
Keywords: *inter media boundary, hydroacoustic antenna, directional diagram, spring plate, sound pressure.*

УДК 535.563

Федотов В.Г.

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСПЕРСІЇ ПРИРОДНОЇ ОПТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СТАЛОЇ ВЕРДЕ КРИСТАЛІВ В ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ ТА ТЕМПЕРАТУРИ

В статті описана лабораторна установка, розроблена на кафедрі природничих і технічних дисциплін КДАВТ, яка орієнтована на сферу майбутньої професійної діяльності студентів та проведення наукових досліджень.

Ключові слова: *дисперсія, природна оптична активність, стала Верде, криостат, міст Уітстона.*

В лабораторних практикумах для дослідження обертання площини поляризації використовують кругові поляриметри [1, 2]. Але конструкція поляриметрів розрахована головним чином на дослідження оптично активної рідини. Більшість моделей призначається для дослідження розчинів цукру та випускаються під назвою цукрометрів.

В цій роботі розглянуто простий та достатньо точний візуальний метод вимірювання обертання площини поляризації кристалів, яким є спектроскопічний метод [3]. Суть метода полягає в тому, що біле світло, що проходить скрізь досліджуваний кристал, розташований поміж нерухомим поляризатором та аналізатором, який має можливість обертатися, пропускають потім через монохроматор УМ-2. В одержаному спектрі можна спостерігати темні смуги, що відповідають довжинам хвиль, напрямок коливань яких перпендикулярний до площини коливань в аналізаторі. Для точних вимірювань товщина досліджуваного кристала повинна бути такою, щоб у спектрі було видно декілька темних смуг, так як зі збільшенням числа смуг вони становляться більш вузькими та чіткішими.

Установка складається з джерела світла (рис. 1), збиральної лінзи L , поляризатора P , досліджуваного кристала K , монохроматора УМ-2 (1, 2, 3, 4), аналізатора A . Головка аналізатора складається з нерухомого лімба з градусною шкалою G та ноніуса H , що обертається разом з аналізатором. Ціна поділки нерухомого лімба дорівнює 1° . Ноніус має 10 поділок і його точність $0,1^\circ$. Світло після аналізатора потрапляє на вхідну щілину монохроматора. Вихідна щілина монохроматора замінена зоровою трубою з окуляром, тому положення темних смуг на фоні спектра монохроматора можна визначити візуально відносно покажчика, вмонтованого в зорову трубу.

Спочатку, до внесення досліджуваного кристалу поміж аналізатором A та поляризатором P , вони знаходяться в схрещеному стані. По лімбі аналізатора визначаємо кут α_0 . Щоб вимірити кут обертання площини поляризації в досліджуваному препараті для деякої довжини хвилі, встановлюють на відповідну цій довжині хвилі поділку барабана монохроматора, а потім, спостерігаючи спектр, обертають аналізатор до тих пір, доки темні смуги співпадуть з покажчиком, що знаходиться в полі зору окуляра.

Взявши відлік по лімбі аналізатора α_1 , вилучають досліджуваний кристал. Різниця двох відліків $(\alpha_1 - \alpha_0)$ дає величину обертання поляризації в досліджуваному зразку для даної довжини хвилі.

