План

1. Народження ультразвуку

2. Джерела ультразвуку

3. Ультразвук в природі

4. Застосування ультразвуку

Використані джерела

1. Народження ультразвуку

У 1880 році французькі фізики, брати Пьер і Поль Кюри, відмітили, що при стисненні і розтягуванні кристала кварцу з двох сторін на його гранях, перпендикулярних напряму стиснення, з'являються електричні заряди. Це явище було назване п'єзоелектрикою (від грецького «п'єзо» – «тисну»), а матеріали з такими властивостями – п’єзоелектриками. Пізніше це явище пояснили анізотропією кристала кварцу – різні фізичні властивості уздовж різних граней.

Під час першої світової війни французький дослідник Поль Ланжевен запропонував використовувати п'єзоелектричний ефект для виявлення підводних човнів. Якщо п’єзоелектрик зустрічає на своєму шляху ультразвукову хвилю від гвинта човна, який розповсюджується із швидкістю 1460 км/с, то вона стискає його грані, і на них з'являються електричні заряди. Стискаючись і розтискав, кристал як би генерує змінний електричний струм, який можна зміряти чутливими приладами. Якщо ж до граней кристала прикласти змінну напругу, він сам почне коливатися, стискаючись і розтискав з частотою змінної напруги. Ці коливання кристала передаються середовищу, що граничить з кристалом (повітрю, воді, твердому тілу). Так виникає ультразвукова хвиля.

Ланжевен спробував зарядити грані кварцевого кристала електрикою від генератора змінного струму високої частоти. При цьому він відмітив, що кристал коливається в такт зміні напруги. Щоб підсилити ці коливання, учений вклав між сталевими листами-електродами не одну, а декілька пластинок і добився виникнення резонансу – різкого збільшення амплітуди коливань. Ці дослідження Ланжевена дозволили створювати ультразвукові випромінювачі різної частоти. Пізніше з'явилися випромінювачі на основі титанату барії, а також інших кристалів і кераміки, які можуть бути будь-якої форми і розмірів.

Ультразвук можна отримати і іншим способом. У 1847 році англійський фізик Джеймс Джоуль виявив, що при перемагнічуванні електричним струмом залізних і нікелевих стрижнів вони то зменшуються, то збільшуються в такт змінам напряму струму. При цьому в навколишньому середовищі збуджуються хвилі, частота яких залежить від коливань стрижня. Це явище назвали магнітострикцією (від латинського «стриктус» – «стиснення»).

Ультразвук виявився просто знахідкою для вирішення технічних, наукових і медичних завдань. Наприклад, ультразвукові дефектоскопи, об'єднані з комп'ютером, допомагають контролювати якість зварних швів, бетонних опор і плит. Ультразвукову апаратуру також з успіхом застосовують для різання і свердлення металів, скла і інших матеріалів. Ультразвук можна використовувати для подрібнення речовини – наприклад, для приготування тонко розмолотого цементу або азбесту, для отримання однорідних емульсій, для очищення рідини або газу від домішок. За допомогою сфокусованого пучка ультразвукових хвиль розпилюють деякі рідини, наприклад, ароматичні речовини, лікарські препарати. «Ультразвуковий туман», що виходить, як правило, якісніший, ніж аерозольний. І сам цей метод екологічно безпечніший, оскільки можна відмовитися від фтормістких газів, які використовуються в аерозольних балончиках.

**2.** **Джерела ультразвуку**

Частота надвисокочастотних ультразвукових хвиль, вживаних в промисловості і біології, лежить в діапазоні порядку декількох Мгц. Фокусування таких пучків зазвичай здійснюється за допомогою спеціальних звукових лінз і дзеркал. Ультразвуковий пучок з необхідними параметрами можна отримати за допомогою відповідного перетворювача. Найбільш поширені керамічні перетворювачі з титанату барії. У тих випадках, коли основне значення має потужність ультразвукового пучка, зазвичай використовуються механічні джерела ультразвуку. Спочатку всі ультразвукові хвилі отримували механічним шляхом (камертони, свистки, сирени).

**Свисток Гальтона**

Перший ультразвуковий свисток зробив в 1883 році англієць Гальтон. Ультразвук тут створюється подібно до звуку високого тону на вістря ножа, коли на нього потрапляє потік повітря. Роль такого вістря в свистку Гальтона грає «губа» в маленькій циліндровій резонансній порожнині. Газ, що пропускається під високим тиском через порожнистий циліндр, ударяється об цю «губу»; виникають коливання, частота яких (вона складає близько 170 кГц) визначається розмірами сопла і губи. Потужність свистка Гальтона невелика. В основному його застосовують для подачі команд при дресируванні собак.

