

ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПЕРВОГО РОДА НА АМПЛИТУДУ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА, ОТРАЖЕННОГО ОТ СТАНДАРТНЫХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Василий Дмитриевич Соколов

Студент 5 курса,
кафедра «Технологии сварки и диагностики»
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: А.А.Дерябин,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии сварки и диагностики»

В настоящее время активно идет освоение территории за полярным кругом, где температура падает до -70 град С, поэтому становится актуальным неразрушающий контроль конструкций, строящихся и эксплуатирующихся в условиях низких температур.

В данной работе проведен анализ влияния низких температур (до минус 70 град. С) на чувствительность ультразвукового контроля. Проведены расчеты влияния низких температур на скорости продольной и поперечной волн, углов ввода волны, критических углов, коэффициентов прозрачности границ (плексиглас - сталь) как составляющих уравнения акустического тракта а также решена задача моделирования влияния изменения E на амплитуды принимаемых сигналов, отраженных от стандартных отражателей.

Теоретическая основа.

Известно, что изменение температуры влечет за собой изменение модуля упругости (модуля Юнга), а значит изменение скоростей распространения ультразвуковых волн (1) - (2).

$$C_l = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}} \approx \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

$$C_t = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}} \quad (2)$$

где E – модуль Юнга, ρ – плотность материала.

Изменение скоростей волн, согласно закону Снеллиуса (рис. 1) и (3), приводит к изменению углов ввода волны в объект контроля.

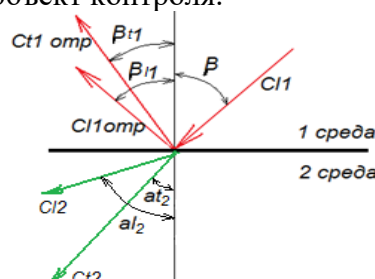


Рис. 1. Отражение, преломление и трансформация УЗ волн на границе двух сред

$$\frac{C_{l1}}{\sin(\beta)} = \frac{C_{t2}}{\sin(\alpha_{t2})} = \frac{C_{l2}}{\sin(\alpha_{l2})} = \frac{C_{l1omp}}{\sin(\beta_{l1})} = \frac{C_{t1omp}}{\sin(\beta_{t1})} \quad (3)$$

В результате изменения параметров (1) – (3) влияет на амплитуду принимаемого сигнала от сферического отражателя (рис.2), от бокового сверления(рис.3), от «зарубки»(рис.4).

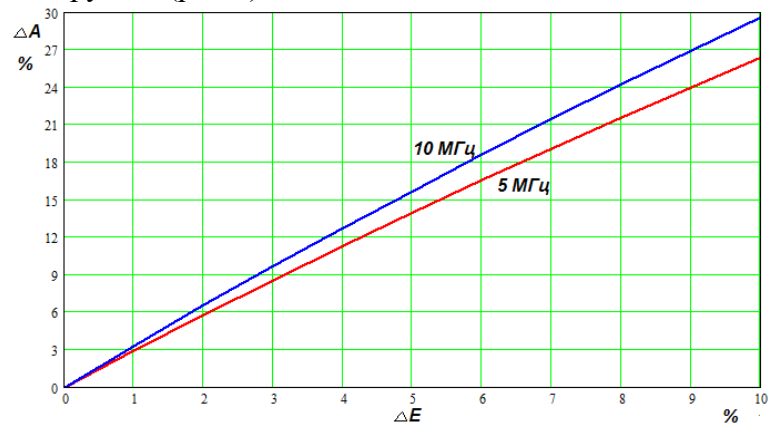


Рис.2. Влияние изменения модуля упругости ΔE на амплитуду принимаемого сигнала от сферического отражателя

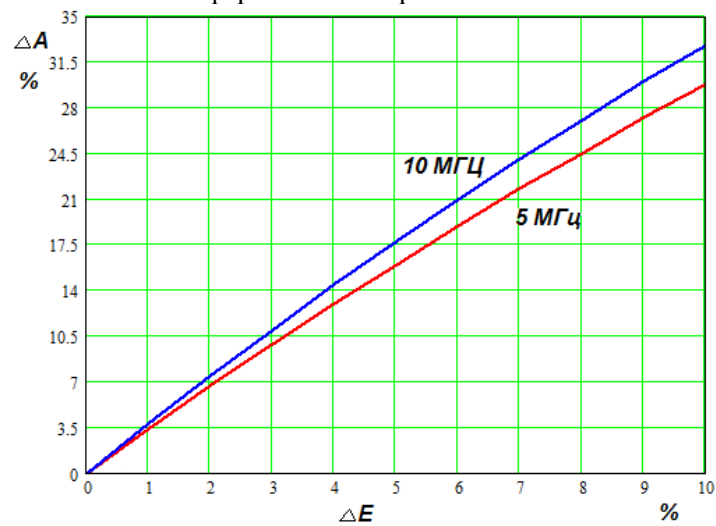


Рис.3. Влияние изменения модуля упругости ΔE на амплитуду принимаемого сигнала от бокового сверления

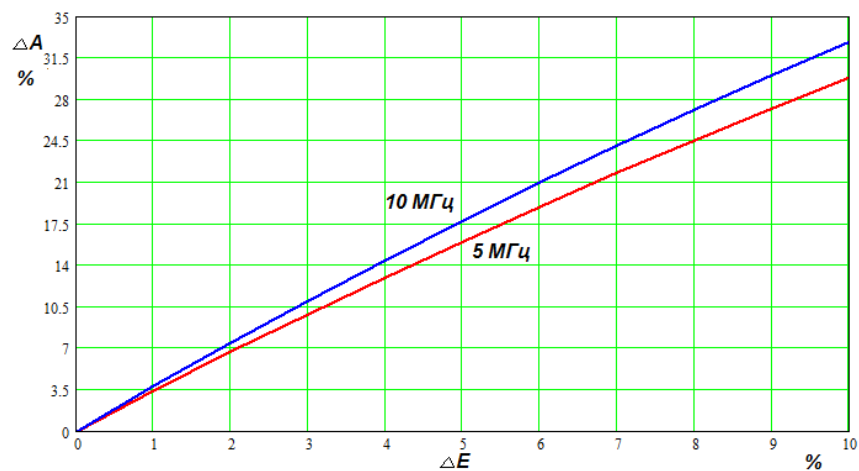


Рис.4. Влияние изменения модуля упругости ΔE на амплитуду принимаемого сигнала от «зарубки».

Проведенный расчет влияния изменения модуля упругости ΔE на амплитуду принимаемого сигнала от сферического отражателя показал, что при изменении модуля

упругости на 10 % приводит к уменьшению амплитуды сигнала на 27% при боковом сверлении и «зарубки» 30%. Это необходимо учитывать при разработке методик проведения контроля сварных соединений в условиях низких температур.

Литература

1. *Бреховских Л.М.* Волны в слоистых средах/ 2-е изд., перераб. и доп.-М: Издательство «Наука», 1973.-343 с.
2. *Алёшин Н.П.* Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. 2-е изд., перераб. И доп. – М.:Машиностроение, 2013. -576 с.: ил.
3. Методы акустического контроля металлов / Н.П. Алёшин, В.Е. Белый, А.Х. Вовилкин и др.: Под ред. Н.П. Алёшина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с.
4. *Скучик Е.* Основы акустики. — М.: Мир, 1976. — Т. 1.- 451с.
5. *Кретов Е.Ф.* Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении /2-е изд., перераб. и доп.- СПб: Издательство "СВЕН", 2007.-296 с.