



яющих на качество сварного соединения. Для визуальной оценки оператором корректности построенной графической пространственной модели стыка предусмотрены функции вращения изображения вокруг всех осей декартовой системы координат, перемещение его вдоль осей и изменение масштаба изображения. При создании графического представления пространственной модели стыка использовали одну из стандартных библиотек OpenGL для программирования графики. Это графический стандарт, который предоставляет широкие возможности и оптимальное быстродействие. При этом система спроектирована таким образом, что может быть включена в состав любой (не только графической) операционной системы.

Экспериментальные исследования показали, что модель стыка построена корректно и погреш-

ность описания стыка в аналитической форме не превышает допустимого значения, составляющего 0,25 минимального диаметра электрода (0,8 мм), используемого при указанном способе сварки, т. е. не более 0,2 мм.

1. Пол Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота-манипулятора / Пер. с англ. — М.: Наука, 1976. — 104 с.
2. Корнев Г. В. Целенаправленная механика управляемых манипуляторов. — М.: Наука, 1979. — 448 с.
3. Boillot J.-P., Noruk J. The benefits of laser vision in robotic arc welding // Welding Technique. — 2002. — № 8. — P. 33–34.
4. Уилкинсон Дж. Х. Алгебраическая проблема собственных значений. — М.: Наука, 1970. — 564 с.
5. Варден Б. Л. ван дер. Математическая статистика / Под ред. Н. В. Смирнова. — М.: Изд-во иностр. лит., 1960. — 435 с.

Considered is the problem of construction of a spatial model of butt joint by the data obtained from the triangulation optical sensor. Obtained work results can be used in systems of adaptive control of the process of arc welding of sheet structures 30...50 mm thick in different positions.

Поступила в редакцию 17.05.2006,  
в окончательном варианте 03.07.2006

## ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ НАПЛАВКА ИЗНОШЕННЫХ КУЗНЕЧНЫХ ШТАМПОВ

*Разработан способ восстановления штампов малых и средних размеров с помощью электрошлаковой наплавки.*

*Изношенный штамп устанавливается в кристаллизатор, для наведения шлаковой ванны на его поверхности используются графитовые электроды. За счет тепла, выделяемого в шлаковой ванне, подплавляются ручки штампа на глубину, необходимую для удаления трещин разгара и других дефектов. Затем в шлаковую ванну подают стружку штамповой стали, которая, проходя через шлак, нагревается, плавится и пополняет металлическую ванну, образовавшуюся при оплавлении рабочей поверхности штампа. В процессе ЭШН происходит рафинирование наплавленного металла, благодаря чему он имеет более низкое содержание серы (до 0,008...0,012 %) и неметаллических включений, чем штамповые стали открытой выплавки. При необходимости наплавленный металл можно дополнительно легировать и модифицировать.*

*Эксплуатационные испытания восстановленных штампов показали, что их стойкость в 1,5–4 раза превышает стойкость штампов из ковальной стали обычного производства. Металл наплавленного слоя не склонен к хрупкому разрушению, сетка разгара проникает на меньшую, чем у кованых штампов, глубину, что позволяет производить ремонт штампов путем трех-, четырехразовой строжки гравюры. Стоимость восстановленных штампов в 2–3 раза ниже стоимости кованых.*

*Установочная мощность оборудования для ЭШН штампов — 500 кВт, расход воды — 30 м<sup>3</sup>/ч, площадь наплавочного участка — 30 м<sup>2</sup>, максимальные размеры наплавленной поверхности штампов — 500×500 мм. Производительность участка — 1500 наплавленных штампов в год.*

*Наплавка штампов и штамповой оснастки применяется на предприятиях различных отраслей промышленности.*

**Контакты:** Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины  
03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11, отд. № 2  
Тел./факс: (38044) 287 63 57  
E-mail: ryabtsev@paton.kiev.ua



пустимых шагов и расстояний между смежными рядами роликов, которые должны быть разработаны для всех листов применяемых материалов различной толщины.

5. Выбор шага роликов и расстояния между смежными рядами необходимо осуществлять с учетом диаметров роликов, их расстановки по роликовому полю, количества, массы, стоимости, а также иных данных.

