



## СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА РАСПОЛОЖЕНИЕМ ШВА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ

**Е. В. ШАПОВАЛОВ**, канд. техн. наук, **В. А. КОЛЯДА**, инж. (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Разработана система слежения, предназначенная для обнаружения валика усиления сварного шва на вращающейся трубе и управления дозированием полимера при нанесении антикоррозионного полимерного покрытия на внешнюю поверхность сварных труб. Внедрение системы позволит существенно улучшить однородность толщины антикоррозионного покрытия труб.

*Ключевые слова:* антикоррозионное покрытие, сварные прямошовные трубы, обнаружение шва, телевизионный сенсор, дозировка полимера, коммуникационный контроллер

В настоящее время стальные трубы являются основным элементом промышленных трубопроводов, чему способствует их массовое производство, относительная дешевизна, высокая прочность и технологичность. Качественная антикоррозионная защита сварных труб позволяет существенно улучшить эксплуатационные характеристики трубопроводов. В условиях массового производства для нанесения защитного полимерного покрытия на внешнюю поверхность прямошовных сварных труб большого диаметра используют специализированные установки [1]. Нанесение покрытия выполняется автоматически при вращении и одновременном поступательном перемещении трубы с небольшой скоростью, тогда как линейная скорость движения поверхности трубы при ее вращении может быть значительной (до 0,5 м/с).

Обычно вращение трубы осуществляют с помощью роликов, которые непосредственно контактируют с покрытой поверхностью трубы. При этом в области валика усиления сварного шва происходит деформация полимерного покрытия, что является причиной его неравномерной толщины. Для решения данной проблемы используют следующий подход: при прохождении валика усиления под экструдером нанесения защитного покрытия увеличивают дозировку полимера, вследствие чего антикоррозионное покрытие сварных труб имеет однородную толщину. На практике значение линейной скорости движения поверхности трубы непостоянное и зависит от погрешностей при изготовлении сварных труб, а также от других внешних факторов, что не позволяет управлять дозировкой полимера в соответствии с заданной программой. Поэтому в основном используют замкнутые системы управления дози-

ровкой полимера с датчиком шва в контуре обратной связи.

На установках для нанесения антикоррозионного покрытия на внешнюю поверхность сварных труб замкнутое управление дозировкой полимера чаще всего осуществляется с помощью тактильных датчиков или точечных лазерных дальномеров. И те и другие определяют расстояние от датчика до отдельной точки объекта. При любом смещении поверхности трубы относительно таких датчиков происходит изменение амплитуды их выходных сигналов. При этом сигнал, соответствующий валику усиления сварного шва, может быть соизмеримым с возмущениями, возникающими вследствие вибрации трубы или наличия механических дефектов на ее поверхности. На практике это становится причиной частых «пропусков» шва или ложного срабатывания системы управления дозированием полимера.

Для повышения надежности обнаружения шва на вращающейся трубе в ИЭС им. Е. О. Патона разработана специализированная система слежения, которая основывается на техническом зрении. Ее главные компоненты — телевизионный сенсор (ТС) и коммуникационный контроллер (КК) (рис. 1). ТС устанавливается перед экструдером нанесения полимера по ходу вращения трубы. КК интегрируется в общий пульт управления установкой. Подключение системы к экструдеру осуществляется через два твердотельных реле, входящих в состав КК. Функционирование ТС основано на принципе лазерной триангуляции и более подробно рассмотрено в работе [2]. Лазерный луч, развернутый в плоскость, формирует на поверхности трубы световой след, который регистрируется видеокамерой. Его форма повторяет рельеф поверхности трубы. Для обработки и анализа изображений, принимаемых видеокамерой, используется микроконтроллер, вмонтированный непосредственно в ТС. В результате анализа при-



нимается решение о наличии/отсутствии шва под ТС. При его наличии определяют также координаты центра валика усиления шва в собственной системе координат ТС и сохраняют временные метки. При переходе центра валика через начало координат ТС на основании найденных координат и временных меток формируется выходной сигнал «Валик» с собственной меткой, который по интерфейсу RS-485 передается КК. После получения этого сигнала КК через заданный интервал времени задержка  $T_3$  относительно его временной метки формирует управляющий сигнал «Наброс» с длительностью импульса  $T_{и}$ . По этому сигналу твердотельные реле КК переключаются и дозировка полимера увеличивается.

