

**Ю. А. БАЛЕНОК**

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (Жлобин, Беларусь)

## **ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ МАКРОСКОПИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ МЕТАЛЛА**

### **Аннотация**

В статье описано применение установки ультразвукового контроля методом погружения для определения макроскопической степени чистоты металла и сплавов, применяемых в условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».

**Ключевые слова:** ультразвуковой контроль, макроскопический анализ, дефект, современный контроль, качество металла.

В решении задач обеспечения качества продукции важное место принадлежит неразрушающему контролю. Но есть граничные задачи, в которых контроль становится не совсем неразрушающим. Одной из таких задач, является определение степени макроскопической чистоты проката ультразвуковым методом. Степень загрязненности стали неметаллическими включениями оказывает значительное влияние на прочностные характеристики металла и его эксплуатационные свойства. Традиционно этот параметр определяют через изучение излома методом синеломкости (метод «синего излома»). Исследование методом «синего» излома включает в себя следующие операции:

Образец для испытания представляет собой срез, толщина (например, от 5 до 20 мм) которого зависит от размеров изделий; при этом толщина измеряется параллельно продольному направлению, а отбор среза проводится посредством горячей или холодной резки. Рекомендуемая толщина составляет 10 мм.

После нормализации, если это требуется, образец для испытаний должен находиться в одном из следующих состояний:

- образец должен быть нагрет горячим воздухом так, чтобы на момент начала испытания металл находился на уровне температуры синеломкости (от 300 до 350 °С), или

- образец должен находиться в изломленном состоянии при температуре охлаждающего воздуха, а два образца должны в последствии нагреваться до температуры синего излома [1].

При этом оценивается единичное сечение, что дает крайне мало информации для оценки. Альтернативным методом исследования является ультразвуковой контроль заранее подготовленных образцов. Одним из способов ультразвукового контроля макровключений является метод погружения в иммерсионную ванну.

Оценке подлежит круглый сортовой прокат диаметром 20 – 160 мм. Микроструктура, испытываемые участки и все поверхности, используемые для

отражения, должны быть в таком состоянии, которое обеспечит проведение испытания согласно выбранному классу чувствительности: соотношение сигнал/шум не менее 10 дБ. Размер зерна в центре сечения испытательного образца должен быть не крупнее пятого номера согласно ASTM E112. Допускается термообработка испытательных образцов до обработки поверхности. Оценка величины зерна проводится на двух образцах, отобранных от разных прутков. Поверхность образца должна быть обработанной до состояния шероховатости не хуже Ra 2 мкм. После обработки диаметр образца должен составлять не менее 95 % исходного диаметра. На образце должны быть центровочные отверстия. Глубина центровочных отверстий не должна превышать 15 мм. Длина обработанных образцов:

- для  $\varnothing 100$  мм и менее, должна составлять  $430 \pm 2$  мм;
- более  $\varnothing 100$  мм, должна составлять  $330 \pm 2$  мм.

Не допускается проведение испытаний на необработанных или защищенных прутках.

