

УДК 620.192

*В.М. Богданов, студент гр. ПК-61м, к.т.н., доц. Баженів В.Г.
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

ДОСЛІДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КІСТОК ПЕРЕДПЛІЧЧЯ ПРИ ЗЛАМАХ

Анотація. В даній статті розглянуті особливості методів побудови ультразвукової системи для контролю зламу кісток передпліччя, та пошуку розмірів зміщення кісток при зламах. Реалізована дана система на сучасних електронних елементах, лінійній антенній решітці, в ролі активної групи якої використовується фазована антенна решітка. Для покращення достовірності контролю запропоновано випромінювання в двох напрямках на різних частотах. Запропонована система вирішує актуальне питання зменшення рентгенівського опромінення при зламах кісток передпліччя.

Ключові слова: ультразвукова система, злам кісток, фазована антенна решітка, лінійна антенна решітка, частота, рентгенівське опромінення.

ВСТУП

Контроль людських кісток завжди буде актуальною задачею. При зламах, забоях доводиться звертатися до рентгенівського методу контролю, а після операції при зламі кістки зі зміщенням інколи доводиться робити рентген і не один раз. До недоліків рентгенівського методу можна віднести велику ціну, неможливість переносу установки і потреба спеціальних приміщень.

Всім давно відомо, що рентгенівські промені заподіюють певну шкоду здоров'ю, вчені багато років намагаються знизити до мінімуму негативний вплив променів на організм людини.

Виникла необхідність в розробленні ультразвукової системи контролю людських кісток для зменшення отриманої дози опромінення рентгену при зламах чи забоях. Ультразвук немає таких наслідків як рентген, тому в даному докладі досліджується можливість контролю зламу та визначення величини зміщення при зламі ультразвуковою системою.

Пропонується ультразвукова система для експрес контролю або для попередньої діагностики зламу (Рис. 1), де 1 – передпліччя, 2 – променева кістка, 3 – ліктьова кістка, 4 – лінійна антенна решітка.

За допомогою цієї системи можливо визначати тріщини, а також її можливо використовувати для контролю зміщення при зламах. На відміну від рентгенівського методу, ультразвукова система може бути мобільною та використовуватися в польових умовах для експрес контролю.

Для реалізації такої системи пропонується використання лінійної ультразвукової антенної решітки. Відомо, що при випромінюванні ультразвукового променя паралельно до зламу його неможливо визначити, тому пропонується використовувати похиле введення променя. В цьому випадку активну групу лінійної антенної решітки пропонується використовувати як фазовану антенну решітку, це можливо враховуючи сучасний стан електронних компонентів.[1]

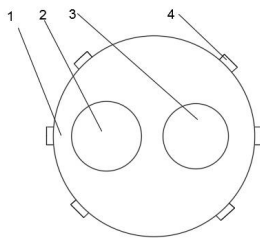


Рисунок 1. Схематичне зображення положення датчиків на передпліччі

Схема прозвучування пропонується такою – ми зміщуємо промінь лінійно, випромінювання під нахилом, а для підвищення ефективності, як було вказано вище, пропонується можливість зміни куту введення. Сканування пропонується поділити на 2 етапи – перший це пошук зламу кістки (рис. 2), де 1 – лінійна антенна решітка, 2 – злам кістки, 3 – об’єкт контролю. Другий етап це знаходження розміру зміщення (рис. 3), де 1 – лінійна антенна решітка, 2 – зміщення кістки, 3 – об’єкт контролю.[2]

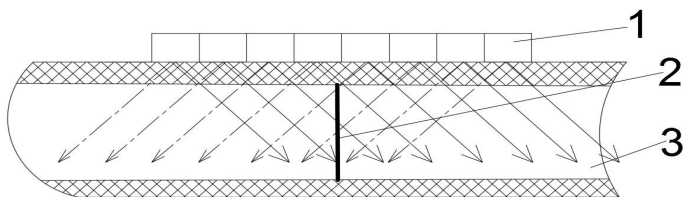


Рисунок 2. Схематичне зображення пошуку зламу.

Також у даній системі для підвищення достовірності контролю при похилому введенні променю пропонується випромінювання в двох напрямках одночасно у різних частотах 2.5 МГц та 4 МГц. В кожній активній групі використовується 16 елементів. Якщо буде потреба то є можливість використання кожної групи окремо.

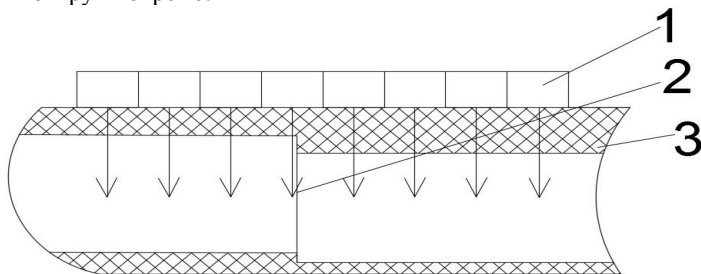


Рисунок 3. Схематичне зображення визначення величини зміщення кістки

Оскільки дефект який ми шукаємо має певну геометричну форму, тобто ми шукаємо тріщину, пропонується активні групи не накладати.

Виходячи з потреб проведено розрахунки антенних решіток (рис. 4).

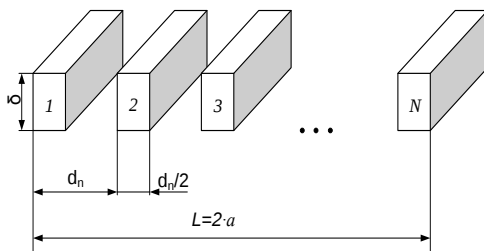


Рисунок 4. Антенна решітка

Кількість елементів 16

Період решітки:
$$d_n = \frac{\lambda_{ок}}{2} = \frac{C_{кістки}}{2 \cdot f} = 0,66 \text{ (мм)} \quad (1)$$

Ширина елементів решітки:
$$\frac{d_n}{2} = \frac{0,66}{2} = 0,33 \text{ (мм)} \quad (2)$$

Довжина антенної решітки:
$$L = n \cdot d = 16 \cdot 0,66 = 10,56 \text{ (мм)} \quad (3)$$

Висота елементів решітки:
$$\delta = \frac{\lambda_{чмс}}{2} = \frac{C_{чмс}}{2 \cdot f} = 0,66 \text{ (мм)} \quad (4)$$

Пропонується 8 активних груп по 16 елементів, тобто загальна довжина буде складати 8.5 (см), що задовольняє поставленим умовам.[3]

ВИСНОВКИ

Запропонована ультразвукова система для експрес контролю, або попередньої діагностики зламів кісток передпліччя та пошуку розміру зміщення при зламі є унікальною, і вирішує актуальне питання зменшення рентгеновського опромінення. Для реалізації запропоновано лінійну антенну решітку, активну групу якої використовувати як фазовану антенну решітку, для покращення достовірності контролю запропоновано випромінювання в двох напрямках на різних частотах. Також запропоновано зменшуючи кількість променів збільшити швидкодія.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чапенко В. К. Основи ультразвукового неруйнівного контролю: Підручник/ Чапенко В. К., Куц Ю. В. – К.:НТУУ «КПІ», 2010. – 448 с.
2. Шипулло М.Г. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике, Кн. 1/Высшая школа. – Москва, 1995. – 240 с.
3. Сухоруков В.В. Неразрушающий контроль / Высшая школа. – Москва, 1991. – 283 с.