



*The given system of measuring and providing of TK quality of RUP "BMZ" pipe rolling allows not only to control the quality of finished production but to control the technological process of the seamless pipes production as well.*

Д. Н. АНДРИАНОВ, РУП «БМЗ»

УДК 621.774

## СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ ПРИ ИХ ПРОШИВКЕ И ПРОКАТКЕ

В настоящее время изготовители бесшовных труб все больше сталкиваются с повышенными требованиями к качеству труб различного назначения.

Для обеспечения последовательного производства и поставки труб высокого качества необходимы хорошо продуманные системы базовой автоматизации, последовательное управление технологическими процессами на всех стадиях производства и система отслеживания материала от участка подготовки заготовок до участка отгрузки готовой продукции.

Для контроля качества продукции и обеспечения возможности корректировки технологического процесса важную роль играет наличие сквозной системы обеспечения качества. На строящемся трубопрокатном комплексе РУП «БМЗ» в состав данной системы на участке прошивки заготовки и прокатки труб (горячей части) будут входить следующие подсистемы.

1. Оборудование измерения длины и взвешивания заготовок при их подготовке к нагреву. Трубная заготовка со склада помещается на измерительный мост, после периода успокоения заготовка автоматически взвешивается и определяется ее длина. После измерения полученные данные автоматически передаются через интерфейс в пульт локального управления (ПЛУ) участка подготовки заготовок, а затем в центральную систему обеспечения качества трубопрокатного комплекса (ТК).

После проведения операции трубная заготовка режется на мерные длины в зависимости от типоразмера готовой продукции. Затем заготовки повторно взвешиваются с фиксацией полученных данных в системе обеспечения качества ТК и на ПЛУ. На этом участке необходимое время измерения будет занимать примерно 5 с с точностью  $\pm 1$  кг.

2. Система контроля температуры заготовок. Для получения высококачественной трубной продукции необходимо постоянно контролировать ее температуру на всех основных участках трубопрокатного стана. Для этого трубопрокатный комплекс РУП «БМЗ» оснащен достаточным количеством измерительного оборудования. Температура контролируется инфракрасными пирометрами с электронной системой измерения и автоматической системой передачи данных в ПЛУ участка и центральную систему контроля качества ТК.

Температура измеряется при выдаче заготовок из печи с вращающимся подом, в зоне выхода гильзы из косовалкового прошивного стана, перед раскатным станом PQF. Температура на каждом участке определяется не менее чем в пяти точках и рассчитывается как среднее значение этих измерений. Точность составляет  $\pm 1\%$  максимального значения.

3. Система контроля температуры оправок стана PQF. Превышение этой температурой заданного значения может вызвать не только резкое сокращение срока службы дорогостоящего прокатного инструмента, но и способствовать появлению дефектов на внутренней поверхности трубы. Температура оправок в системе их циркуляции контролируется инфракрасным пирометром с электронной системой изменения и передачи данных с точностью  $\pm 5\%$  максимального измеренного значения.

4. На участке технологической линии после извлекателя оправок температура гильзы трубы еще раз измеряется с точностью  $\pm 1\%$  для дальнейшего пересчета измеренных значений толщины стенки горячей трубы в толщину стенки в холодном состоянии. На этом же участке устанавливается система лазерного измерения длины. Принцип работы системы основан на доплеровском эффекте. Во время прохождения трубы на ее

поверхность подают два лазерных луча. Фиксируется изменение частоты отраженного света. Длина трубы определяется с высокой точностью ( $\pm 0,2\%$ ), при этом максимальное отклонение действительной и измеренной длины не превышает  $\pm 10$  мм.

При использовании, для выравнивания температуры трубы перед редуционно-калибровочным станом РРС, подогревательной индукционной печи температура трубы дополнительно контролируется до и после индуктора.

5. Главным участком, обеспечивающим контроль качества продукции, является установка измерения толщины стенки, длины и температуры поверхности трубы после стана РРС. На этом участке практически завершается производство черновой трубы (за исключением технологической операции ее остывания на холодильнике) и контроль здесь служит обратным сигналом системы для возможной корректировки технологического процесса. Ее основой является одноканальная система «Lasus» – система измерения толщины стенки трубы (рис. 1).

Система «Lasus» – ультразвуковая лазерная система, работающая по принципу измерения времени прохождения ультразвукового отраженного сигнала. На основе известной скорости звука толщина стенки рассчитывается по времени прохождения ультразвукового импульса через стенку трубы. Подача ультразвукового импульса во время измерения толщины стенки выполняется бесконтактно оптическими методами.

