

Određivanje brzine zvuka na osnovu difrakcije zvučnih talasa

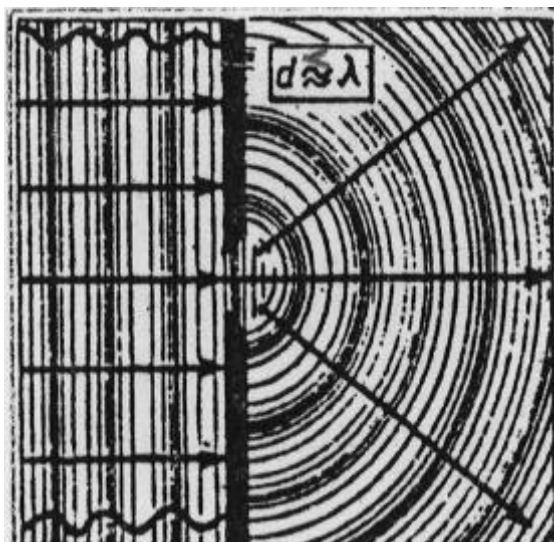
Ispitivana je mogućnost određivanja brzine zvuka na osnovu difrakcije zvučnih talasa u laboratorijskim uslovima. S tim u vezi, posredno je dobijana talasna dužina zvuka pri difrakciji talasa na pravougaonom otvoru. Pri tome je analizirana difrakciono-interferenciona slika i određene su pozicije minimuma i maksimuma. Najteže je bilo napraviti dobar zvučni izolator u funkciji selektivno propustljive barijere koja bi propuštala zvučni talas samo kroz difrakcioni otvor i ujedno sprečavala kvarenje slike. Zadovoljavajući rezultati su dobijeni u uskom opsegu uslova, pa je generalni zaključak bio da je ova metoda u klasičnim laboratorijskim uslovima nefunkcionalna.

Uvod

U praksi se za određivanje brzine zvuka najčešće koriste osobine interferencije (Quinkeova cev) ili osobine stojećih talasa (Kundtova cev) (Vučić 1986), dok osobine difrakcije nemaju tu primenu. Pri prolasku zvučnog talasa kroz difrakcioni otvor, po Hajgensovom principu svaka tačka talasnog fronta primarnog talasa postaje izvor sfernog talasa (koji ćemo dalje u tekstu nazivati sekundarni talas). Sekundarni talasi interferiraju i tako nastaje rezultujući talas koji se širi dalje u prostor i čiji oblik zavisi od veličine difrakcionog otvora u odnosu na talasnu dužinu talasa koji se difraktuje.

Vredi pomenuti i to da se pojava difrakcije najbolje zapaža kada se dužina difrakcionog otvora malo razlikuje od talasne dužine zvuka (Božin *et al.* 1994). Na slici 1 u ulozi primarnog talasa prikazan je ravan talas. Njegova difrakciona slika je najjednostavnija kao i matematički izraz koji je opisuje. U eksperimentima je primarni talas, jednostavnosti radi, aproksimiran ravnim. Posmatrana je difrakcija talasa na otvoru zanemarljive širine u odnosu na talasnu dužinu primarnog zvučnog talasa. Dakle, rezultujući talas je imao oblik gotovo savršene sfere (slika 1).

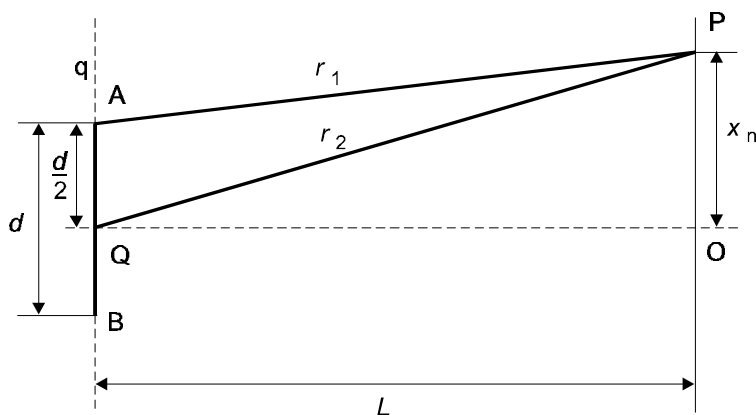
*Igor Stamenov
(1981), Kruševac,
Miodraga Stankovića
47, učenik 1. razreda
Gimnazije u Kruševcu*



Slika 1.
Difrakcija talasa.

