

Литература

1. Bailes, H. J. Human melanopsin forms a pigment maximally sensitive to blue light (lambda_{max} approximately 479 nm) supporting activation of G(q/11) and G(i/o) signalling cascades / H. J. Bailes, R. J. Lucas // Proceedings: Biological Sciences. – 2013. – Apr 3; 280 (1759): 20122987.

2. Blue light exposure decreases systolic blood pressure, arterial stiffness, and improves endothelial function in humans / M. Stern [et al.]. // European journal of preventive cardiology. – 2018. – Vol. 25 (17). – P. 1875–1883.

УДК 534.131:534-8

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ УЛЬТРАЗВУКА С ПОМОЩЬЮ ВАРИАЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Аспирант Киндрук А. Н.

Д-р техн. наук, доцент Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Для расчета и проектирования концентраторов ультразвуковых колебаний используют ряд механико-математических методов, таких как метод конечных элементов (МКЭ), метод входного импеданса, метод передаточных матриц и метод гармонического баланса (МГБ). МГБ был использован нами в предшествующих исследованиях, однако требует численного решения сложных по своей структуре интегро-дифференциальных уравнений и выполнения вычислительно-затратных операций над коэффициентами рядов Фурье, в частности, их дискретной свертки. Учитывая, что используемые в МГБ уравнения колебаний выводятся на основе фундаментальных вариационных принципов классической механики, в частности, принципа Гамильтона, перспективным подходом к расчету и проектированию концентраторов является прямое численное решение описывающей их колебания вариационной задачи. Такой подход позволяет напрямую свести вариационную задачу к системе линейных алгебраических уравнений, исключая промежуточные этапы вывода и анализа интегро-дифференциальных уравнений колебаний.

Разработанный метод расчета и проектирования включает в себя следующие этапы:

1. Составление функционала действия по Гамильтону.
2. Представление входящих в функционал амплитуд колебательных смещений в виде рядов Фурье по угловой координате.
3. Запись условий экстремума функционала, рассматриваемого как функция коэффициентов рядов Фурье.
4. Представление условий экстремума в виде системы линейных алгебраических уравнений.
5. Определение собственных частот колебаний (для задач расчета) или геометрических параметров (для задач проектирования) концентратора путем построения резонансной кривой (графика зависимости определителя системы от соответствующих параметров).

При составлении функционала действия использовались две теории изгибных колебаний (Эйлера-Бернулли и Тимошенко), отличающиеся характером учитываемых при анализе колебательных смещений и деформаций. На рис. 1 приведены расчетные резонансные кривые, полученные на основе теории Эйлера-Бернулли (рис. 1, а) и теории Тимошенко (рис. 1, б).

