

И. А. Слесарев, Е. Г. Крылов

АВТОМАТИЗАЦИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

В статье описана структура автоматизированной линии контроля сплошности и толщинометрии бесшовных стальных труб на базе установки ультразвукового контроля.

Ключевые слова: надежность, дефекты, эхо-метод, неразрушающий контроль, стальные трубы.

I. A. Slesarev, E. G. Krylov

AUTOMATION OF NON-DESTRUCTIVE TESTING STEEL PIPE

Volgograd State Technical University

The article describes the structure of an automated line for monitoring continuity and thickness gauging of seamless steel pipes based on an ultrasonic testing installation.

Keywords: reliability, defects, echo-method, unbreakable control, steel pipes.

Повышение уровня надежности и увеличение ресурса машин и возможно только при условии выпуска продукции высокого качества во всех отраслях машиностроения. Это требует непрерывного совершенствования технологии производства и методов контроля качества. В ряде случаев выборочный контроль исходного металла, заготовок и готовых изделий ответственного назначения не гарантирует их высокое качество, особенно при серийном изготовлении [1]. В настоящее время все более широкое распространение получает неразрушающий контроль продукции на отдельных этапах производства [2].

Автоматизированная установка контроля бесшовных труб «МАЯК-8-052» предназначена для иммерсионного ультразвукового контроля (УЗК) сплошности и толщинометрии бесшовных труб. Она обеспечивает непрерывное сканирование всего объема металла с помощью пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) и осуществляет поиск в металле дефектов типа скоплений неметаллических включений, расслоений, трещин, загрязнений, закатов,

вмятин и других нарушений сплошности.

Для эффективного контроля труб выделен ряд требований. Трубы на контроль должны поступать гладкими, достаточно ровными (в пределах допуска на кривизну), не иметь заусенцев на концах и грубых видимых дефектов по телу трубы. Разрешается контролировать трубы только после обрезки концов, снятия наружной фаски на обоих концах, а также после продувки внутренней полости трубы.

Каждый пакет труб, поступающий на участок неразрушающего контроля, должен иметь бирку, подписанную контролером ОТК, на которой указаны:

- типоразмер труб (наружный диаметр и толщина стенки);
- марка стали;
- номер плавки;
- номер пакета;
- номер партии термообработки (если она производилась);
- количество труб в пакете;
- стандарт, ТУ или ГОСТ;
- особые условия.

Ультразвуковой контроль проводится с целью выявления и отбраковки труб, имеющих недопустимые дефекты продольной и поперечной ориентации, отклонения от предельно допустимых размеров по толщине стенки и диаметру. Необходимые параметры и допуски при контроле обеспечиваются настройкой аппаратуры на стандартных образцах.

Установка обеспечивает автоматизированный контроль бесшовных труб при помощи подсистем контроля продольных и поперечных дефектов. УЗК осуществляется эхо-методом. В установке реализован совмещенный режим работы акустических преобразователей. Прозвучивание трубы в процессе контроля осуществляется по окружности, по часовой стрелке и против – для выявления продольных дефектов, а также вдоль образующей, по ходу и против движения трубы – для выявления поперечных дефектов. Прозвучивание в двух направлениях повышает надежность и достоверность УЗК. Для контроля толщины стенки прозвучивание осуществляется по радиусу.

Автоматизированная установка «Маяк-8-052» является сложным техническим комплексом включающим:

- механическое оборудование;
- электронно-акустическую систему контроля;
- систему автоматического управления;
- управляющий вычислительный комплекс;
- систему электропитания.

Механическое оборудование осуществляет функцию транспортировки труб с заданной скоростью через измерительные модули УЗК и устройства вихретокового контроля (ВТК). При этом труба в процессе контроля движется спирально и по ходу движения сначала проходит через модуль контроля продольных дефектов и толщинометрии, а затем – через модуль контроля поперечных дефектов.

Электронно-акустическая система контроля обеспечивает непрерывное сплошное сканирование металла движущейся трубы с помощью двух модулей ПЭП. Измерительные модули подсистем контроля поперечных дефектов, продольных дефектов и толщинометрии в установке конструктивно разделены и размещаются неподвижно. Первый по ходу движения трубы модуль снабжен двенадцатью наклонными датчиками для контроля продольных (L) дефектов и четырьмя прямыми датчиками для контроля толщины стенки. Второй модуль

снабжен двадцатью четырьмя наклонными датчиками для контроля поперечных (Q) дефектов. Формирование зондирующих импульсов, прием и первичная обработка эхо-сигналов обеспечивается электронной аппаратурой, затем полученные данные УЗК в цифровом виде передаются для дальнейшей программной обработки.

Предлагается для повышения эффективности контроля труб в автоматизированной линии разместить установки вихретокового контроля «МАГНАТЕСТ» и «ДЕФЕКТОМАТ», установку УЗК «Маяк 8-052» и устройство размагничивания труб.