В связи с высокой (до 240 °С) температурой трубы и сильным запылением рабочей зоны порошковым праймером предусмотрено принудительное воздушное охлаждение корпуса ТС и обдув его окон-иллюминаторов. Для установки значений временных констант  $T_3$  и  $T_{и}$  используют соответствующие регулировочные ручки и жидкокристаллический индикатор, расположенные на лицевой панели КК (рис. 2). Жидкокристаллический индикатор имеет два режима отображения — основной и дополнительный. Переключение этих режимов осуществляют с помощью кнопки «Меню». В основном режиме отображается текущее состояние системы слежения и установленные значения временных констант  $T_3$  и  $T_{и}$ , в дополнительном — на жидкокристаллическом индикаторе выводятся краткие рекомендации по устранению неисправностей. Выполняется мониторинг состояния системы и вывод следующих текстовых сообщений:

«Норма» — система в рабочем режиме, объект слежения (труба) в поле зрения ТС;

«Объект не найден» — система в режиме ожидания, объект слежения (труба) в поле зрения ТС отсутствует;

«Сенсор не отвечает» — критическая ошибка вследствие нарушения связи между ТС и КК;

«Перегрев сенсора» — система в рабочем режиме, температура внутри корпуса ТС близка к критической;

«Граница рабочей зоны» — система в рабочем режиме, расстояние между ТС и поверхностью трубы соответствует положительной или отрицательной границе рабочей зоны ТС по вертикали, т. е. объект слежения может выйти из рабочей зоны ТС в процессе работы.

Для визуального сопровождения сигналов «Валик» и «Наброс» используют соответствующие светодиодные индикаторы. Параметризацию и настройку системы осуществляют с внешнего компьютера через интерфейс RS-232. С целью защиты от короткого замыкания в цепи подключе-

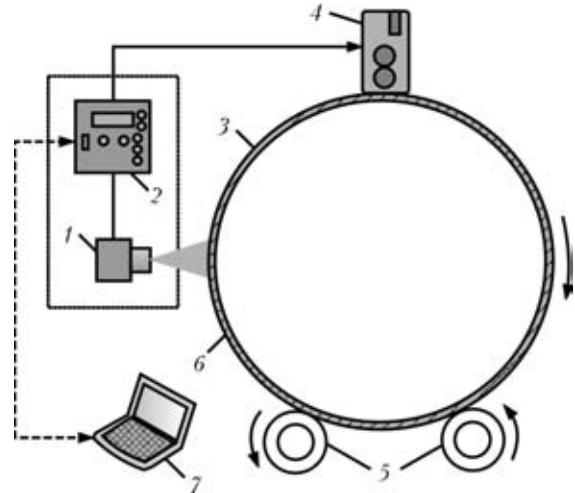


Рис. 1. Схема интеграции системы слежения за швом в установке для нанесения антикоррозионного покрытия: 1 — ТС; 2 — КК; 3 — вращающаяся труба; 4 — экструдер нанесения полимера; 5 — ролики для вращения трубы; 6 — валик усиления сварного шва; 7 — внешний компьютер для параметризации системы слежения

ния реле КК к экструдеру нанесения полимера предусмотрены предохранители.

Для повышения надежности системы алгоритмическое обеспечение КК дополнено функцией контроля периода сигнала «Валик», которая сравнивает период формирования ТС этого сигнала со средним периодом, вычисленным для нескольких последних сигналов. Если сигнал «Валик» не поступает от ТС за расчетное время, то его формируют принудительно; если же время поступления указанного сигнала не соответствует вычисленному среднему периоду, то такой сигнал игнорируют.

