

УДК 620.179.16
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА
СКОРОСТЬ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛН,
ВВОДИМЫХ НОРМАЛЬНО КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦА

А. Р. БАЕВ, Г. Е. КОНОВАЛОВ, А. Л. МАЙОРОВ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Как показывают результаты исследований, при проведении ультразвукового контроля механических напряжений в зоне сварного шва металлоизделия с крупнозернистой структурой затруднительно обеспечить необходимую чувствительность измерительного акустического тракта. В особенности является проблематичным зондирование объекта подповерхностными волнами, возбуждаемыми под первым и вторым критическим углом. Хотя именно продольная головная волна является наиболее чувствительной к наличию механических напряжений вдоль направления распространения. Данный факт, несмотря на достоинства данного метода применительно к контролю значительного числа объектов, включая односторонний ввод-прием ультразвука, большую базу прозвучивания L , нивелирование влияния акустического контакта на точность измерений и др., ограничивает его применение по чувствительности.

Однако при контроле ряда ответственных металлоизделий имеется возможность осуществлять ввод (прием) ультразвука с торцевой поверхности изделия, а принимать (вводить) сигнал со стороны образующей поверхности объекта (рис. 1). К таким объектам контроля следует отнести стыковые соединения листовых деталей, выполненных электроискровой и электродуговой сваркой, сваркой с перемешиванием, сваркой взрывом и сваркой трением. При этом, как будет показано ниже, использование предложенной схемы прозвучивания позволяет на порядок и более повысить чувствительность измерительной схемы, когда источник (приемник) излучения расположен на торцевой поверхности стержня, листа и др. Ограничением на использование предложенного способа могут служить такие факторы, как отсутствие хорошо обработанного торца изделия или его небольшая толщина, препятствующая формированию поля объемной моды.

Исходя из анализа предварительно полученных данных о параметрах формируемого поля объемных подповерхностных волн на базовой поверхности объекта и в объеме, можно ожидать, что при оптимальном расположении преобразователей на указанных рабочих поверхностях чувствительность метода можно не только существенно повысить, но и выровнять для принимающих (излучающих) преобразователей ПЭП-2 и ПЭП-3. Амплитуды акустических сигналов на этих преобразователях – $A_2 \rightarrow A_3$.

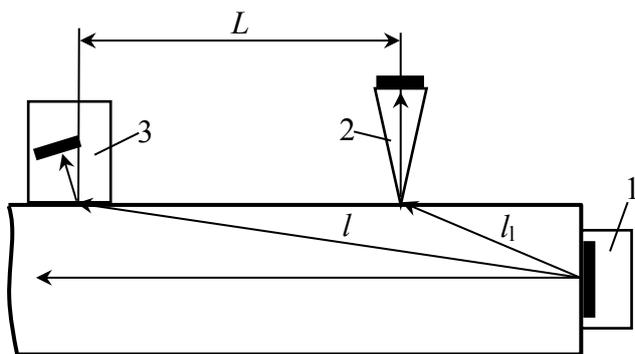


Рис. 1. Схема измерений напряженного состояния объекта при одноосном напряжении и вводе сдвиговых и продольных волн нормально контактной поверхности: 1 – излучающий нормальный ПЭП; 2 – приемный малоапертурный ПЭП; 3 – приемный наклонный

Другое важное преимущество предложенной схемы прозвучивания состоит в том, что вследствие существенного отличия механизма возбуждения сдвиговой моды, вводимой нормально к контактной поверхности с помощью преобразователя 1, представляется возможным практически исключить влияние шумового фона сопутствующей поверхностной акустической волны на приемных преобразователях.

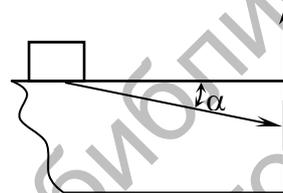
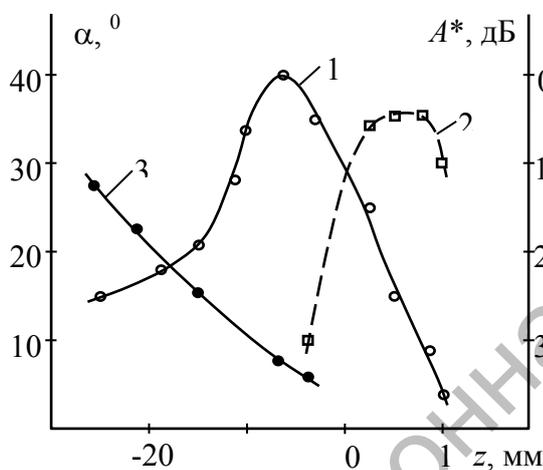


Рис. 2. Зависимости нормализованной амплитуды поперечной волны (1), шумового фона (2) и угла приема волны (3) от координаты положения излучателя относительно поверхности приема

Из рис. 2. видно, что оптимальный выбор величины z позволяет на десятки дБ повысить чувствительность измерительного тракта.

На рис. 3. приведены данные сравнения результатов измерения с помощью стандартного метода и предложенного в настоящей работе. Как видно, их различие не превышает ошибки эксперимента. Кроме того, метод позволяет фиксировать изменения фазы сигнала, вызванное напряжениями.

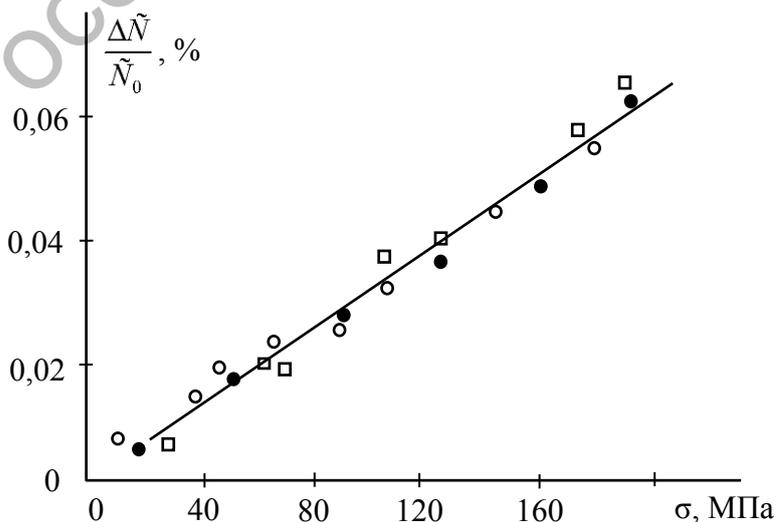


Рис. 3. Экспериментальные зависимости изменения скорости продольной волны от напряжения, измеренные при вводе продольных и сдвиговых волн нормально поверхности путем двустороннего прозвучивания (●) и предложенным