Figure 1.
Wave diffraction.

Pri difrakciji ravnog zvučnog talasa uočimo jednu ravan paralelnu difrakcionom otvoru. Analizom difrakciono-interferencione slike na udaljenom zaklonu registrovaćemo zvučne minimume i maksimume sa odgovarajućim prelazima između njih. Princip nastajanja difrakciono-interferencione slike je prikazan na sl. 2.



Slika 2.
Princip nastajanja difrakcione slike

Figure 2.
Pattern generating principle.

Neka su A i B ivice difrakcionog otvora q i ravan z zastor. Kada ravni talas naiđe na difrakcioni otvor koji je paralelan frontu talasa, shodno Hajgensovom principu, svaka tačka fronta AB postaje izvor sfernog sekundarnog talasa. Sekundarni talasi su na otvoru identični, tj. osciluju u istoj fazi. Možemo zaključiti da oscilovanje u bilo kojoj tački zaklona zavisi od rezultata interferencije svih sekundarnih talasa koji istovremeno u tu tačku

dolaze. Odredimo sada uslove da u nekoj tački P udaljenoj r_1 od izvora A i r_2 od izvora Q dođe do konstruktivne, odnosno destruktivne interferencije. Talas iz izvora Q prelazi do te tačke veće rastojanje r_2 nego talas iz izvora A, koje iznosi r_1 . Razlika puteva koje pređu dva talasa do tačke na zaklonu je $r_2 - r_1$. U našem slučaju, difrakcionu sliku posmatramo kao skup tačaka u kojima dolazi do interferencije i u zavisnosti od toga, mesta gde se nalaze minimumi definišemo kao tačke u kojima dolazi do destruktivne interferencije sekundarnih talasa. Mesta gde se nalaze maksimumi su tačke u kojima dolazi do konstruktivne interferencije. Centralni maksimum (najvećeg intenziteta) se nalazi u tački O.

Minimumi nastaju kada je putna razlika $r_2 - r_1$ jednaka neparnom broju polovina talasnih dužina. Tada su sekundarni talasi koji istovremeno stižu u tačku P u protivfazi stalno što daje minimalnu amplitudu i intenzitet, odnosno destruktivnu interferenciju. Shodno tome, maksimumi nastaju kada je pomenuta putna razlika jednaka parnom broju polovina talasnih dužina tj. tada dolazi do konstruktivne interferencije. Ovo važi za dva izvora sekundarnih talasa. Ukoliko se to primeni na difrakcioni otvor kao kontinualni izvor sekundarnih talasa dobijaju se sledeće jednačine koje određuju udaljenost minimuma i maksimuma od ose difrakcionog otvora (Raspopović *et al.* 1984):

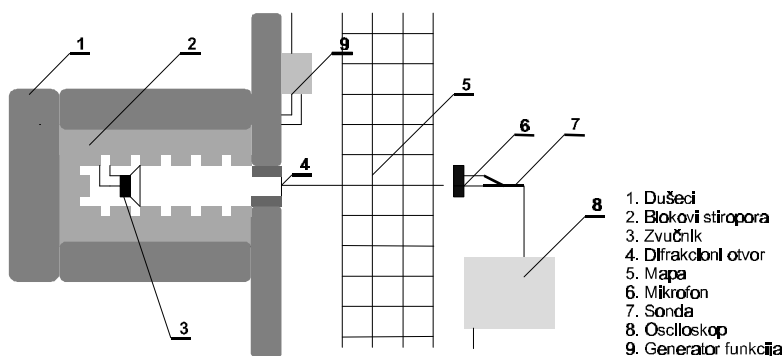
$$x_{\min n} = \frac{n \lambda L}{d} \quad (1)$$

$$x_{\max n} = \frac{(2n - 1) \lambda L}{2d} \quad (2)$$

Iz svega ovog se lako da zaključiti da intenzitet talasa, udaljujući se duž difrakcione slike od centralnog maksimuma opada sve do nule – to je prvi difrakcioni minimum. Idući dalje prema periferiji intenzitet raste do prvog sporednog maksimuma pa opet opada do sledećeg minimuma i tako dalje.

