

«Сейфуллин окулары-18(2): «XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации» - 2022.- 2022.- Т.І, Ч.ІІІ. - С.141-143.

СКАНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ МЕТОДОМ ФАЗИРОВАННОЙ РЕШЕТКИ

Сулеймен А. магистрант 2-го курса

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан

В настоящее время для сканирования объектов используют приборы, использующие различные виды оптического излучения для получения информации о поверхности сканируемого объекта. Однако существуют детали, которые сложно сканировать: это гладкие поверхности, лазерный луч от которого не рассеивается, а отражается. Поэтому в настоящее время актуальной является задача поиска методов сканирования использующие другие физические принципы, например ультразвуковые волны. Этот тип волн может распространяться в жидких и газообразных средах, что позволяет применить их свойства отражения для о получения информации об изучаемом объекте.

Одним из важных показателей сканирования является время, поэтому увеличение количества позиций ультразвукового датчика может улучшить качество сканирования.

Самым современным методом визуализации объектов с применением ультразвуковых волн является фазированная решетка. Этот метод основывается на пространственно-когерентном накоплении сигналов в точке отражения. Достигается это временными задержками отдельных излучателей и измерителей.

Поперечное пространственное разрешение волновых систем в зоне Фраунгофера определяется выражением [1]:

$$R = \frac{0.5 \lambda L}{D}, \quad (1.1)$$

где, R - линейное разрешение объекта, м;

D - размер апертуры волновой системы, м;

L - расстояние до объекта, м;

λ - длина волны, м.

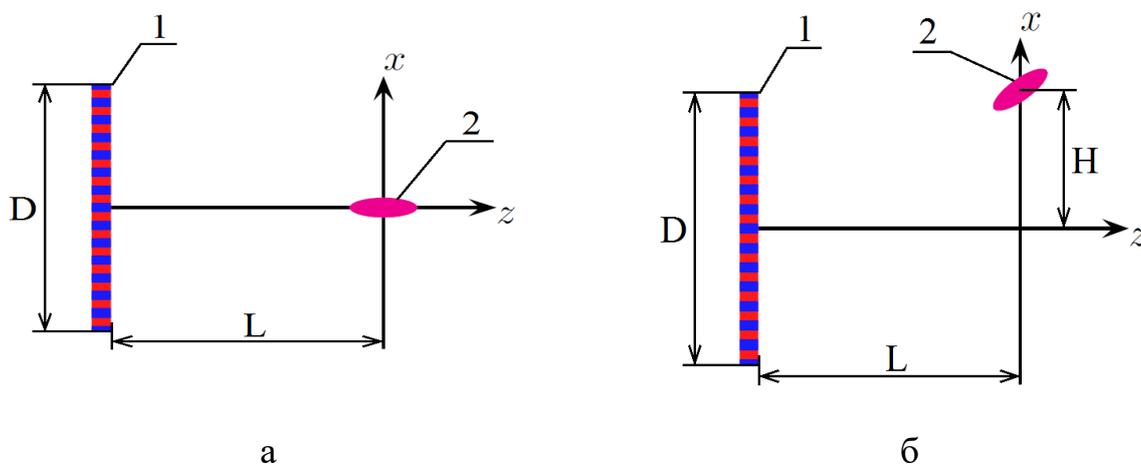
Для зоны Френеля разрешение определяется половиной длинны волны

[2]:

$$R = \frac{\lambda}{2} \quad (1.2)$$

Рассмотрим имитационное моделирование работы волновой системы для следующего случая:

- точечный отражатель находится на оси волновой системы (рисунок 1 а);
- точечный отражатель находится, на расстоянии $H = D/2$ от оси волновой системы, в плоскости параллельной плоскости сенсорной подсистемы (рисунок 1 б).



1 - сенсорная подсистема; 2 - точечный отражатель;
 а - отражатель находится на оси волновой системы (случай 1);
 б - отражатель находится в углу (случай 2)

Рисунок 1 - Схема проведения измерений пространственного разрешения

В результате имитационного моделирования вычислены пространственные разрешения в зависимости от положения точечного отражателя:

- для квадратной сенсорной подсистемы апертурой D равной расстоянию до точечного отражателя, лежащего на оси сенсорной подсистемы пространственное разрешение равняется $0,51 \lambda$.

- для квадратной сенсорной подсистемы апертурой D равной расстоянию до точечного отражателя, находящегося на расстоянии $H=D/2$ от оси сенсорной подсистемы пространственное разрешение равняется $0,72 \lambda$.

Согласно теореме Сэмплинга [3], расстояние между соседними излучающими и измерительными сенсорами должно быть не более полудлины волны излучения, что обеспечивает получение качественного изображения. Однако, проектировка такой сенсорной подсистемы

экономически нецелесообразна вследствие высоких требований к измерительной электронике и вычислительному модулю [4].

Особым свойством волновых систем на основе фазированной решетки заключается в том, что алгоритм реконструкции устойчив к разрежению апертуры сенсорной подсистемы [5]. Это означает, что при расчете изображения можно использовать сенсорную подсистему, у которой расстояние между излучающими и измерительными элементами сенсорной подсистемы превышает половину длины волны зондирующего сигнала.

Применение фазированной решетки с разреженной сенсорной подсистемой, повлечет появление на реконструкции изображения систематических шумов. Несмотря на наличие систематических шумов, качество изображения может оставаться на высоком уровне, достаточным для однозначного определения границ объекта сканирования.

Список использованной литературы

- 1 Суханов Д. Я., Коновальчик А. Т., Якубов В. П. Ультразвуковидение [Текст] / Известия высших учебных заведений. Физика. - 2008. - Т. 51. - № 9/2. - С. 82-83.
- 2 Сивухин Д. В. Общий курс физики. [Текст] / — М. — Т. IV. Оптика.
- 3 Bolotina, M. Ultrasonic arrays for quantitative nondestructive testing an engineering approach [Text] / Dyakina. Kröning. Mohr. M. Reddy. Soldatov. Y. Zhantlessov. // Russian Journal of Nondestructive Testing. -2013. Vol 49. Issue 3. – P. 145-158.
- 4 Жантлесов Ж.Х., Жантлесов Е.Ж., Исенов Т.М. Расчет параметров сенсорной системы ультразвукового томографа для контроля металлических деталей квадратного сечения [Текст] / «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» 2018. - №11(27).
- 5 Bernus, L., Bulavinov, A., Dalichow, M., Joneit, D., Kröning, M., and Reddy, K.M., Sampling phased array: a new technique for signal processing and ultrasonic imaging, Insight, -2006. Vol. 48. -P. 9.