Высокоэнергичные световые импульсы, создаваемые «лазером возбуждения», направленным на подлежащую измерению горячую трубу, поглощаются поверхностью трубы и приводят к испарению микронного слоя поверхности. По принципу сохранения энергии этот вызывающий испарение импульс создает ультразвуковой сигнал, входящий в стенку трубы перпендикулярно ее поверхности.

После отражения от внутренней поверхности ультразвуковой импульс, как и в традиционных ультразвуковых методах измерения толщины, создает вибрацию на наружной поверхности трубы. Эти вибрации измеряются бесконтактно вторым «освещающим лазером», использующим для измерения доплеровский эффект.

Ультразвуковые импульсы и вибрации на наружной поверхности трубы приводят к частотной модуляции светового луча, созданного лазером, работающим в непрерывном режиме. Таким образом, отраженный модулированный световой



Рис. 1. Система «Lasus»

луч является «носителем» ультразвукового сигнала и содержит информацию о толщине стенки.

С помощью специального оптического интерферометра, служащего демодулятором, ряд ультразвуковых эхо-сигналов извлекается из отраженного светового луча.

Дальнейшее усиление и оценка ультразвукового сигнала реализованы при помощи традиционных электронных систем.

Диапазон измерения охватывает весь сортимент трубной продукции РУП «БМЗ», точность зависит от толщины стенки трубы и составляет  $\leq \pm 0,1$  мм при толщине стенки до 20 мм и  $\leq \pm 0,2$  мм при толщине стенки до 32 мм.

Графическое и цифровое представление результатов измерения осуществляется на дисплее измерительной системы, размещенном в посту управления редуционно-калибровочным станом. Параллельно результаты также выдаются на дисплеи в постах управления косовалкового прошивного стана и стана PQF, а также передаются на центральные системы управления качеством ТК и управления технологическим процессом ТК. Кроме рассмотренной системы «Lasus», на данном участке имеется оборудование для измерения температуры и длины трубы, аналогичное описанному выше.

После каждой изготовленной трубы на дисплей выдается кривая толщины стенки как профиль по всей длине трубы (рис. 2) и приводятся рекомендации по корректировке технологического процесса, если в этом возникает необходимость.

Все измеренные значения передаются в центральную станцию контроля качества ТК, где они вводятся в базу данных. Все данные могут

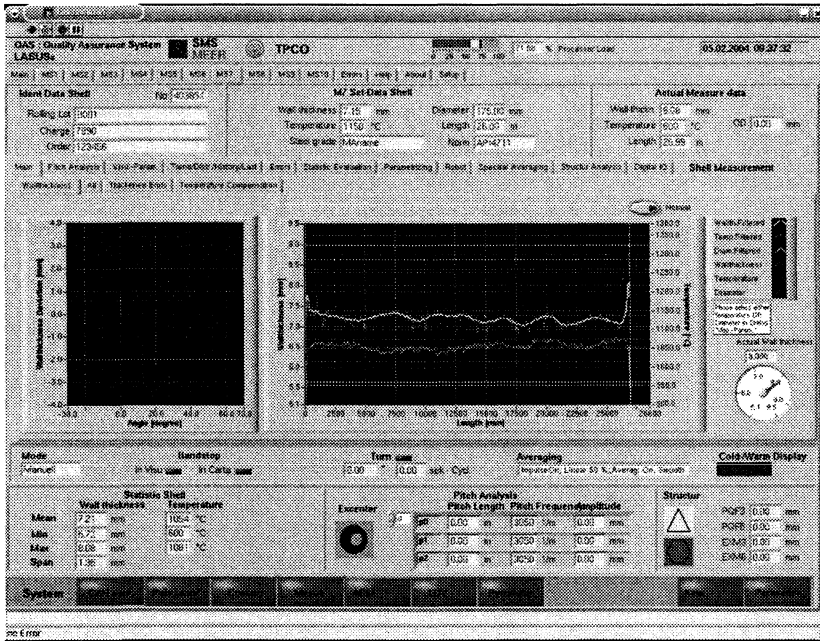


Рис. 2. Оценка и хранение измеренных значений

быть идентифицированы по информации о прокатной партии и ключевым измеренным значениям.

Рассмотренная в данной работе система измерения и обеспечения качества ТК строящегося трубопрокатного производства РУП «Белорусский металлургический завод» дает возможность не только оперативно контролировать качество готовой продукции, но и управлять в реальном времени технологическим процессом производства бесшовных труб. Эта функция системы позволит значительно быстрее освоить производство бесшовных труб с самыми высокими качественными характеристиками.