Opis metode

Prvo je od dušeka, blokova stiropora, iverice i kartona napravljena improvizovana gluva komora. Na čelu komore je napravljen jedan otvor u funkciji difrakcione pukotine. Komora je imala za cilj da propušta zvučne talase samo kroz difrakcioni otvor. Zatim je u komoru ubačen zvučnik tako da se centar zvučnika nalazi na osi simetrije otvora, to jest osi simetrije same komore. Na zvučnik je prethodno stavljen karton sa malim kružnim izrezom u centru, prečnika 4 cm u cilju dobijanja što vernije kopije tačkastog izvora zvučnog talasa (Ovde je aproksimativno tolerisano to da se zvučni talasi u komori odbijaju i interferiraju i tako kvare pri-



Slika 3.
 Šema aparature.

Figure 3.
 Experimental setup.

marni talas kao i to da se primarni talas može smatrati ravnim. Kasnije će se videti da sve ovo utiče na tačnost rezultata). Zvučnik je spolja priključen na generator signala preko koga se kontroliše frekvencija emitovanog talasa. Na difrakcionom otvoru su postavljena dva parčeta kartona u cilju regulisanja širine otvora. Cela oblast ispred čela komore je mapirana tako što su određena rastojanja od 0.5 m; 1 m; 1.5 m i 2 m i na tim mestima su paralelno čelu gluve komore povučene linije sa centimetarskom raspodelom. Preko ove mape je očitavano rastojanje mikrofona od komore L i od ose difrakcionog otvora X_m . Mikrofon je priključen preko sonde za osciloskop. Blok-šema sastavljene aparature je prikazana na slici 3. Ideja eksperimenta se sadrži u sledećem.

Na generatoru funkcija podesi se frekvencija u opsegu od 1500 do 3000 Hz i uključi zvučnik. Potom se na određenom rastojanju od komore duž ucrtane linije pomera mikrofon u cilju lociranja zvučnih minimuma i maksimuma. Tamo gde se nalazi maksimum osciloskop na ekranu pokaže najveću, a kod minimuma najmanju amplitudu. Merenja se vrše za različite vrednosti frekvencije ν , rastojanja od komore L i širine difrakcionog otvora d , tako da je λ u cilju dobijanja rastojanja minimuma i maksimuma prvog i drugog reda od ose difrakcionog otvora. Sveukupno, planirano je da se obave merenja za pet različitih frekvencija na po četiri ucrtana rastojanja od komore i za po tri različite širine difrakcionog otvora. Posle toga se lako dobija talasna dužina iz već izvedenih formula (1) i (2). Kako je frekvencija zvučnog talasa eksperimentalno zadata to se brzina lako izračunava iz formule $c = \lambda \nu$.

Aparatura

Pri izboru aparature za merenje najviše se vodilo računa o tome da mikrofon bude dovoljno osetljiv u sprezi sa snagom zvučnika. To je u skladu sa materijalnim mogućnostima i opremljenošću laboratorije značilo

samo jedno – izbor dosta osetljivog mikrofona. Kao najbolje rešenje se pokazao ugljeni mikrofoni iz telefonske slušalice. Ipak, najviše problema je bilo pri građenju improvizovane zvučne barijere. Građenje gluve komore posle mnoštva neuspelih eksperimenata sa običnim zidom od kutija i stiropora u funkciji izolatora se pokazalo kao najbolje rešenje. Komora je pravljena sa ciljem što bolje reprodukcije prave gluve komore. Gluva komora ima zidove od vreća punjenih staklenom vunom, ali su pri nedostatku istih u istu svrhu poslužili dušeci i stiroporni blokovi. Komora je bila široka 1.65 m, duga 1.9 m i visoka 1.1 m. Čelo komore je još dodatno ojačano sa dva dušeka, što mu je povećalo širinu na 4.2 m. Debljina prednjeg, čeonog, zida je bila 15 cm, bočnih 40 cm, pozadinskog 60 cm, a krova 30 cm. Unutrašnji deo je napravljen od blokova stiropora od kojih su kao od cigli građeni zidovi komore i on je kao takav bio još jednom spolja oklopljen dušecima i kartonom. Blokovi stiropora su imali dosta reljefast oblik što je doprinelo eliminaciji onog dela zvučnog talasa koji se nije prostirao ka difrakcionom otvoru. Krov komore je napravljen od dušeka i reljefaste ploče od iverice.