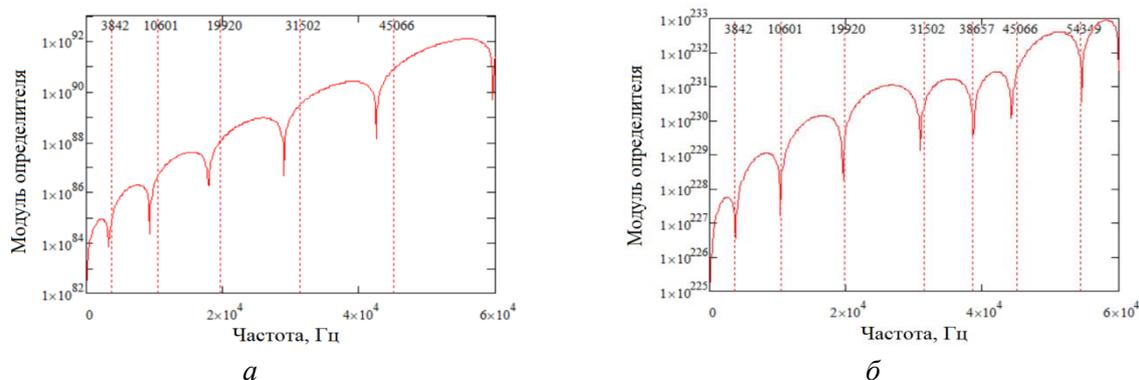


Рис. 1. Расчетные резонансные кривые концентратора

Вертикальные линии с нанесенными на них числовыми значениями соответствуют расчету с помощью МКЭ. Как видно из рисунка, расчет на основе теории Тимошенко дает более точные результаты и позволяет выявить собственные формы колебаний с доминирующей деформацией растяжения средней линии, не выявляемые при использовании теории Эйлера-Бернулли, основанной на допущении о нерастяжимости средней линии.

УДК 681

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНЕРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИИ ДЕТАЛЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Учащиеся Климашевич З. Д., Болбасов Р. А., Линкевич А. О.

Заведующий лабораторией Есман Д. Ю.

УО «Национальный детский технопарк», Минск, Беларусь

Целью данной работы является создание прототипа мобильного лазерного 3D-сканера для контроля геометрии металлических деталей на производстве и возможностью сканировать отражающие поверхности (с коэффициентом отражения от 10 %).

Использование лазеров для трехмерного сканирования позволяет увеличить скорость сканирования объектов в несколько раз [1]. По результатам исследования было выявлено: применение лазерных источников в УФ части спектра повышает точность получаемых результатов при сканировании. Источники ИК части спектра позволяют сканировать отражающие (глянцевые) поверхностей металлов (табл. 1). Измерения производились на спектрофотометре РВ2201, угол падения $\alpha = 45^\circ$. Исходя из полученных измерений, мы подобрали оптимальные длины волн для источников лазерного излучения.

Оптическая схема источника состоит из: лазерного диода (480 нм и 940 нм, мощностью $P \approx 30$ мВт), дифракционного оптического элемента, объектива. Лазерный луч проходит через дифракционный оптический элемент и преобразует его в решетку, объектив проецирует ее на объекте. Отраженные лучи, при помощи объектива камеры $f = 50$ мм, $F = 2,8$, 20 МП (НК5028MP20) фокусируются на КМОП матрице с разрешением 20 МП (Sony Pregius-S IMX541-AAQJ-C), находящейся на расстоянии $L = 100$ мм от источника лазерного излучения, за счет чего изображение на матрице имеет смещение в пределах размера матриц. В устройстве используется две камеры с целью сканирования трудных поверхностей. Программный код обрабатывает получаемые данные и по математической модели вычисляет координаты для каждой точки объекта, в зависимости от засвеченного пикселя матрицы. После чего он создает облако точек, из которого получается трехмерное изображение сканируемого предмета. Для улучшения качества сканирования использоваться датчик ориентации MPU-9250, состоящий из: акселерометра, гироскопа, компаса. Он позволит определить точное направление движения прибора и расстояние его перемещения. Система управления позволяет изменять мощность лазерных диодов и управлять процессом сканирования. При помощи USB кабеля устройство подключается к ПК для передачи данных. Прибор также имеет встроенный блок электропитания на 12 V.

Таблица 1 – Зависимость коэффициента отражения от длины волны излучения на поверхности металлов

Материал	При $\lambda_1 \approx 400-450$ нм, %	При $\lambda_2 \approx 900-950$ нм, %
Алюминий	10	15
Анодированный алюминий	1	2
Жесть	25	50
Свинец	8	10
Сталь	16	26
Оцинкованная сталь	49	25

Литература

- Карнаухова, О. Г. Теоретические и практические основы применения технологии трехмерного лазерного сканирования в судебной строительной-технической экспертизе / О. Г. Карнаухова, Т. Б. Дондукова, Е. М. Самусенко // Социология и право. – 2022. – Т. 14. – С. 456–466.
- 3D-технологии в современных информационных системах: теория и практика. Учеб.-метод. пособие / Кулешов С. В. [и др.]. – СПб ФИЦ РАН. СПб., 2021. – 83 с.