

P13-2001-202

Д.Ванча*, Г.Л.Глonti, А.Л.Гонгадзе, М.И.Госткин,
Д.В.Дедович, П.Г.Евтухович, Б.Команеску*, С.А.Котов,
Т.Некшою*, И.Н.Потрап, Е.В.Рогалев, Э.Г.Цхададзе,
Г.А.Шелков

**СТЕНД ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
АЛЮМИНИЕВЫХ ТРУБОК**

*Институт оптоэлектроники, Бухарест, Румыния

1 Введение

Высокие требования, предъявляемые к мюонному спектрометру установки ATLAS [1] (LHC, CERN), приводят к жестким критериям точности изготовления его детекторов. Основными элементами мюонного детектора являются дрейфовые трубки, представляющие собой алюминиевую трубу диаметром 30 мм и длиной до 6 метров, вдоль оси которой с высокой точностью (10 мкм) натянута 50 мкм позолоченная вольфрамовая нить (2,7% Re). Согласно техническим требованиям, геометрические параметры алюминиевой трубки для изготовления детекторов должны быть следующими: наружный диаметр (измеренный вдоль любой оси) $D = (29970 \pm 20)$ мкм и толщина стенки $H = (400 \pm 30)$ мкм.

Приведенные выше условия потребовали разработки и создания прибора для контроля внешнего диаметра и толщины стенки поступающих алюминиевых трубок на участке сборки детекторов мюонной системы эксперимента ATLAS. Данная работа была выполнена в рамках контракта с Институтом оптоэлектроники (Бухарест, Румыния).

2 Измеритель наружного диаметра

Для контроля наружного диаметра поступающих алюминиевых труб в условиях массового производства дрейфовых трубок мюонного детектора ATLAS была создана установка "G-50", показанная на рис. 1.

Измерение диаметра производится на расстоянии 10 - 15 мм от края трубки одновременно с двух краев по десяти различным осям при повороте трубки на угол от 0 до 180 градусов. Время измерения одной трубки не превышает 1 мин. Точность измерения – в пределах 3 мкм.

2.1 Принцип измерения

Немаловажным достоинством приведенного измерителя диаметра является использование оптического (бесконтактного) метода измерения. Специфика измерения состоит в том, что измеряемая трубка тонкостенная - 400 мкм. В связи с этим любые измерения диаметра в сечениях, где присутствуют механические напряжения, вызванные, например, весом самой трубки, приведут к значительной систематической ошибке. Бесконтактные же методы позволяют избежать данной ошибки измерения.

Основным элементом установки является лазерный измеритель AEROEL PLS35XY/200 [2] (Италия). Луч света высокой интенсивности от источника (лазерного диода) попадает на вращающееся зеркальце и отражается таким образом, что он сканирует область измерения с постоянной скоростью. Во время сканирования луч, пересекая измеряемый объект, создает тень в приемной части измерителя. Таким образом, время тени пропорционально диаметру объекта. В приемной части измерителя свет собирается линзой на высокоскоростном фотодиоде. По показаниям фотодиода определяется время тени и вычисляется диаметр объекта.



Рис. 1. Измеритель наружного диаметра алюминиевых труб G-50

Частота сканирования луча измерителя 200 Гц, что позволяет проводить многократные измерения с последующим их усреднением. Благодаря этому измерение остается устойчивым к вибрациям и статистическая ошибка может быть значительно понижена. Основным источником ошибок остается систематическая ошибка, вызванная смещением трубки в зоне измерения, которая не превышает 2,5 мкм.

2.2 Конструкция установки и процедура измерения

В состав измерителя входит расположенная на опорах оптическая скамья. На скамье устанавливаются регулируемые по высоте и в поперечном направлении подставки для измеряемой трубки. В центре скамьи размещается подставка с шаговым мотором для поворота трубки в процессе измерения. Общая юстировка подставок производится с использованием автономного источника лазерного света и цилиндра диаметром 30 мм и с узким отверстием вдоль своей оси. По краям скамьи расположены два лазерных измерителя AEROEL ILS35XY 200. Лазерные измерители соединены через коммуникационный порт RS232 с персональным компьютером (ПК). Кроме того, установка снабжена блоками питания измерителей и шагового мотора и пультом управления.