Pri projektovanju i građenju komore trebalo je voditi računa o sledeće četiri stvari:

- komora nije smela biti previše kratka jer se tada primarni talas ne bi mogao smatrati ravnim, ali ni previše duga jer bi tada intenzitet talasa pri izlasku iz komore bio veoma nizak što bi onemogućilo njegovo registrovanje mikrofonom
- prednji deo komore je morao biti takav da propušta zvučne talase samo kroz difrakcioni otvor
- trebalo je usaglasiti unutrašnju veličinu komore sa mogućnostima građenja, ali istovremeno pazeći da unutar komore talasi što manje interferiraju.
- zvuk se nije smeo previše probijati kroz deo komore iza čela, jer ukoliko bi pri prolasku zvučnog talasa njegova energija još uvek bila dovoljno velika da se difraktuje preko ivica čela komore – onda bi se slika pokvarila; sve u svemu, taj deo komore je morao biti maksimalno izolovan.

Za eksperiment je korišćeno sledeće:

- osciloskop OS-9020A 0-20 MHz osetljivosti max 5 mVcm
- zvučnik snage 1.5W
- generator funkcija MA 3730
- sonda sa ulazom za osciloskop
- ugljeni telefonski mikrofoni
- lenjir sa milimetarskom raspodelom
- gluva komora
- voltmetar

Tok eksperimenta

Da bi metod bio ovakav kakav je sad bilo je potrebno izvesti dosta eksperimenata i prepravki na zvučnoj barijeri. Na samom početku je bilo planirano da zvučnu barijeru predstavlja običan zid od stiropora. Dimenzije prvog zida su bile $2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$. Međutim, sa njim nije uočena difrakciona slika. Nakon toga je zid postepeno proširivan i nadograđivan, ali zbog nedostatka materijala zid je bio nizak i kratak, pa su se zvučni talasi difraktovali od ivice zida i kvarili sliku. Posle serije neuspelih eksperimenata pokušana je eliminacija pozadinskog dela zvučnih talasa putem kompletne izolacije zvučnika od spoljnog prostora. Tada se javila ideja pravljenja gluve komore. Prva gluva komora je napravljena od stiropora, zidova debelih 30 cm. Tada su po prvi put locirani minimumi i maksimumi, ali su njihova rastojanja od ose difrakcionog otvora mnogo odstupala od očekivanih. Inverznim izračunavanjima se dolazilo do zaključka da je difrakcioni otvor širi od postavljenog. Na taj način su određivana mesta gde je izolacija bila slaba, pa se odmah pristupalo prepravkama u skladu sa pomenutim uslovima. Tada je napravljena komora od kutija i stiropora, ali ni ona nije zadovoljavala potrebe eksperimenata jer nije eliminisala ni 50% pozadinskog dela zvučnog talasa (deo talasa koji se nije kretao prema difrakcionom otvoru). Taj procenat je određen kao količnik izmerenih napona na mikrofону kada je zvučnik bio izolovan komorom i kada nije. Onda su upotrebljeni dušeci umesto kutija i dobijena je komora koja je eliminisala oko 80% pozadinskog dela zvučnog talasa. Čim su merenja počela, javio se problem nemogućnosti registrovanja zvučnog talasa na daljini većoj od pola metra od komore, jer je zvučni talas na daljini većoj od te imao veoma nizak intenzitet i nije se mogao registrovati mikrofonom, pa je odlučeno da se merenja vrše samo na tom rastojanju. Isto tako se došlo do zaključka da nije moguće pomoću kartona regulisati širinu difrakcionog otvora jer je dosta tanak, nego je potrebno umesto njega upotrebiti izolaciju debljine samog čela komore što je bilo krajnje nepraktično pa je prihvaćena širina već postojećeg otvora za stalnu vrednost (24 cm). Moralo se tolerisati i to da udaljenost mikrofona od komore nije bila mnogo veća od širine otvora (svega 26 cm).