**Рідинний ультразвуковий свисток**

Більшість ультразвукових свистків можна пристосувати для роботи в рідкому середовищі. В порівнянні з електричними джерелами ультразвука рідинні ультразвукові свистки малопотужні, але іноді, наприклад, для ультразвукової гомогенізації, вони володіють істотною перевагою. Оскільки ультразвукові хвилі виникають безпосередньо в рідкому середовищі, то не відбувається втрати енергії ультразвукових хвиль при переході з одного середовища в іншу.

Мабуть, найбільш вдалою є конструкція рідинного ультразвукового свистка, виготовленого англійськими ученими Коттелем і Гудменом на початку 50-х років 20 століть. У нім потік рідини під високим тиском виходить з еліптичного сопла і прямує на сталеву пластинку. Різні модифікації цієї конструкції набули досить широкого поширення для отримання однорідних середовищ.

Завдяки простоті і стійкості своєї конструкції (руйнується пластинка, що тільки коливається) такі системи довговічні і недорогі.

**Сирена**

Інший різновид механічних джерел ультразвуку – сирена. Вона володіє щодо великою потужністю і застосовується в міліційних і пожежних машинах. Всі ротаційні сирени складаються з камери, закритої зверху диском (статором), в якому зроблена велика кількість отворів. Стільки ж отворів є і на диску, що обертається усередині камери, – роторі. При обертанні ротора положення отворів в нім періодично співпадає з положенням отворів на статорі. У камеру безперервно подається стисле повітря, яке виривається з неї в ті короткі миті, коли отвори на роторі і статорі співпадають. Основне завдання при виготовленні сирен – це, по-перше, зробити якомога більше отворів в роторі і, по-друге, досягти великої швидкості його обертання. Проте практично виконати обидва ці вимоги дуже важко.

**3. Ультразвук в природі**

Кажани, що використовують при нічному орієнтуванні ехолокацію, випускають при цьому ротом або що має форму параболічного дзеркала носовим отвором сигнали надзвичайно високої інтенсивності. На відстані 1–5см від голови тварини тиск ультразвуку досягає 60 мбар, тобто відповідає в чутній нами частотній області тиску звуку, що створюється відбійним молотком. Відлуння своїх сигналів кажани здатні сприймати при тиску всього 0,001 мбар, тобто в 10000 разів менше, ніж у сигналів, що випускаються. При цьому кажани можуть обходити при польоті перешкоди навіть у тому випадку, коли на ехолокаційні сигнали накладаються ультразвукові перешкоди з тиском 20 мбар. Механізм цієї високої перешкодостійкості ще невідомий. При локалізації кажанами предметів, наприклад, вертикально натягнутих ниток з діаметром всього 0,005 – 0,008 мм на відстані 20см (половина розмаху крил), вирішальну роль грають зміщення в часі і різниця в інтенсивності між сигналами, що випускаються і відбитим. Подковоноси можуть орієнтуватися і за допомогою тільки одного вуха (моноурально), що істотно полегшується великими безперервно рухомими вушними раковинами. Вони здатні компенсувати навіть частотне зрушення між сигналами, що випускаються і відбитими, обумовленого ефектом Доплера (при наближенні до предмету луна є більш високочастотною, ніж посланий сигнал). Знижуючи під час польоту ехолокаційнну частоту так, щоб частота відбитого ультразвуку залишалася в області максимальної чутливості їх «слухових» центрів, вони можуть визначити швидкість власного переміщення.

У нічних метеликів з сімейства ведмедиць розвинувся генератор ультразвукових перешкод, що «збиває із сліду» кажанів, переслідуючих цих комах.

Не менш умілі навігатори – жирні дрімлюги, або гуахаро. Населяють вони гірські печери Латинської Америки – від Панами на північному заході Перу на півдні і Сурінама на сході. Найбільший подарунок природи – це здібність гуахаро до ехолокації. Живучи в непроглядній тьмі, жирні дрімлюги, проте, пристосувалися віртуозно літати по печерах. Вони видають неголосні клацаючі звуки, що вільно уловлюються і людським вухом (їх частота приблизно 7 000 Герц). Кожне клацання триває одну-дві мілісекунди. Звук клацання відбивається від стенів підземелля, різних виступів і перешкод і сприймається чуйним птахом.