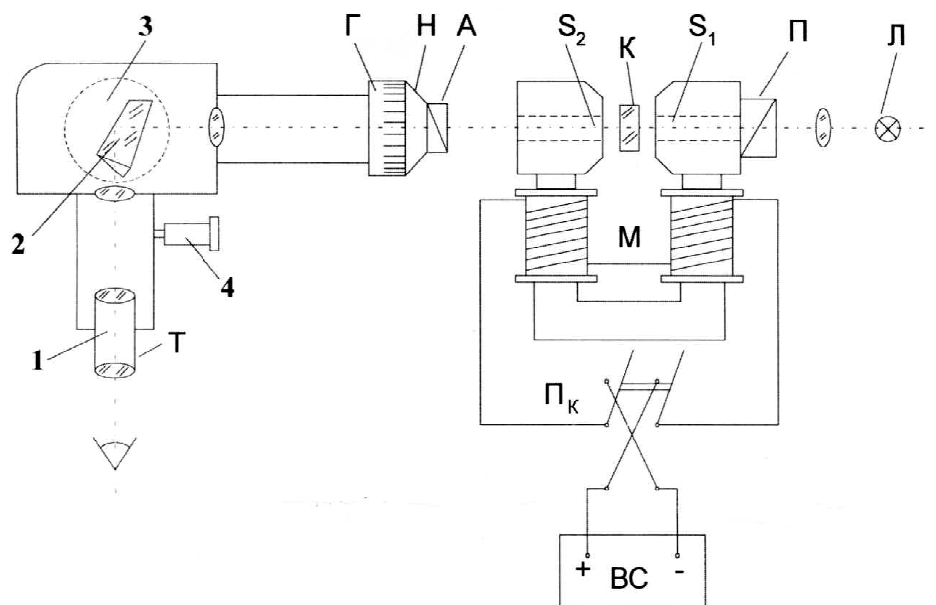


Рис. 1. Установа для дослідження дисперсії природної оптичної активності та визначення сталої Верде кристалів

Кут достатньо вимірити один раз. Однак слід мати на увазі, що вимірюваний кут α дорівнює істинному куту обертання (справжньому) в кристалі тільки в тому випадку, коли останній не перевищує 180° . В протилежному випадку вимірюваний кут α є тільки надлишком істинного кута обертання площини поляризації θ поверх цілого числа полуобертів, тобто $\theta = 180^\circ \cdot n + \alpha$, де n – ціле число.

Щоб визначити α та знайти кут обертання θ в таких випадках, треба виготовити з досліджуваного кристала другий препарат, настільки тонкий, щоб кут обертання в ньому був менше 180° . Виміривши на тонкому препараті кут обертання і помноживши його на співвідношення товщин обох препаратів, отримують наближені значення кута обертання для товстого кристала і з нього визначають число n цілих напівобертів площини поляризації. Знаючи n , легко обчислити по виміряному α точне значення істинного кута обертання θ для товстого препарату і визначити питоме обертання в досліджуваному кристалі значно точніше, ніж це може бути зроблене за результатами вимірювання на тонкому препараті.

При дослідженні дисперсії магнітного обертання і визначенні сталої Верде зразка поміж поляризатором Π та аналізатором A встановлюють електромагніт M . Поміж полюсами електромагніта з наскрізними каналами S_1 та S_2 вміщують досліджуваний зразок K . Живлення обмоток електромагніта здійснюється від випрямляча BC . Перемикачем $ПК$ змінюють напрям току.

При включенні магнітного поля природний кут повороту оптично активної речовини додається до кута оберту, викликаного дією магнітного поля. Для вимірювання кута магнітного обертання при відповідній довжині хвилі λ обертом аналізатора суміщають чорну смугу з покажчиком окуляра та записують відлік по лімбі аналізатора в градусах.

При наявності магнітного поля темна смуга зміститься в той чи інший бік відносно нерухомого покажчика зорової труби монохроматора.

Обертом аналізатора знову суміщають темну смугу з покажчиком і записують відлік φ' по лімбі. Вимірний кут магнітного обертання буде дорівнювати

$$\varphi_1 = (\varphi' - \alpha). \quad (1)$$

Перемикачем ПК вимірюють напрям току в обмотках електромагніта. Середній кут магнітного обертання дорівнює

$$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2). \quad (2)$$

Значення сталої Верде для визначених довжин хвиль (визначеної довжини хвилі) обчислюється за формулою

$$V = \frac{\varphi}{l \cdot B}. \quad (3)$$

На запропонованій установці досліджувалася дисперсія природного обертання площини поляризації в інтервалі довжин хвиль 0,55 мкм – 1 мкм на кристалах тетрагональної модифікації дифосфіду цинку та дифосфіду кадмію. Питома обертання змінювалася від 500 град/мм при 0,55 мкм до 100 град/мм при 1 мкм на кристалах ZnP_2 та 900 град/мм при 0,55 мкм до 400 град/мм при 0,7 мкм на кристалах CdP_2 . Стандартна похибка вимірювань становить 0,5 град/мм.

Фарадеевське обертання вимірювалося в магнітному полі з індукцією 1,5 Тл при довжині хвилі 0,65 мкм. Стала магнітного обертання кристалів CdP_2 складала 0,57 хв/см·Е. Стандартна похибка вимірювань – 0,025 хв/см·Е.