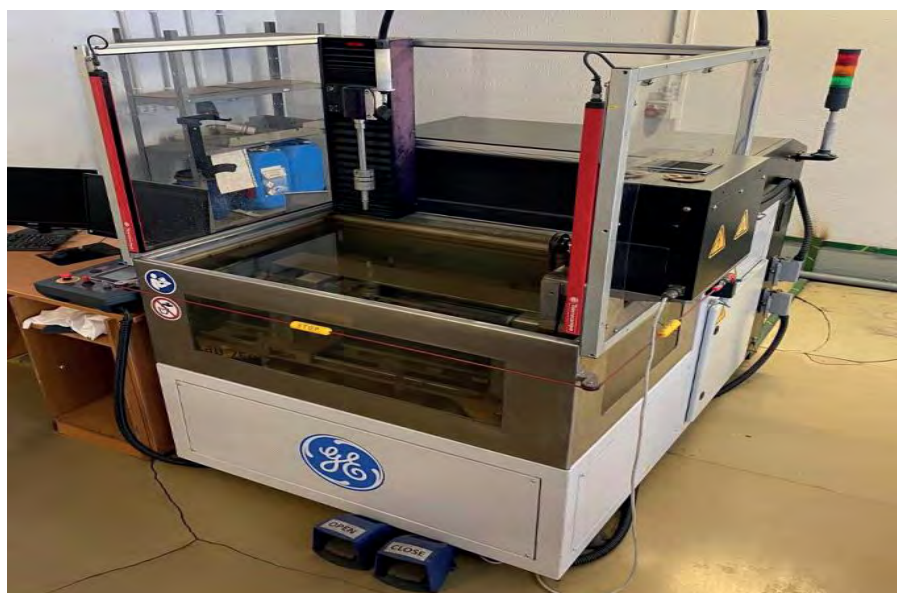


Рис. 1. Ультразвуковая установка UTS-750

Ультразвуковая установка UTS-750 (рис.1) предназначена для проведения оценки степени макроскопической чистоты проката с помощью ультразвука методом погружения. В качестве ультразвукового устройства используется многоканальный дефектоскоп USIP 40 в блочном исполнении. Программирование прибора, а также весь процесс испытания осуществляется через ПК.

Испытание выполняется с использованием обычного погружного датчика. Необходимо использовать плоский, круглый, одиночный, пьезоэлектрический преобразователь с рабочим диаметром  $6,3 \pm 0,3$  мм, номинальной частотой 10 МГц. В качестве контактной среды используется вода, которая находится в резервуаре. Исследуемые образцы помещаются в наполненный водой резервуар и зажимаются во вращающихся центрах. Нижняя часть датчика также

погружается в воду, при этом расстояние между поверхностью датчика и поверхностью исследуемого образца должно составлять 40 – 45 мм.

При первичной проверке того или иного типа деталей определяются настройки ультразвукового дефектоскопа и области сканирования. Необходимые параметры получают в режиме наладки. В процессе работы оператор может перемещать оси резервуара с помощью панели управления или через соответствующую программу управления на ПК. Полученные параметры сохраняются в специальном файле на компьютере оператора для дальнейшего использования.

При повторном исследовании деталей аналогичного типа сохраненный набор параметров загружается в систему и далее требуется, как правило, контролировать/модифицировать только контрольное усиление и положение контрольных стробов. В ходе исследования образец вращается вокруг своей продольной оси, а контрольный зонд с постоянной скоростью перемещается вдоль оси X (передней/задней бабки). Параметры сканирования загружаются в систему управления с компьютера оператора. Рассчитанные параметры в режиме реального времени отображаются на экране компьютера оператора в виде С-разверток. После завершения сканирования их можно сразу проанализировать прямо на компьютере управления или переместить для анализа в другой компьютер, на котором установлен модуль «KScan». Результаты могут быть задокументированы в виде протоколов испытаний с указанием параметров ультразвука и сканирования, также можно приложить к протоколу скриншоты С-разверток.

Для настройки оборудования необходимы контрольные образцы (далее КО). Качество последующих испытаний напрямую зависит от качества выполненной настройки оборудования. Поэтому к качеству КО предъявляются особенно высокие требования. Свойства поверхности и параметры геометрии эталонных контрольных объектов должны соответствовать более высоким требованиям, чем исследуемые образцы. Для настройки используются контрольные образцы из материала, акустические свойства которого должны быть сравнимы с аналогичными свойствами исследуемого материала. КО должен содержать плоскодонные отражатели диаметром 1 мм. В исследуемой зоне должно содержаться не менее четырех, равномерно распределенных по глубине, плоскодонных отверстий диаметром 1 мм. Отверстия должны быть расположены на продольной оси образца на расстоянии не менее 20 мм друг от друга. Глубина отверстия не менее 3 мм.