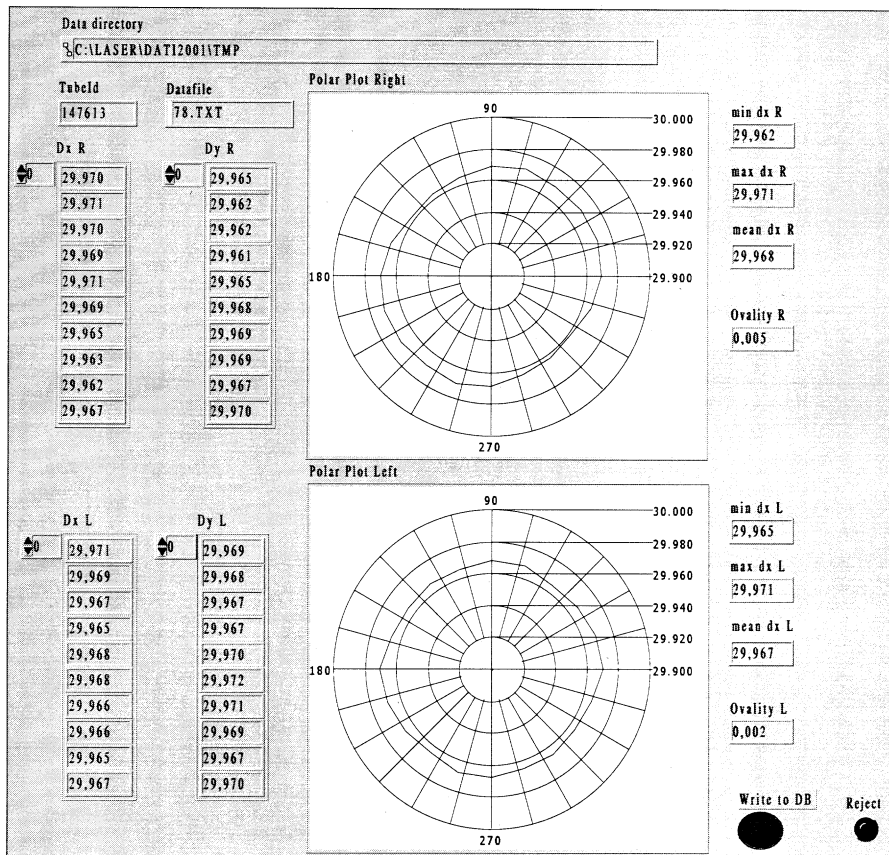


Рис. 2. Отображение результатов измерения наружного диаметра трубки

Вся процедура измерения автоматизирована и управляется программно с ПК. Оператор устанавливает измеряемую алюминиевую трубку на скамью и нажимает кнопку "пуск" на пульте управления. В процессе измерения трубка поворачивается шаговым мотором от 0 до 180 градусов, и диаметр определяется в десяти позициях трубки двумя измерителями одновременно с двух краев. По завершении измерения на дисплее компьютера появляется графическое отображение результатов измерения (рис. 2). После ввода оператором индивидуального кода трубки результаты измерения автоматически заносятся в базу данных. В случае отклонения контролируемых величин от спецификации происходит оповещение с помощью красной лампочки и звукового сигнала, а в базу данных пишется соответствующий код отказа.

На рис. 3 приведены распределения наружного диаметра трубок, взятых из различных поступающих партий трубок. По приведенным распределениям можно проследить последовательное улучшение качества трубок от партии к партии.