Merenja su izvedena u opsegu frekvencija 1500-3000 Hz. Kako je difrakcioni otvor bio relativno širok to je bilo moguće registrovati minimume i maksimume prvog i drugog reda. Rastojanje od ose otvora koje je ograničavalo ravan u koju ne prodiru pozadinski talasi koji su izašli iz komore je iznosilo 1.5 m, ali se moglo verovati samo rezultatima dobijenim u prostoru ograničenim do 90 cm rastojanja od ose otvora. Svi rezultati dobijeni van tog limita su bili nepouzđani jer su se baš na tim rastojanjima opažale posledice aproksimacije primarnog talasa ravnim tala-

som, kao i male razlike udaljenosti mikrofona od komore i širine otvora. To je izazivalo razliku između dobijenih i očekivanih rezultata koji su važili samo za slučaj kada je primarni talas potpuno ravan, kao i kada je pomenuta razlika dosta velika. Vredi spomenuti i to da je bilo problema sa talasima koji su se, dolazeći iz difrakcionog otvora reflektovali od pod (visina otvora od poda nije bila veća od 20 cm) i na taj način kvarili sliku, što se ogledalo u pronalaženju mesta na difrakcionoj slici gde je intenzitet bio bez ikakvog razloga viši ili niži što je navodilo na pogrešan zaključak da se minimumi i maksimumi nalaze na pogrešnom mestu mnogo pre teorijski izračunatog rastojanja. To se donekle rešilo postavljanjem debelog otirača na pod, ali su se i pored toga morali ignorisati ovi veštački minimumi i maksimumi tako što bi se tražio minimum ili maksimum blizu očekivanog mesta i ako bi on bio lociran, svi rezultati za dati minimum ili maksimum dobijeni na kraćem rastojanju bi bili zanemarevani. Pored svega ovog, najveći problem pri merenju je predstavljala inherentna stohastičnost, tj. u nekim trenucima je bilo veoma teško locirati minimum ili maksimum jer se frekvencija emitovanog zvučnog talasa naprasno menjala pod uticajem promene napona u mreži. Isti simptomi su se javljali i usled zagrejanosti osciloskopa i funkcijskog generatora, tako da su se u okviru samo nekih deset minuta po uključivanju instrumenata mogli dobiti dobri rezultati. Sva merenja preko ove granice su davala sve lošije rezultate srazmerno vremenu merenja. Zvučnik i komora su pravili još jedan problem koji se ogledao u pomeranju centralnog maksimuma za određene frekvencije od 5 do 20cm od ose otvora. Pretpostavljam da se to dešavalo zbog nesimetričnosti zvučnika kao i zbog neke rezonantne pojave unutar komore koja nije merena.

Rezultati

Merenjem su dobijeni sledeći rezultati, dati u tabelama 1–4. Istaknute su vrednosti koje nisu uzimane u obzir u daljoj analizi. Sa D su označene vrednosti dobijene s desne strane ose, a sa L – leve.

Tabela 1. Položaji minimuma i maksimuma u prvom setu merenja			
v [Hz]	min1D	max2D	min2D
1500	45	69	
1700	39	63	84
2000	33	54	68
2200	32	59	73
2500	36	51	69
2700	38	61	79
3000	22	37	58

v [Hz]	min1D	max2D	min2D
1500	47	69	89
1600	45	62	87
1700	42	60	84
1800	36	59	82
1900	35	55	73
2000	34	50	61
2200	43	47	52

v [Hz]	min1L	min1D	max2L	max2D	min2L	min2D
2200	30	32	56	59	68	73
2500	34	36	49	51	68	69
2700	36	38	59	61	76	79

U tabelama 1 i 2 predstavljeni su rezultati rastojanja desnih minimuma i maksimuma od ose difrakcionog otvora u centimetrima. Istaknute brojke figurišu visok stepen odstupanja od teorijski dobijenih rezultata i nalaze se u tabelama samo da predoče nedostatke eksperimenata, pa samim tim neće ni biti uzimane u obzir prilikom izračunavanja brzine zvuka. U prvoj tabeli se nalaze rezultati iz prvog seta merenja, a u drugoj tabeli iz drugog. Pre početka merenja, zvučnik je fiksiran tako da se njegov centar poklapa sa centrom difrakcionog otvora. Tokom merenja komora nije prepravljana, pa su svi rezultati dobijeni uz pomoć iste verzije komore. U prvom setu su za deset minuta izmerena rastojanja minimuma i maksimuma sa desne strane za frekvencije od 1500, 1700 i 2000 Hz, a onda su rezultati počeli sve više i više da odstupaju od očekivanih vrednosti. Zbog toga je merenje prekinuto. Posle pauze od desetak minuta merenja su nastavljena sa za frekvenciju od 3000 Hz i rezultati su se manje-više poklopili sa očekivanim vrednostima. Tokom merenja je bilo u nekim trenucima vrlo teško locirati minimume i maksimume jer je zvučnik emitovao vrlo neujednačene signale što se moglo registrovati i čulom sluha. To je uglavnom poticalo od variranja napona u mreži što se istovremeno zapažalo i na neonskim sijalicama (merenja su vršena noću). Kada su vršena merenja za tri frekvencije u opsegu od 2200 do 2700 Hz centralni maksimum je bio pomeren udesno u odnosu na osu i do 20 cm. Na primer, za frekvenciju od 2700 Hz prvo je izmereno odstupanje iznosilo 20cm. Malo posle toga, iznosilo je 10 cm, da bi se posle toga gotovo izgubilo.