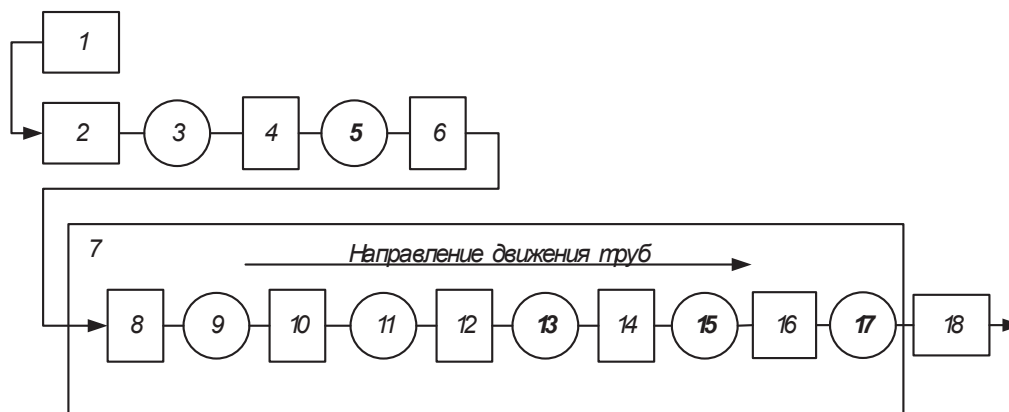
Линия работает следующим образом. Перед подачей в линию контроля трубы поступают на продувочный желоб. В системе датчиков установки «ДЕФЕКТОМАТ» используются три катушки: одна из них является намагничивающей, две другие измерительные, включены встречно. Труба в процессе контроля движется поступательно и по ходу движения проходит через систему датчиков. При отсутствии дефекта электродвижущие силы (э.д.с.) от вихревых токов в обеих измерительных катушках (датчиках) одинаковы, и в результате их встречного включения э.д.с. на выходе системы датчиков будет равна нулю. При прохождении дефектного участка трубы через одну из измерительных катушек появляется э.д.с., не скомпенсированная на выходе системы датчиков. Полученный сигнал обрабатывается электронной аппаратурой и индицируется на экране, а также поступает на самописец и на АРМ оператора для последующей распечатки в протоколе результатов контроля труб.

В установке «Маяк-8-052» используется иммерсионный способ акустического контакта. Для этого в роторы подается вода из хозяйственного водопровода. Труба в процессе контроля движется поступательно и по ходу движения сначала проходит через первый ротор для контроля поперечных дефектов, а затем через второй ротор для контроля продольных дефектов и отклонений по геометрии. ПЭП, вращаясь вокруг трубы, обеспечивают 100%-е сканирование поверхности за исключением концов труб. Эхоимпульсы, преобразованные ПЭП в электрические сигналы, поступают к приборам для измерения толщины стенки и наружного диаметра, с выходов которых аналоговые сигналы передаются на АЦП для подсчета эксцентриситета, овальности и отклонения от номинальной толщины стенки.

Проконтролированные трубы подаются на установку размагничивания, где проходят через катушки постоянного и переменного тока. Катушка постоянного тока производит первоначальное размагничивание трубы, путем создания магнитного поля, противоположного намагничивающему полю установки «ДЕФЕКТОМАТ».

Катушка переменного тока осуществляет окончательное размагничивание трубы переменным полем до намагниченности, не превышающей 3 мТл (30 Гс).

Схема расположения оборудования приведена на рисунке.



Структурная схема расположения оборудования линии неразрушающего контроля труб

На рисунке первой до ходу движения трубы расположена установка обеспыливания труб 1, состоящая из накопительного стеллажа, ротационного передаточного устройства (дозатор), ступенчатого подъемного устройства, продувочного желоба и транспортного рольганга. За транспортным рольгангом продувочного желоба расположен подводящий рольганг, который состоит из подъемно-опускного рольганга с V-образными роликами 2 и из рольганга с дисками 3, ведущего элемента 4, стола с датчиком прибора «МАГНАТЕСТ» для выявления труб из чужой марки стали 5, а также из второго ведущего элемента 6. Далее расположена платформа 7, на которой установлены: стол с датчиком прибора «ЦИРКОГРАФ» для выявления поверхностных продольных дефектов трубы 8, третий ведущий элемент 9, лазерный прибор «ДО-400» для контроля наружного диаметра труб 10, четвертый ведущий элемент 11, первая испытательная ультразвуковая ванна для выявления поперечных дефектов по всей толщине стенки трубы 12, пятый ведущий элемент 13,

вторая испытательная ультразвуковая ванна для выявления продольных дефектов по всей толщине стенки трубы и для контроля толщины стенки 14, шестой ведущий элемент 15, маркировочное устройство 16 и седьмой ведущий элемент 17. За платформой расположен отводящий рольганг 18, состоящий из двух сортирующих устройств, каждый с четырьмя накопительными карманами.

Модернизация линии неразрушающего контроля бесшовных труб путем добавления системы ультразвуковой дефектоскопии даст возможность более точно выявить соответствие стандартам качества продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулешов, В. К. Организация службы неразрушающего контроля качества / В. К. Кулешов, В. Ф. Шумихин. – Томск : ТПУ, 2011. – 186 с.
2. Неразрушающий контроль металлов и изделий: справочник / под ред. Г. С. Самойловича. – Москва : Машиностроение. – 2000. – 456 с.