Опыт практического применения данной технологии показал, что высокая твердость карбидного слоя обеспечивает повышение срока службы прессоштампового инструмента в 3...50 раз в зависимости от марки инструментальной стали и условий эксплуатации инструмента.

Дополнительным преимуществом покрытия из карбида ванадия является снижение коэффициента трения и возможность за счет этого вести процесс штамповки без смазки.

Разработанная технология найдет применение при упрочнении прессоштампового, режущего, гибочного, вытяжного и лезвийного инструмента, а также деталей машин и оборудования, работающих в условиях трения и износа, в том числе при наличии ударных нагрузок.

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 73
тел.: (38044) 289 21 71, 289 86 87; факс: (38044) 289 21 71