Naravno, za vreme merenja komora nije dirana, a i instrumenti su radili bez prekida. Onda je zvučnik u komori okrenut za 180° oko ose normalne na njegovu vertikalnu ravan i izvršen je kontrolni set merenja za gore spomenute tri frekvencije i to sa obe strane ose difrakcionog otvora. Rezultati su se opet isto ponašali, samo u nešto užem intervalu (tabela 3). Sada centralni maksimum nije bio pomeren udesno nego ulevo i njegovo rastojanje od ose je variralo na potpuno isti način kao u prethodnoj seriji merenja. Pretpostavljam da se za određeni skup frekvencija (2200-2700 Hz) ispoljava neka rezonantna pojava unutar komore koja zajedno sa nesimetričnim zvučnikom izaziva pomeranje centralnog maksimuma. To se dešavalo i zbog toga što je pri tim frekvencijama generator funkcija slao zvučniku strujne impulse najvećeg intenziteta pa se zvučnik enormno tresao i na taj način deformisao talase. Inače, talasi najvećeg intenziteta dobijeni pomoću funkcijskog generatora su ležali u granicama frekvencija od 1500 Hz do 3000 Hz, i to tako da je intenzitet prvo rastao od 1500 Hz do 2700 Hz pa je nadalje opadao. Iz istog razloga nisu mogla biti sprovedena merenja za frekvencije veće od 3000 Hz. Međutim, to nije objašnjavalo i to zašto se razlikuju rezultati dobijeni sa leve i desne strane za pomenuti skup od tri frekvencije (tabela 3), jer je komora bila simetrična, a samim tim su i uslovi bili gotovo identični. Zato je izvršen i drugi set merenja, koji je dao odgovor na taj problem. U drugom setu su merena rastojanja već spomenutih minimuma i maksimuma desno od ose difrakcionog otvora. U prvih deset minuta su izmerena prihvatljiva rastojanja za prvih pet frekvencija, ali su primećena neka variranja amplitude na osciloskopu već pri petoj frekvenciji; posle toga, variranja su se stalno povećavala i to je na kraju totalno pokvarilo rezultate koji su upoređivani sa očekivanim (tabela 2). Zaključak je bio da sklopljena aparatūra daje dobre rezultate samo deset minuta po uključivanju, ali pod uslovom da pre toga nije radila bar desetak minuta. Ako se uporede prethodne tri tabele, lako se vidi da je ova metoda dala najbolje rezultate za opseg frekvencija od 1500Hz do 1800 Hz i to za vreme od deset minuta po uključivanju instrumenata. To je još jednom provereno trećim setom merenja, koji je uključio frekvencije od 1500, 1600 i 1700 Hz sa obe strane ose difrakcionog otvora. Sva ta merenja su izvršena za manje od deset minuta. Rezultati su prikazani u tabeli 4.

Tabela 4. Položaji minimuma i maksimuma u trećem setu merenja

v [Hz]	min1L	min1D	max2L	max2D	min2L	min2D
1500	47	47	71	71		
1600	44	44	67	66	88	90
1700	41	42	63	63	83	84

U daljoj obradi, biće korišćeni samo oni rezultati koji su u tablicama obeleženi neistaknutim brojkama, jer su oni, kako se videlo, najpouzdaniji.

