

**УДК 620.179.16**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ КОЛЬЦЕВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЛАВНОГО ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ТРУБОПРОВОДА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ВВЭР-1000**

Юречко Александр Степанович

*Студент 6 курса*

*кафедра «Технологии сварки и диагностики»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.Л. Ремизов,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

Автоматизированный ультразвуковой контроль (АУЗК) является наиболее распространенным способом НК в отрасли энергетики. Повышение требований к качеству, увеличение скоростей основных технологических операций, информативности и достоверности контроля, обусловили повышение уровня автоматизации УЗК и разработку советующих требований НТД [1,2]. Использование подобных систем применительно к кольцевому сварному соединению (СС) главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ), как показано в [3], позволяет обеспечить его безопасную и надежную эксплуатацию. При этом эффективность таких систем, как следует из [3], во многом зависит от применяемых технологий и реализованных схем контроля.

Ранее в [5] было обозначено, что текущая технология АУЗК ГЦТ СС подразумевает использование многопроходной схемы, что негативно влияет на производительность контроля. Для её замены, в [5] была предложена технология, подразумевающая использование многоэлементных преобразователей. Для них в схеме контроля, предусмотрено использование: преобразователей для контроля отслоения антикоррозионной наплавки от основного материала (центральный преобразователь), который также используется для принятия сигнала, сформированного в результате рассеивания и дифракции поперечной волны от вертикально ориентированной трещины; преобразователи для контроля СС прямым лучом; преобразователи для контроля СС однократно отраженным (ОО) лучом. Последние два типа расположены симметрично относительно оси СС в радиальном направлении секции трубы.

Для реализации схемы с ОО лучом по [4], рассмотрим процесс распространения акустических волн на границе раздела основного перлитного металла и плакирующего слоем из аустенитного материала (см. рис.1). По закону Снеллиуса [7], при падении наклонного пучка акустических волн на границу с антикоррозионной наплавкой произойдет преломление акустических волн, что вызовет их дополнительное рассеивание в зоне наплавки. Это, в свою очередь, может привести к дополнительному уменьшению амплитуды регистрируемого ОО эхо-сигнала, что может привести к снижению достоверности выявления вертикальных поверхностных и подповерхностных трещин.