**4. Застосування ультразвуку**

**Різання металу за допомогою ультразвуку**

На звичайних металоріжучих верстатах не можна просвердлити в металевій деталі вузький отвір складної форми, наприклад у вигляді п'ятикутної зірки. Тут без слюсаря не обійдешся, а за допомогою ультразвуку це можна зробити. Магнітострикційний вібратор може просвердлити отвір будь-якої форми. Ультразвукове долото цілком замінює фрезерний верстат. При цьому таке долото набагато простіше за фрезерний верстат і обробляти їм металеві деталі дешевші і швидші, ніж фрезерним верстатом. Ультразвуком можна навіть робити гвинтову нарізку в металевих деталях, в склі, в рубіні, в алмазі. Зазвичай різьблення спочатку робиться в м'якому металі, а потім вже деталь піддають гарту. На ультразвуковому верстаті різьблення можна робити у вже загартованому металі і в найтвердіших сплавах. То ж і з штампами. Зазвичай штамп загартовують вже після його ретельної обробки. На ультразвуковому верстаті складну обробку проводить абразив (наждак, корундовий порошок) в полі ультразвукової хвилі. Безперервно коливаючись в полі ультразвуку, частинки твердого порошку «вгризаються в оброблюваний сплав і вирізують отвір такої ж форми, як і у долота. Більшість ультразвукових верстатів працюють безшумно. У недалекому майбутньому в цехах металообробних заводів не буде ні брязкоту, ні гуркоту. Шлях до тиші йде через звук.

**Приготування сумішей за допомогою ультразвуку**

Широко застосовується ультразвук для приготування однорідних сумішей (гомогенізації). Ще в 1927 році американські учені Лімус і Вуд виявили, що якщо дві рідини (наприклад, масло і воду), що не змішуються, злити в одну мензурку і піддати опромінюванню ультразвуком, то в мензурці утворюється емульсія, тобто дрібна суспензія масла у воді. Подібні емульсії грають велику роль в промисловості: це лаки, фарби, фармацевтичні вироби, косметика.

**Застосування ультразвуку в біології**

Здатність ультразвуку розривати оболонки кліток знайшла застосування в біологічних дослідженнях, наприклад, при необхідності відокремити клітку від ферментів. Ультразвук використовується також для руйнування таких внутріклітинних структур, як мітохондрії і хлоропласти з метою вивчення взаємозв'язку між їх структурою і функціями (аналітична цитологія). Інше застосування ультразвуку в біології пов'язане з його здатністю викликати мутації. Дослідження, проведені в Оксфорді, показали, що ультразвук навіть малій інтенсивності може пошкодити молекулу ДНК. Штучне цілеспрямоване створення мутацій грає велику роль в селекції рослин. Головна перевага ультразвуку перед іншими мутагенами (рентгенівські промені, ультрафіолетові промені) полягає в тому, що з ним надзвичайно легко працювати.

**Застосування ультразвуку для очищення**

У лабораторіях і на виробництві застосовуються ультразвукові ванни для очищення лабораторного посуду і деталей від дрібних частинок. У ювелірній промисловості ювелірні вироби очищають від дрібних частинок полірувальної пасти в ультразвукових ваннах. У деяких пральних машинах застосовують ультразвук для прання білизни.

**Застосування ультразвуку для очищення коренеплодів**

У деяких харчових виробництвах застосовують ультразвукові ванни для очищення коренеплодів (картоплі, моркви, буряка і ін.) від частинок землі.

**Застосування ультразвуку в ехолокації**

У рибній промисловості застосовують ультразвукову ехолокацію для виявлення косяків риб. Ультразвукові хвилі відбиваються від косяків риб і приходять в приймач ультразвуку раніше, ніж ультразвукова хвиля, що відбилася від дна.

**Застосування ультразвуку у витратометрії**

Для контролю витрати і обліку води і теплоносія з 60-х років минулого століття в промисловості застосовуються ультразвукові витратоміри. Незаперечні достоїнства ультразвукових витратомірів: мала або повна відсутність гідравлічного опору, надійність (оскільки немає рухомих механічних елементів), висока точність, швидкодія, перешкодозахисна – визначили їх широке розповсюдження.

**Використані джерела**

1. И.П. Голямина. Ультразвук. – М.: Советская энциклопедия, 1979.
2. И.Г. Хорбенко. В мире неслышимых звуков. – М.: Машиностроение, 1971.
3. В.П. Северденко, В.В. Клубович. Применение ультразвука в промышленности. – Минск: Наука и техника, 1967.