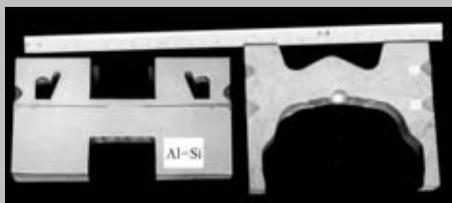
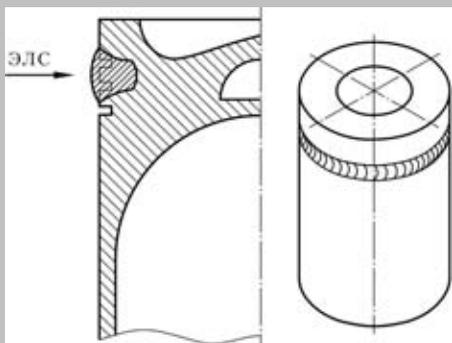
1. *Ивановский К. Е., Раковщик А. Н., Цоглин А. Н.* Роликовые и дисковые конвейеры и устройства. — М.: Машиностроение, 1973. — 216 с.

Dependence of bending deflection of thin-sheet panel ends in transportation over the roller field on the extension of a free hanging end, distance between the neighbouring rows of rollers, material properties and sheet thickness was established. Schemes were developed for selection of a roller pitch and distance between the neighbouring rows of the rollers for transportation of panels of the sheets of different thickness and different materials over the rollers.

2. *Плавинский В. И.* Машины непрерывного транспорта. — М.: Машиностроение, 1969. — 720 с.
3. *Зенков Р. Л., Ивашиков И. И., Колобов Л. Н.* Машины непрерывного транспорта. — М.: Машиностроение, 1987. — 432 с.
4. *Спиваковский А. О., Дьячков В. А.* Транспортирующие машины. — М.: Машиностроение, 1983. — 487 с.
5. *Кружков В. А.* Металлургические подъемно-транспортные машины. — М.: Metallurgy, 1989. — 464 с.
6. *ГОСТ 5332-75.* Ролики и шаги рольгангов прокатных станов. — М.: Изд-во стандартов, 1975. — 12 с.
7. *Беляев Н. М.* Соппротивление материалов. — М.: Наука, 1976. — 608 с.

Поступила в редакцию 20.11.2006

## ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЯЮЩЕЙ НАПЛАВКИ С ПРИСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ ЗОНЫ КОМПРЕССИОННЫХ КАНАВОК АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРШНЕЙ



*В настоящее время усовершенствование двигателей внутреннего сгорания, в частности, дизелей, идет в направлении повышения их мощности, снижения металлоемкости и увеличения долговечности. В этой связи особое значение приобретают проблемы увеличения срока службы поршней, поскольку с повышением мощности двигателей существенно возрастают тепловые и динамические нагрузки на поршень.*

*Для повышения износостойкости и срока эксплуатации алюминиевых поршней разработана технология износостойкой упрочняющей наплавки поршней в зоне верхней компрессионной канавки с использованием легирующих присадок и высококонцентрированного нагрева электронным пучком.*

*Применение легирующего материала дает возможность получить необходимую твердость зоны упрочнения в пределах HB 150... 180. Горячая твердость упрочненного слоя в интервале температур 100...360°С в 2-3 раза выше*

*по сравнению с основным металлом поршня.*

*Разработанная технология упрочнения поршней позволяет отказаться от нерезиновой вставки и повысить моторесурс поршневой группы двигателей в 1,5-2 раза.*

**Контакты:** Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины  
03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11, отд. № 7  
Тел.: (38044) 287 44 06  
Факс: (38044) 287 12 83; 287 46 30



тиг нормативного (возникли усталостные трещины до 1 мм) или приближается к нему. Восстановленная долговечность после ВМП в зависимости от уровня действующих сменных напряжений при эксплуатации может возрасти до нормативной —  $2 \cdot 10^6$  циклов.