Диаметр контрольного образца должен быть максимально близким к диаметру испытательного образца, разница не должна превышать  $\pm 20\%$ . Качество поверхности образца не хуже Ra 1мкм. Исполнение КО может быть выполнено в таком виде как показано на рисунке 2.



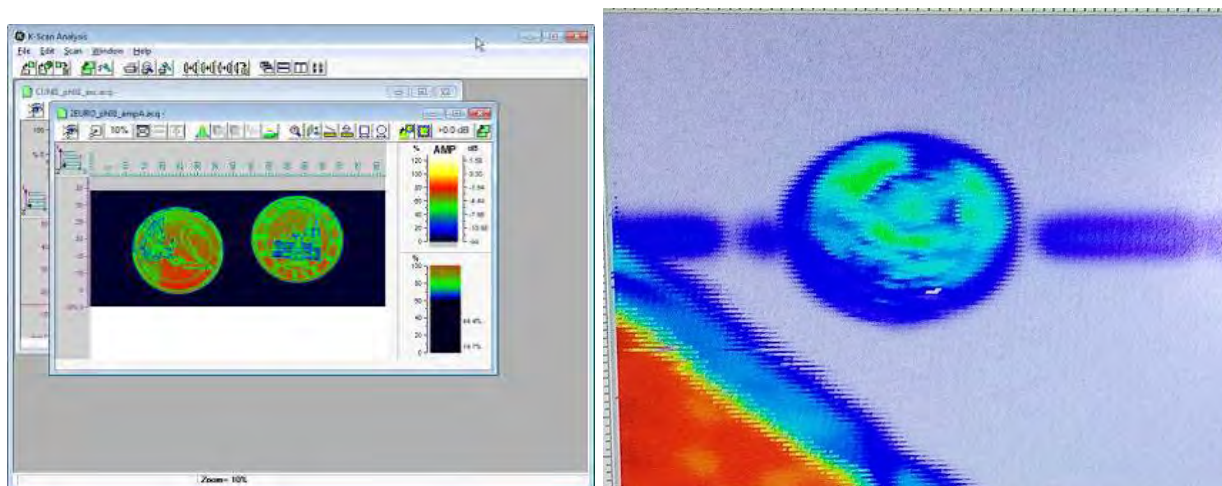


Рис. 4. Контроль монет

Вывод: ультразвуковой контроль для оценки макроскопической чистоты металла является прогрессивным, информативным и качественным методом. Благодаря значительно большему объему исследований, оценка качества всей плавки становится значительно более точной и объективной. Данный метод контроля позволяет работать с международным стандартом SEP 1927, с самыми жесткими требованиями и допускает небольшую протяженность несплошности не более 5 мм, либо отсутствие каких-либо дефектов. Для предприятий появляется возможность улучшить качество изделий и выйти на новые рынки сбыта. На территории СНГ имеются 2 ультразвуковые установки для контроля макроскопической степени чистоты металла, одна в Беларуси, на всем континенте Евразии таких установок насчитывает не более десяти. Данный метод контроля можно использовать для обнаружения дефектов подшипников, деталей машин, тракторов, агрегатов и узлов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куренкова, Т. П. Основные методы контроля неметаллических включений в стали, используемые в ЦЗЛ ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» / Т. П. Куренкова // Литейное производство и металлургия, 2017. Беларусь : сборник трудов 25-й Международной научно-технической конференции, Минск, 18-19 октября / под общ. ред. Е. И. Маруковича. - Минск : БНТУ, 2017. - С. 189-193.
2. SEP 1927. Ультразвуковой метод испытания путем погружения для определения макроскопической степени чистоты катаного или кованого стального проката. 2-е издание. август 2010г. 13 с.

Контакты:

[lnk.otk@bmz.gomel.by](mailto:lnk.otk@bmz.gomel.by) (Баленок Юрий Александрович)