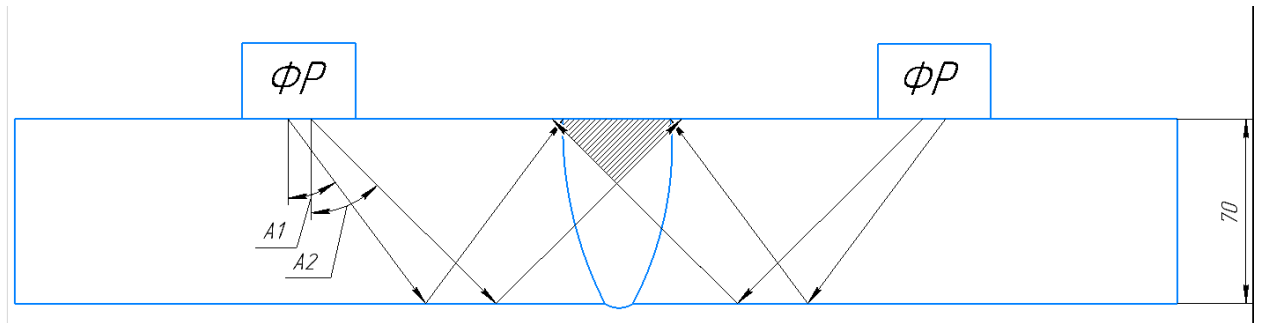


Рисунок а

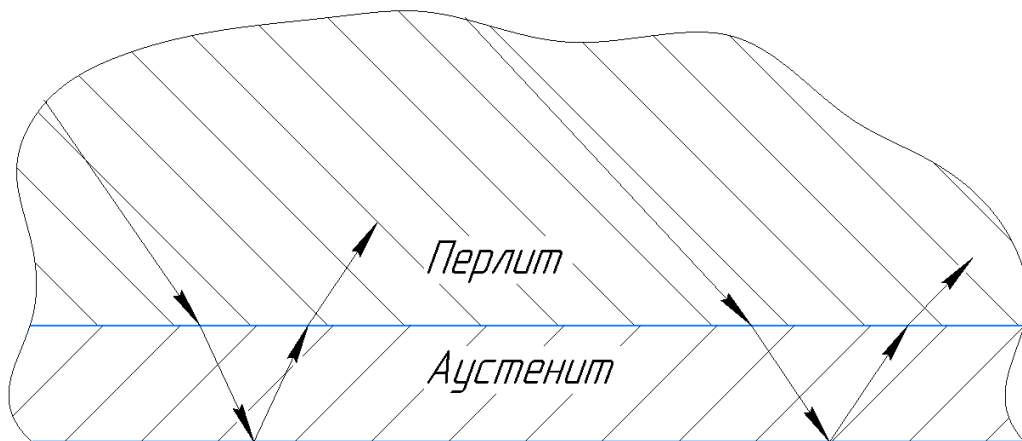
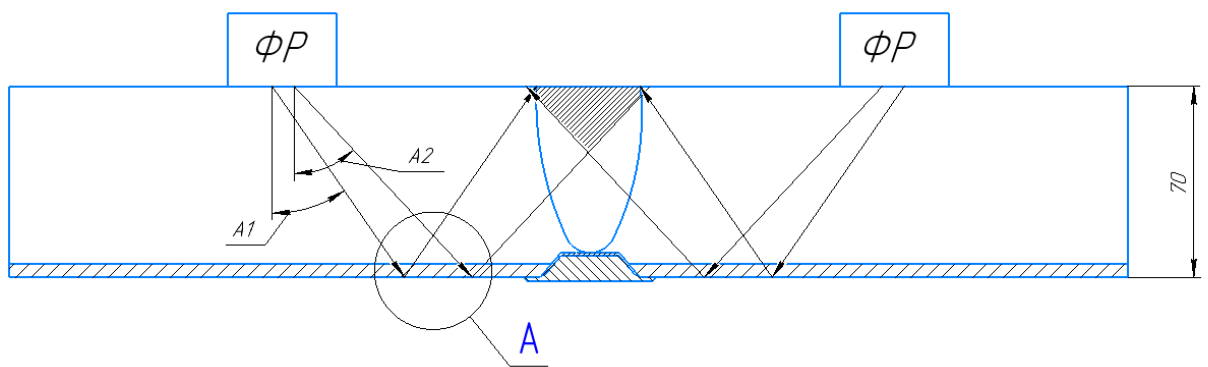


Рисунок б

Рисунок 1 – Распространение фронта акустических волн в перлите (а), перлит – аустенит(б)

Поэтому, целью данного исследования, стало изучение вопроса распространения наклонного фронта акустических волн при прохождении границы раздела перлитной основы СС и плакирующего слоя.

Для изучения обозначенных выше особенностей были выполнены предварительные исследования изменения амплитуды ОО эхо-сигнала от отражателей по [4]. На основании полученных данных расчёта и эксперимента была получена соответствующая корректировке чувствительности регистрируемого эхо-сигнала. Исследования были выполнены с использованием стандартного СО-2 по [4] и

разработанного в АО ЦНИИТМАШ экспериментального образца ЭО-2 на одной, из поверхности которой выполнена аустенитная наплавка из стали 08X18HE10Г2Б. Габаритные размеры исследованных образцов и выполненных в них отражателей – одинаковы. Для имитации используемого в предложенной технологии секторного сканирования был использован следующий набор ПЭП: 40°, 45° и 50°.

Исходя полученных данных, были даны рекомендации по корректировке чувствительности, позволяющего уверенно выявить все исследованные искусственные отражатели. Можно утверждать, что использование полученных корректировок чувствительности позволит обеспечить стабильное выявление поверхностных и подповерхностных трещины, появляющиеся при эксплуатации ГЦТ.

### **Литература**

- 1 НП – 105 – 18 Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже. М. 2018.
- 2 НП – 104 – 18 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок». М. 2018
- 3 Найда В.В., Олейник Ю.А., Гоголя А.Н. Автоматизированный УЗК металлургической продукции в условиях массового производства на примере разработок ИЭС им. Е. О. Патона
- 4 ГОСТ Р 55724 – 2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. М.: Издательство Стандартов, 2013
- 5 Юречко А.С. Обзор технологий автоматизированного ультразвукового контроля стыкового кольцевого соединения главного циркуляционного трубопровода, реакторной установки ВВЭР – 1000. 2020.
- 6 Щербинский В.Г., Алешин Н.П. Ультразвуковой контроль сварных соединений. 2000. Москва. Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана. 3-е издание.
- 7 И.Н. Ермолов, М.И. Ермолов. Ультразвуковой контроль. Учебное пособие для специалистов первого и второго уровня квалификации. 2003. Москва. 209 стр.