

СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ЛЕВІТРОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ ARDUINO ПРИ ВИВЧЕННІ ЯВИЩА АКУСТИЧНОЇ ЛЕВІТАЦІЇ

Метою дослідження було змодельовати явище звукових коливань і вивчити особливості поширення звукових хвиль в повітрі. Спостерігати причини та умови виникнення стоячих хвиль, а також побудувати модель за допомогою якої, виникає можливість спостереження такого явища як – акустична левітація.

Опис стоячої та звукової хвилі. В стоячій хвилі можна створити явище левітації вагомих предметів і переміщати в потрібному напрямку використовуючи таку конфігурацію, як максимального і мінімального значення. Якщо розташувати вагомий предмет між областями вузла акустичної хвилі, то хиткі частинки повітря не будуть давати предмету впасти і будуть тримати його в повітрі. Утворення такої стоячої хвилі відбувається внаслідок накладання двох хвиль – вихідної і відбитої хвилі. Ефекти, що виникають при накладанні звукових хвиль один на одного, лягли в основу розробленого методу ультразвукової левітації. Випромінювач випромінює ультразвукові хвилі, які відбиваються від розташованої на деякій відстані поверхні. Випромнені і відбиті хвилі складаються, утворюючи щось на зразок коридору, в якому чергуються області високого та низького тиску. Якщо предмет потрапляє в область стоячої ультразвукової хвилі, енергії хвиль вистачає, щоб компенсувати силу тяжіння, і спостерігається ефект левітації.

Технічні особливості. Для створення можливості візуального спостереження за явищем звукової левітації, був створений спеціальний макет на основі мікроконтролера ATmega328p на базі платформи Arduino Nano, укомплектований двома ультразвуковими випромінювачами, та спеціальним підсилювачем для них. Контролер подає на підсилювач MX1508 сигнал частотою 40 кГц, який після обробки, надходить на головки випромінювачів, які внаслідок створюють ультразвукові коливання.

Особливістю створення установки, є розташування голівок випромінювачів чітко один на протилежній стороні одного. Відстань між якими можна підібрати експериментальним методом. Слід зазначити, що при складанні установки, необхідно передбачити регулювання відстані між голівками випромінювачів, задля можливості корекції їх положення перед початком проведення демонстрації явища. Після складання прототипу, рекомендується всі дроти компонентів з'єднувати методом пайки, для підвищення надійності установки. Також необхідно забезпечити правильне живлення для плати Arduino та унеможливити виникнення повітряних протягів в приміщенні, де буде проводитись дослід.

Код програми створюється в середовищі розробки Arduino IDE на високорівневій мові програмування C++. Логіка роботи програми зводиться до налаштування таймера і смикань пінами D3 та D4 Arduino. Для цього переводимо Timer1 в режим скидання при збігу (CTC – Clear Timer on Compare) і тепер при співпадінні значень регістра рахунку TCNT1 із заданим числом в регістрі порівняння OCR1A, буде спрацьовувати переривання, в обробнику якого виконується інверсія всього порту D. Після чого рахунковий регістр набуває нульового значення і після виходу з обробника процес рахунку запуститься заново. Потрібне значення регістра OCR1A розраховується наступним чином: так як дільник в регістрі TCCR1B вимкнений, то беремо частоту тактового генератора Arduino 16 МГц і ділимо на необхідну частоту спрацьовування переривання 80 кГц, в результаті отримуємо число 200, це і буде необхідне значення для регістра OCR1A.

Оскільки період в обробнику формується за два спрацьовування переривання. При першому спрацьовуванні на виходах формується D3 = 0 і D4 = 1, а при другому D3 = 1 і D4 = 0, то використовуємо 80 кГц, а не 40кГц, як потрібно для випромінювачів.

Висновки. Домогтися стабільного утримання предметів в повітрі було непросто. В процесі вдалося створити стабільну стоячу ультразвукову хвилю достатньої потужності для левітації невеликих пластикових частинок. Встановлюючи додаткові випромінювачі можна домогтися підвищення потужності установки. Розташувавши акустичні головки на двох півсферах і направивши їх в центр, можна значно підсилити звукову хвилю і, як наслідок, підвищувати в вузлах стоячої хвилі все більш важкі предмети.

В результаті, керуючи потужністю випромінювання на окремих акустичних голівках, можна переміщувати стоячу хвилю в просторі і транспортувати таким чином предмети. Такий винахід буде широко затребуваний в тих областях, де важлива надзвичайна чистота матеріалів. Наприклад, в фармацевтиці або мікроелектроніці, де будь-який зайвий контакт з матеріалом може занести в нього небажані домішки.