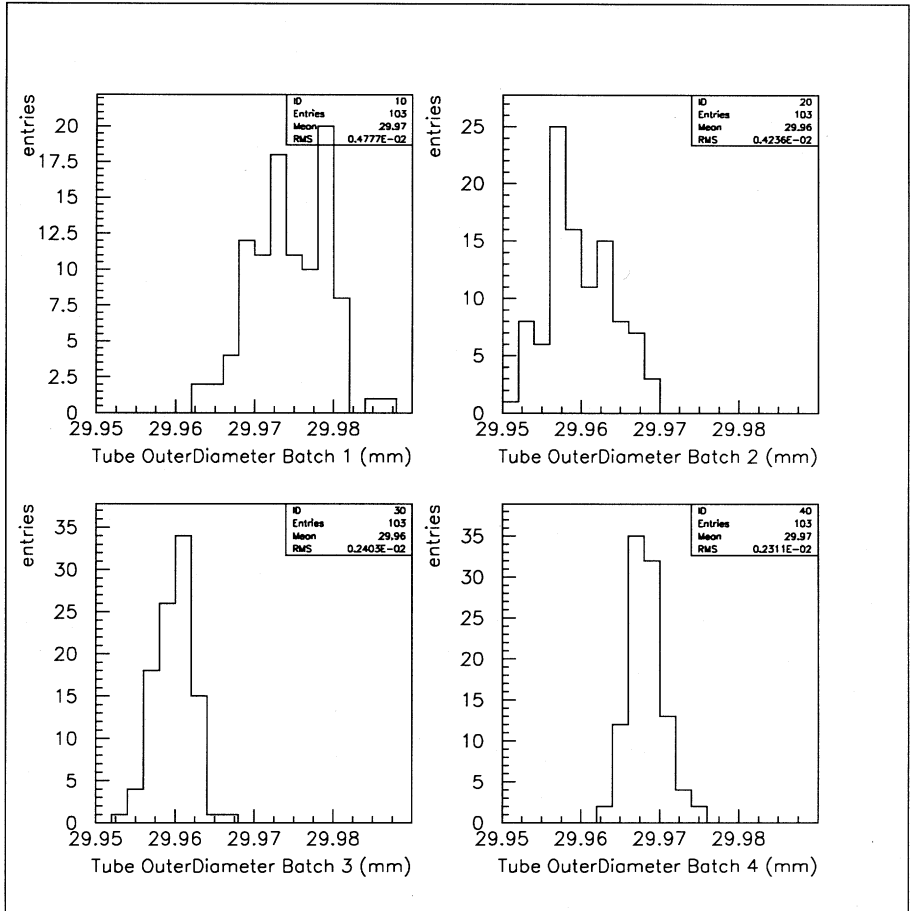


Рис. 3. Распределения наружного диаметра для различных партий поставляемых алюминиевых труб (спецификация 29.970 ± 0.020)

3 Измеритель толщины стенки

Для контроля толщины стенки алюминиевых труб дополнительно была создана также установка "G-40", позволяющая проводить автоматические измерения ультразвуковым методом с точностью ± 3 мкм. Толщина стенки измеряется на расстоянии 10 - 15 мм от края трубки в 20 точках по окружности от 0 до 360 градусов.

Основным элементом данной установки является ультразвуковой измеритель PANAMETRICS 25DL [3], предназначенный для измерения толщины материала, в случаях, когда нет удобного доступа к обеим поверхностям измеряемого объекта.

Конструктивно установка выполнена аналогично описанной выше "G-50". На оптической скамье размещаются подставки для измеряемой трубки и шаговый мотор M1 для поворота трубки во время измерения. На краю скамьи расположен трансдюсер измерителя, перемещаемый к измеряемой трубке шаговым мотором M2, и система подачи воды в трансдюсер и зазор между ним и измеряемым объектом. Измеритель PANAMETRICS посредством коммуникационного порта RS232 соединен с персональным компьютером, с которого также идет управление всеми моторами, электроклапаном подачи воды и водяным насосом.

Вся процедура измерения автоматизирована. С момента старта открывается электроклапан подачи воды в трансдюсер измерителя. Одновременно включается насос откачки вытекающей из зазора воды обратно в емкость. Трансдюсер поднимается шаговым мотором M2 в требуемое для измерения положение, после чего происходит измерение толщины стенки. Шаговый мотор поворачивает трубку вокруг своей оси от 0 до 360 градусов, останавливаясь в 20 точках для проведения измерений. Результаты измерений автоматически записываются в базу данных.

4 Заключение

Предложенный стенд позволяет проводить автоматические измерения наружного диаметра и толщины стенки алюминиевых труб с высокой точностью за время порядка одной минуты. Благодаря своим характеристикам, производительности и удобству в обращении данное оборудование пригодно для контроля геометрических параметров алюминиевых труб дрейфовых детекторов в условиях массового производства и используется на участке сборки детекторов мюонного спектрометра установки ATLAS.

Список литературы

- [1] ATLAS Muon Spectrometer Technical Design Report CERN LHCC 97-22.
- [2] LASER GAUGE ILS35XY/200, User's manual.
- [3] ULTRASONIC THICKNESS GAUGE 25DL, Instruction manual.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 сентября 2001 года.

Ванча Д. и др.

P13-2001-202

Стенд для прецизионного измерения геометрических параметров
алюминиевых трубок

Представлен стенд для контроля внешнего диаметра и толщины стенки алюминиевых трубок, используемых при сборке дрейфовых детекторов установки ATLAS (LHC, CERN). Измерение наружного диаметра производится бесконтактным оптическим способом, а толщины стенки — ультразвуковым. Система позволяет измерять внешний диаметр и толщину стенки алюминиевых трубок с точностью 3 мкм. Процесс измерения автоматизирован и связан с производственной базой данных.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В.П.Джелепова ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2001

Перевод авторов

Oansea D. et al.

P13-2001-202

Test Station for Measuring Aluminum Tube Geometrical
Parameters

A test station for quality control of aluminum tube outer diameter and wall thickness is presented. The tested tubes are used for drift detector assembly of ATLAS (LHC, CERN) muon system. The outer diameter and wall thickness of aluminium tubes are measured by means of noncontact optical and ultrasonic methods respectively with the accuracy of 3 μm . The testing process is automatic and interacts with the production data base.

The investigation has been performed at the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2001

Редактор М.И.Зарубина. Макет Н.А.Киселевой

Подписано в печать 19.10.2001
Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. л. 0,51
Тираж 335. Заказ 52912. Цена 51 к.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
Дубна Московской области