Наиболее эффективными способами торможения усталостных трещин, которые распространяются, являются создание на пути их развития остаточных напряжений сжатия с помощью локального нагрева металла, высверливание отверстий возле вершины трещины и установление высокопрочных болтов с натяжением 20 тс и ремонт трещины сваркой и ВМП зоны перехода от металла шва к основному материалу.

На базе проведенных исследований для «Укрзалізниці» составлено «Рекомендації по підси-

ленню, ремонту та збільшенню ресурсу суцільно-стінчатих зварних прогонових будов».

1. Усталостные трещины в сплошностенчатых пролетных строениях / Ю. П. Миролубов, Э. М. Панин, В. В. Фролов и др. // Вопр. проектирования и эксплуатации искусственных сооружений. — Л.: Ин-т инж. ж.-д. транспорта им. В. Н. Образцова, 1983. — С. 62–69.
2. Указания по осмотру и усилению эксплуатируемых сварных пролетных строений. — М.: МПС, ГУП НИИЖТА, 1990. — 28 с.
3. Повышение сопротивления усталости сварных соединений металлоконструкций высокочастотной механической проковкой (Обзор) / Л. М. Лобанов, В. И. Кирьян, В. В. Кныш, Г. И. Прокопенко // Автомат. сварка. — 2006. — № 9. — С. 3–11.
4. Лобанов Л. М., Кир'ян В. И., Кныш В. В. Підвищення ресурсу зварних металлоконструкцій високочастотною механічною проковкою // Фізико-хімічна механіка матеріалів. — 2006. — № 1. — С. 56–61.

Considered are the features of early accumulation of fatigue damage, initiation and development of fatigue cracks in welded components of metal span structures of railway bridges. A high effectiveness of application of HF mechanical peening (HFMP) for extension of residual life of welded joints after accumulation of considerable damage in them, including development of cracks up to 1 mm deep. Methods of retardation have been studied for propagating cracks, and the most efficient of them have been determined, namely inducing compressive residual stresses in the fatigue crack propagation path by applying local heating of the metal; placing a high-strength bolt in the drilled-out hole near the crack tip; repair of the metal zone damaged by the fatigue crack using welding with HFMP.

Поступила в редакцию 20.03.2006

## **ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО СВАРКЕ, ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ И КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС, ТЭЦ, ТЦ, ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЕН, ТЕПЛОВЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

*Предприятия тепловой энергетики относятся к разряду объектов повышенной опасности. Практически все теплотехническое оборудование ТЭС, ТЭЦ, ТЦ, других теплоагрегатов, отопительных котелен, тепловых и распределительных сетей, значительная часть вспомогательного оборудования должны отвечать требованиям государственных нормативных актов, обеспечивающим безопасные условия эксплуатации энергоблоков. К ним относятся нормативные документы ДНАОП 0.00-1.11-08, ДНАОП 0.00-1.08-94, ДНАОП 0.00-1.07-94, ДНАОП 0.00-1.20-98, ГД 34.03.101-96, РД 34.15.027-89, ряд СНиПов, ГОСТов, ОСТов, ДСТУ и др. Объемы и сложность сварочных работ при изготовлении, монтаже и ремонте технологического оборудования тепло- и энергоблоков весьма велики. Это обусловлено большой номенклатурой применяемых сталей, заготовок, деталей, блоков, сложностью выполняемых работ (пространственное положение свариваемых стыков), необходимостью соблюдения высокого качества сварки и достоверности контроля качества сварных соединений, применением нескольких видов сварки, подогрева и термообработки сварных соединений.*

*ИЭС им. Е. О. Патона в содружестве с ОАО «Энергомонтажпроект» и АК «Киевэнерго» разработал блок технологических инструкций с техкартами (29 наименований) и операционных карт (3 наименования) по подготовке к сварке, сборке, термической обработке и контролю качества сварных соединений конкретных узлов энергоблоков, работающих при температуре до 450 и 575 °С: паропроводов, трубопроводов, труб поверхностей нагрева, коллекторов, экономайзеров, барабанов, котлов и др. Ряд инструкций относятся к ремонту конкретных узлов энергоблоков.*

**Контакты:** Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины  
03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11, отд. № 19  
Тел./факс: (38044) 289 90 87, 287 10 88