

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО СПОСОБУ ЗНИЩЕННЯ ШКІДЛИВИХ БІОЛОГІЧНИХ ІСТОТ НА ОСНОВІ ІНФРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ

А. К. Тарасова^{1, а}, С. О. Воронов¹

¹ Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Фізико-технічний інститут

Анотація

Дана робота сприяє подальшому розвитку досліджень інфразвукових хвиль та їх впливу на біологічні істоти. Зроблено опис біологічних структур фізичними моделями. За основу даної роботи взято роботи [1, 2, 3, 4, 5] на виявлення акустичного способу знищення шкідників рослин - колорадського жука. Надалі за мету взято виявлення акустичного способу знищення деяких інших шкідливих живих істот. Таких як: паразити (Ектопаразити, Гельміти, Ендопаразити) та віруси (таких як SARS-CoV-2, Coronavirus Disease 2019).

Ключові слова: Акустика, акустичний спосіб боротьби з біологічними істотами, інфразвук, вплив інфразвуку на біологічні істоти

Вступ

Існують біологічні організми, такі як паразити та віруси, які шкодять організму людині. Мета цієї роботи: розробити акустичний метод боротьби з паразитами та вірусами без шкоди для організму людини. Акустичний спосіб боротьби зі шкідливими живими організмами згубно впливає на організми цих істот, але для людини, яка є носієм цих організмів, не є токсичним (на відміну від хімічних способів) при правильному підборі резонансної частоти.

1. Дослідження

Розвинути спосіб розриву тіл, органів або тканин аналогічного об'єкта можна лише застосувавши вплив коливального характеру. Шкідливий біологічний об'єкт може бути зруйнований впливом на нього вібраційних чи акустичних коливань на частоті, що дорівнює власній резонансній частоті його тіла, або окремих його частин. В роботах [1, 2, 3, 4, 5] впливали на життєво важливі органи жуків, такі як серце чи печінка. У паразитів життєво важливим органом, для якого підбиратимемо резонансну частоту є кишківник. Для вірусів це білкова оболонка, або сама РНК (чи ДНК). Для побудови математичної моделі біологічного об'єкта необхідні експериментальні дослідження його фізико-механічних і структурних характеристик. На сьогодні, розроблений акустичний спосіб знищення шкідливого колорадського жука для захисту рослин [3]. На основі роботи [3] розробимо акустичний спосіб знищення паразитів та вірусів для захисту організму людини. Акустичний спосіб полягає в механічній дії на білкову оболонку та РНК (або ДНК) шкідливого вірусу звуковим ти-

ском з наступним їх розривом. Або ж для паразитів безпосередньо на кишківник. В роботах [1, 2, 3, 4, 5] досліджувався вплив акустичних коливань на шкідливих комах, та виявили, що для визначення необхідних умов для розробки акустичного способу боротьби з руйнівниками необхідно знати три параметри досліджуваного тіла: масу тіла, жорсткість, резонансну частоту тіла. В роботі [2] запропоновано наступний спосіб створення математичної моделі біологічних об'єктів: якщо поведінка пружного тіла промоделювати за допомогою пружини, а вузького тіла - за допомогою поршня в циліндрі, то поведінка реальної механічної системи можна математично представити і описати за допомогою моделей з різних вузьких і пружних елементів. Точно визначити резонансну частоту можливо лише лабораторним шляхом, а жорсткість визначається двома наступними параметрами. Рівняння, що описує рух системи з масою, резонансною частотою та жорсткістю має вигляд:

$$x'' + \frac{c}{m}x' + \frac{k}{m}x = a(t) \quad (1)$$

де c - коефіцієнт демпфірування, x - деформація, a - задане прискорення тіла, t - час. Резонансна частота ν слабо задемпфированної системи дуже близька до:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$

В роботі [6] за допомогою низько-частотної оптичної спектроскопії було визначено частоту коливань біологічних структур, таких як білків, вірусів та бактерій, проте не достатньо точно. Спектри коливань цих структур залежить від вологості навколишнього середовища. Так як маса та в'язкість біополімерів

^аangelicat1370@gmail.com

сильно залежить від рівня вологості. Для бактерій було виявлено [6], що маса бактерії збільшується при збільшенні вологості. А жорсткість бактерії, що залежить від білкової оболонки, зменшується. За допомогою спектра виявлено, що положення резонансних піків таким чином зміщується, і самі піки стають ширше. Зробимо припущення, що для вірусів, як структур близьких до структури бактерій, спектри в залежності від вологості будуть поводити себе схожим чином. В роботі [5] було виявлено, що після 12 годин експерименту, об'єкт виявився слабшим, але не був знищеним, що змушує замислитись над тим, що потрібно приділити увагу умовам експерименту. Спочатку необхідно вдало відтворити експеримент над більш простим організмом, таким як колорадський жук, або будь-яка інша комаха, яку легше фізично втримати в лабораторії. За всіма теоретичними розрахунками вдало експеримент провести можна. Після, за допомогою відповідного обладнання можна буде перейти безпосередньо до експерименту з паразитами, надалі з вірусами.

Висновки

Для того, щоб розробити акустичний спосіб знищення біологічних істот, які є шкідливими для людей, тобто паразитів та вірусів, необхідно знати їх масу, жорсткість їх оболонок, та резонансну частоту життєво необхідних органів. За допомогою спектрографії [6] можна визначити проміжок частот коливань цих організмів, проте не достатньо точно. Точну резонансну частоту об'єктів можна визначити лише експериментально. Були проведені експерименти по знищенню шкідливого Колорадського жука, проте об'єкт не був знищений. Необхідно ще обґрунтувати

розбіг теоретичного результату з експериментальним.

Перелік використаних джерел

1. Sokol A., Sokol G. The Acoustic Method for the Destruction of the. Colorado Beetle // GAMM 99, Annual Meeting (abstracts). // - Metz: University de Metz. — 1999. — P. 148.
2. Определение жесткости и резонансной частоты тела колорадского жука // Друга Міжнар. конф. “Наука і освіта 99”, (тези). / О.М. Дуплицева, С.А. Летучая, О.С. Московцев, Г.И. Сокол // Дніпропетровськ: Наука і освіта.. — 1999. — С. 24.
3. Сокол Г.И., Сокол А.В., Сокол Т.В. Акустичний спосіб знищення колорадського жука і пристрій для його здійснення. // Патент на винахід №25548 Україна, Ф01М 1\4, 1 /08. — 1998.
4. Сокол Г.И. Разработка и исследование акустического способа уничтожения колорадского жука как элемент новой экологической технологии в методах борьбы с вредителями растений // Четвертая традиц. Науч. - техн. конф. Стран СНГ “Процессы и оборудование экологических производств”. - Волгоград,. — 1998. — С. 72–74.
5. Сокол Г.И. Влияние инфразвуковых и низкочастотных звуковых полей на биологические объекты // Акустичний симпозіум “Консонанс - 2003. — 2003. — С. 232–237.
6. Gil-Santos Eduardo. Optomechanical detection of vibration modes of a single bacterium. — 2020. — [urlhttps://www.nature.com/articles/s41565-020-0672-y?proof=t](https://www.nature.com/articles/s41565-020-0672-y?proof=t).