

15. Візуалізація звукової хвилі

Олег Руденко, Сергій Прокопишин, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наприкінці XVIII століття з'явилося досить багато праць вчених (музикантів, математиків), які досліджували природу і властивості звукових хвиль. Багато досліджень стосувалися математичної сторони акустики. Вчені розглядали питання: коливання звуку (Г. Галілей), швидкість руху звуку (М. Мерсенн), принципи руху хвиль (Х. Гюйгенс), механічні коливання звуку (І. Ньютон) тощо. Увагу науковців (і надалі суспільства) привернули роботи з дослідження фігур, що утворюються з піску під впливом звукових хвиль на коливних пластинках.

Матеріали та методи. Існують цікаві роботи Хладні Ернста Флоренс Фрідріха, який вивчав вплив звукових хвиль на всіх можливих видах тіл, що звучать. Під час експерименту, що полягає утворенні названих на його честь «фігур Хладні», невелика кількість піску насипається на тонку металеву пластину. Якщо смичком провести по краю пластини, що створювало певні вібрації/коливання, то відбувалося поширення звукової хвилі.

Результати та обговорення. У результаті проведених експериментів спостерігається наступне. Пісок, що спочатку хаотично лежав, починав самостійно переміщатися по пластині, тим самим утворюючи від простих фігур до самих хитромудрих геометричних візерунків. Вид фігур суттєво змінювався в залежності від форми і місця кріплення пластинки, а також від швидкості, сили і місця дотику смичком і/або пальцем (для затримки коливань і утворення вузла). Так, наприклад, при низьких вібраціях на квадратних пластинках спостерігаються найбільш прості фігури (хрест, квадрат, коло тощо). У той час як на круглих пластинках – різні зіркоподібні фігури.

Для вивчення звукових хвиль в об'ємі доктор Ханс Йенні створив апарат тоноскоп. Цей прилад складався з тонких контейнерів, заповнених різними субстанціями, такими як пісок, мокрий гіпс і різні види рідин, що склалися з тонко подрібнених частинок (тонкодисперсне середовище). Так само, як і в експериментах Хладні, при проходженні звукових хвиль частинки починали вишикуватись в геометричні візерунки, утворюючи тривимірні зірки, подвійні чотиригранники в колах та інші фігури. При підвищенні амплітуди вібрацій виходили більш хитромудрі фігури.

Російський експериментатор Олександр Кушелєв винайшов свій спосіб вивчення наочного прояву звукових хвиль у вигляді електромагнітного аналога. Він являє собою електромагнітний резонатор, на поверхні якого утворюються рельєфні фігури, подібні до фігур Хладні. Далі Олександр Кушелєв проектував тривимірні фігури Хладні у віртуальному просторі за допомогою комп'ютерної програми HFSS.

Висновки. Візуалізувати звукові хвилі можна за допомогою простих матеріалів. Геометричні візерунки, що утворюються під впливом звуку на піску, були названі фігурами Хладні, які наші предки використовували повсюдно. Ми можемо спостерігати їх в орнаментах прикрас житла, на колонах, стародавніх скульптурах, і навіть на іконах. Це свідчить про те, що для людей, які жили в різний час і на різних континентах ці зображення мали велике значення і говорить про їхнє сприйняття фізичних процесів, які відбуваються у невидимому світі.