

## ЛЕВІТАЦІЯ КРАПЕЛЬ ВОДИ

Орда В.Р.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., ст. викл. Бабиченко О. Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП,

м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-62

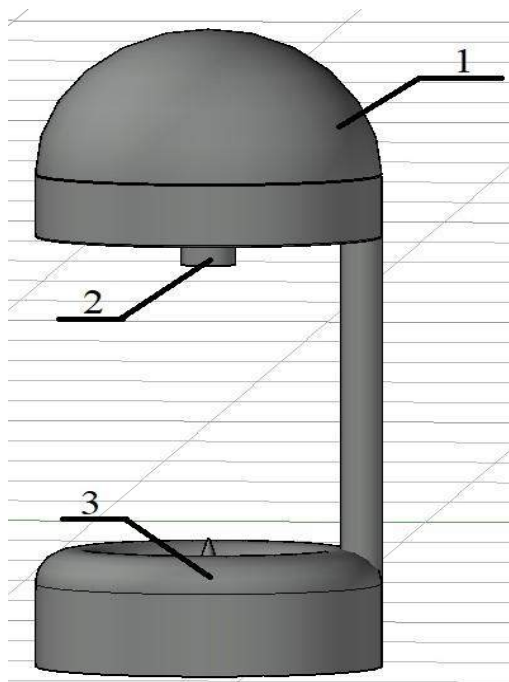
e-mail: [vladyslav.orda1@nure.ua](mailto:vladyslav.orda1@nure.ua)

This paper investigates the levitation of water drops using the stroboscopic effect. With the help of an Arduino microcontroller and a special setup, the water drops are suspended in the air and can move up or down by changing the frequency of flashes. Research is conducted on a dynamic head with a membrane and a nozzle that gives the water a laminar effect.

Людський прогрес упродовж останніх десятиліть призвів до створення безлічі способів технічної маніпуляції об'єктами в просторі. Крім традиційних контактних способів, особливе місце в арсеналі інженерів займає левітація об'єктів у різний спосіб. Одним з поширених способів фіксації об'єкта в просторі - розміщення його у вузол стоячої акустичної хвилі. За останні роки розроблено корисні конструкції систем акустичної левітації, що дозволяють демонструвати цей ефект, а також виробляти просторові маніпуляції з об'єктом. Проблема демонстрації ефекту левітації полягає у створенні макета акустичної левітації, а також необхідності дотримання ряду умов: відсутність переміщення повітря в просторі між випромінювачами, відсутність механічних вібраційних впливів на конструкцію левітаційної системи. Ця проблема посилюється під час використання даних систем у наукових експериментах у поєднанні з оптичними та квазіоптичними вимірювальними приладами. Одним із способів мінімізувати вплив зовнішніх факторів, є спостереження ефекту левітації дистанційно, керуючи процесом за допомогою мікроконтролера.

В роботі мова йде про ефект левітації крапель за допомогою стробоскопічного ефекту. Припустимо падають краплі води з однаковою швидкістю і відстанню між ними. Приглушимо світло і починаємо робити короткі спалахи з тим самим періодом з яким падають краплі. Якщо це відбувається швидко, то інерційність нашого зору намалює чітку картинку. На рисунку 1 наведена установка, котра являє собою піддон для води (3), насос, мікроконтролер Arduino, стробоскоп з світлодіодів, ламінуюча насадка (2) та закритий корпус в якому знаходиться динамічна голівка та мембрана (1).

За допомогою мікроконтролера генерується синусоїдний сигнал частотою 50 Гц та подається на голівку. Є два регулятори, перший керує періодом спалахів, другий керує тривалістю, тобто чим довше спалах, тим яскравіше світло. Таким чином на динамічній голівці в певних точках



1 - динамічна голівка та мембрана,  
 2 - ламінуюча насадка,  
 3 - піддон для води  
 Рисунок 1 - Левітаційний пристрій

простору тиск, що виникає від цих хвиль, повністю збігається з силою земного тяжіння. Це призводить до того, що краплі рідини можуть залишатися у підвішеному стані в цих точках. Коли крапля падає та підсвічується на світлодіодне підсвічування з контролера подається також частота 50Гц та виникає ефект левітації. Якщо подати 49Гц, то можна побачити, що краплі рухаються вгору, це обумовлено тим, що крапля не долітає до того самого місця в якому вона засвітилася перед цим. А якщо подати 51Гц, то краплі води рухатимуться вниз, в цьому випадку крапля «перелітає» своє місце. Щоб краплини були однаковими, на виході з динамічної голівки стоїть насадка, завдяки якій воді придається ламінарний ефект.

Отже, з урахуванням наведеного вище, можна зробити висновок, що левітація води можлива за допомогою

стробоскопічного ефекту, що генерується за допомогою мікроконтролера, голівки та мембрани. Використання стробоскопічного ефекту може бути корисним для дослідження левітації рідин і знайти своє застосування в різних наукових та технічних областях.

Список використаних джерел:

1. Micro ultrasonic levitator: make electronics projects diy, electronics projects, Arduino [Електронний ресурс]. URL: <https://www.pinterest.de/pin/384143043218874020>

2. Science Buddies (2023, 11 квітня). The Stroboscopic Effect with Water Drops [Електронний ресурс]. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=kUUIQcbHbA&ab\\_channel=ScienceBuddies](https://www.youtube.com/watch?v=kUUIQcbHbA&ab_channel=ScienceBuddies)

3. YouTube. (2022, 19 червня). Виклик прийнято: левітація крапель води! URL: [https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jDFE4SWY51Y&ab\\_channel=AlexGyver](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jDFE4SWY51Y&ab_channel=AlexGyver).