Ako koristimo jednačine (1) i (2), i iz njih izrazimo talasnu dužinu dobijamo jednačine:

$$\lambda = X_{\min} d/nL$$

$$\lambda = 2X_{\max} d/3nL$$

koje kada pomnožimo sa odgovarajućom frekvencijom dobijamo jednačine preko kojih lako izračunavamo brzinu zvuka:

$$c = X_{\min} d \nu/nL$$

$$c = 2X_{\max} d \nu/3nL$$

Brzine zvuka za odgovarajuće frekvencije dobijene su iz podataka u tabelama 1, 2, 3 i 4 i prikazane su u tabeli 5.

Tabela 5. Dobijene vrednosti za brzinu zvuka			
Hz	Min1	max2	min2
1500	324	331	
1700	318	343	343
2000	317	346	326
1500	338	331	320
1600	346	317	334
1700	343	326	343
1800	311	340	354
1900	319	334	333
1500	338	341	
1600	338	338	342
1700	335	343	343

Pri tome je frekvencija merena sa greškom od 50 Hz, dok su širina difrakcionog otvora i rastojanje mikrofona od komore određeni sa greškom od 1mm. Rastojanja minimuma i maksimuma od ose difrakcionog otvora su merena sa greškom od 1 cm.

Na osnovu rezultata iz tabele, dobija se srednja brzina zvuka koja iznosi 330 m/s; standardna devijacija je 10 m/s, a maksimalno odstupanje je 30 m/s.

Diskusija

Uzimajući u obzir sve pomenute nedostatke, kao i dobijene rezultate dolazi se do zaključka da je ovo nepraktična metoda za dobijanje brzine zvuka. Rezultati su zadovoljavajući u uskom opsegu uslova. Sa

korišćenom aparaturom dobri rezultati dobijani su samo deset minuta po uključivanju na napajanje. Slab zvučnik, neosetljiv mikrofoni, i nepogodna zvučna barijera su učinili svoje u smanjivanju skupa uslova za dobijanje pouzdanih rezultata. Verovatno bi se dobili bolji rezultati da se koristio jači zvučnik i osjetljiviji mikrofoni, kao i da je umesto gluve komore, od istog materijala bio izgrađen dovoljno velik i debeo zid u funkciji zvučne barijere. Zbog svega ovog, prihvatljivi rezultati su se dobijali na samo pola metra udaljenosti od komore i 90 cm od ose difrakcionog otvora. To je zbog toga što je pri daljini od komore većoj od pola metra bilo nemoguće registrovati zvučni talas zbog niskog intenziteta, kao i zato što su se na udaljenosti većoj od jednog metra od ose komore opažale posledice aproksimacije primarnog talasa ravnim talasom. Isto tako ni širina otvora nije mogla biti proizvoljno mala, jer bi tada difrakciona slika bila dosta razvučena, što bi se onda ogledalo u nemogućnosti lociranja minimuma i maksimuma koji bi bili na dosta velikoj udaljenosti od ose otvora, tj. prelazili bi granicu za dobijanje pouzdanih rezultata. Projekat, pored određivanja brzine zvuka je ujedno i dao pravu predstavu o osobinama difrakcije zvučnog talasa u realnim uslovima i na taj način dao još jedan uvid u sve prednosti i nedostatke ove metode.

Literatura

- Božin, S. Raspopović, M. Danilović, E. 1994. *Fizika za treći razred gimnazije prirodno-matematičkog i opšteg smera*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Cindro, N. 1985. *Fizika 1*. Zagreb: Školska knjiga.
- Jelaković, T. 1969. *Mikrofoni*. Zagreb: Tehnička knjiga.
- Šljivić, S. 1965. *Uvod u fiziku*, (drugo izdanje). Beograd: Naučna knjiga.
- Vučić, V. 1986. *Osnovna merenja u fizici*. Beograd: Naučna knjiga.
- Žižić, O. 1991. *Predavanja iz fizike*. Beograd: Mašinski fakultet.

Igor Stamenov

Determination of Sound Velocity Using Diffraction of Sound Waves

Possibilities of laboratory measurement of sound velocity using diffraction of sound waves are considered. Therefore, wavelength is indirectly determined from diffraction pattern of rectangular aperture. That pattern is analyzed and positions of minimums and maximums are measured.

The most difficult task was to construct sound isolator as a selective permeable barrier expected to pass sound wave through aperture only, and consequently prevent disturbance of diffraction image. Very restrictive set of experimental conditions is required for relatively acceptable results, and therefore we can conclude that described method could not be applicable in a typical laboratory.