Система слежения за швом работает в масштабе реального времени. ТС и КК снабжены сторожевыми таймерами, которые обеспечивают их



Рис. 2. Лицевая панель коммуникационного контроллера



быстрый перезапуск в случае возникновения нештатных ситуаций. Все компоненты указанной системы имеют гальваническую развязку.

Система слежения за швом практически нечувствительна к вибрации трубы, механическим дефектам на ее поверхности и внешним источникам света. Основные технические характеристики этой системы представлены ниже:

Частота кадров ТС, Гц .....	60
Точность обнаружения центра валика усиления сварного шва, мм .....	$\pm 1$
Чувствительность ТС (минимально допустимая высота валика усиления сварного шва), мм .....	0,5
Номинальное расстояние от ТС до поверхности трубы, мм .....	200
Рабочая зона ТС, мм:	
по вертикали .....	$\pm 30$
по горизонтали .....	$\pm 30$
Время переключения реле КК, мс .....	1
Ток нагрузки на реле КК максимальный, А .....	2
Напряжение нагрузки на реле КК максимальное, В .....	28
Рабочий диапазон температуры, °С .....	от -10 до +85

Разработанная система слежения за швом внедрена в производство на предприятии ОАО «Харьковский трубный завод» (Украина) на двух установках для нанесения антикоррозионного полимерного покрытия на внешнюю поверхность труб большого диаметра. На рис. 3 показан ТС, сканирующий поверхность вращающейся трубы в процессе нанесения антикоррозионного поли-

A tracking system is developed, which is designed for detection of weld reinforcement bead on a rotating pipe and controlling the polymer feed at deposition of an anticorrosion polymer coating on the outer surface of welded pipes. System introduction will allow an essential improvement of the uniformity of thickness of anticorrosion coating of pipes.



Рис. 3. Телевизионный сенсор, сканирующий поверхность вращающейся трубы

мерного покрытия. Система слежения позволила существенно повысить надежность обнаружения валика усиления сварного шва и точность отработки временных констант, что значительно улучшило качество антикоррозионного покрытия труб. Такие системы могут использоваться также в тех областях автоматизации производства, где требуется регистрация быстро движущихся объектов.

1. Ryabov V. M., Usova L. A. Factory-applied anticorrosive insulation for large-diameter pipes // Metallurgist. — 1987. — 31, № 10. — P. 320–321.
2. Кисилевский Ф. Н., Коляда В. А. Система лазерного слежения за валиком усиления сварного шва // Автомат. сварка. — 2006. — № 1. — С. 60–62.

Поступила в редакцию 19.02.2009

УДК 621.791(088.8)

## ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА\*

**Способ диффузионной сварки.** Изобретение может быть использовано для сварки титановых сплавов в авиа- и ракетостроении, машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности. Соединяемые поверхности сжимают давлением, составляющим 0,7...0,95 предела текучести соединяемого сплава при комнатной температуре. Затем нагревают до температуры на 20...100°C выше температуры полиморфного превращения сплава и деформируют зону соединения со степенью деформации 10...70% с одновременным охлаждением зоны соединения до температуры на 10...350 °С ниже температуры полиморфного превращения сплава. Проводят изотермическую выдержку при этой температуре в течение 10...180 с и давлением, составляющем 0,4...0,95 предела текучести сплава при температуре изотер-

мической выдержки. Техническим результатом изобретения является повышение усталостных характеристик соединения при сохранении их прочностных характеристик при статических нагрузках, снижение трудоемкости и увеличение производительности процесса сварки. Патент РФ 2348496. М. Л. Первов, В. А. Кочетков, Д. П. Смирнов (ГОУ ВПО Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П. А. Соловьева).

**Способ защиты от коррозии зоны сварного соединения металлических труб с внутренней полимерной оболочкой.** Изобретение относится к области трубопроводного транспорта и найдет применение при строительстве и ремонте трубопроводов с внутренним противокоррозионным покрытием. В конец каждой из соединяемых труб между трубой и оболочкой запрессовывают металлическую втулку длиной, превышающей зону термического влияния сварки, с двумя

\* Приведены сведения о заявках и патентах РФ, представленных на сайте <http://www.fips.ru/russite/default.htm>.