Для оптичних вимірювань у широкому діапазоні температур використовувалася спеціальна посудина Дьюара, будова якої докладно описана в [4]. Вакуум підтримувався маленьким масляним дифузійним насосом зі швидкістю відкачки 100 л/с. Температура у криостаті підтримувалася постійною за допомогою регулювання струму через вугільний опір, що знаходився на дні посудини. Регулювання струму відбувалося автоматично, задля чого опір підключався до одного з плечей містка Уїтстона, що живився змінним струмом. Вихідна напруга містка підсилюється, випрямлюється фазовим детектором і підводиться до невеликого (6 Вт) підсилювача потужності, а від нього – до нагрівача. Місток регулюється таким чином, що при досягненні бажаної температури на його виході виникає сигнал потрібної фази, що викликає відповідний струм у колі навантаження. При зменшенні температури потужність нагрівника зростає, при збільшенні температури потужність нагрівника спадає. Якщо температура зростає настільки сильно, що сигнал на виході містка має зворотну фазу, то фазовий детектор перешкоджає проходженню цього сигналу до підсилювача потужності. Забезпечення протягом години сталої температури у криостаті з точністю 0,001°C не викликало труднощів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физический практикум / под ред. В.И. Ивероной. – М.: Наука, 1968. – 815 с.
2. Гольдин Л.Л., Игошин Ф.Ф., Козел С.М. и др. Лабораторные занятия по физике. – М.: Наука, 1983. – 704 с.
3. Меланхолин Н.М. Методы исследования оптических свойств кристаллов. – М.: Наука, 1969. – 147 с.
4. Техника физического эксперимента Э.Ангерер. – М.: Физ.-мат. Литература, 1962, – 452 с.

В статті описана лабораторна установка, розроблена на кафедрі естественних і технічних дисциплін КГАВТ, котра орієнтована на сферу майбутньої професійної діяльності студентів, а також може бути використана для проведення наукових досліджень.

Ключевые слова: дисперсія, естественная оптическая активність, постійна Верде, криостат, мост Уїтстона.

The paper describes the laboratory setup, developed at the department of natural sciences and engineering disciplines Kyiv State Maritime Academy, which focuses on the scope of future careers of students, and can also be used for scientific research.

УДК 551.463.2

Лисютин В.А., Ластовенко О.Р.

АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРЯ

В статье рассматриваются некоторые акустические методы исследования водного слоя моря и слоистой структуры его дна. Анализируется применимость ряда томографических методов в условиях мелкого моря.

Ключевые слова: *томография мелкого моря, нормальные волны, акустические поля, коэффициент отражения, групповая скорость*

В акустике океана можно выделить два основных направления: первое – изучение влияния свойств и динамики моря на распространение акустических сигналов – прямая задача, второе – использование акустических сигналов для исследования внутренней структуры вод моря и его дна – обратная задача. Для второго направления основным объектом исследования являются физические и акустические характеристики водного и донных слоев. Интересы океанологов в основном связаны с возможностями акустического мониторинга разномасштабных гидродинамических возмущений в море: вихрей, меандрирующих течений, внутренних волн, фронтальных зон, интересы инженеров – с возможностями восстановления акустических и физических параметров донных осадков. Решение обратных задач сводится к принципиальной возможности получать информацию о свойствах среды по характеру распространения, отражения и рассеяния акустических волн [1].

Законы распространения звука в море весьма сложны, и в первую очередь это относится к шельфовым районам мелкого моря. Скорость звука существенно меняется как по вертикали, вследствие изменения температуры и солености с глубиной, так и по горизонтали. Кроме того, на распространение звука оказывает влияние его рассеяние на неровных границах волновода [2].

Целью настоящей статьи является не столько критический (применительно к условиям мелкого моря) обзор существующих акустических методов исследования моря, объединяемых в настоящее время общим термином «томография», сколько попытка сформулировать принципиальные возможности и выработать перспективные идеи, основанные на волновом подходе к решению обратных задач акустики мелкого моря.

В 1979 году американские ученые В. Манк и К. Вунш предложили схему, предназначенную для реконструкции мезомасштабных неоднородностей поля скорости звука по измеренным временам прихода импульсного сигнала по различным лучевым траекториям. По аналогии с медицинской рентгеновской томографией, схема Манка была названа "акустическая томография океана" (АТО), основная задача которой – просветная диагностика крупномасштабных (десятки и сотни километров) неоднородностей океана на трассе между источниками и приемниками звука. Лучевая АТО в глубоком море позволяет дистанционно получать не только интегральные характеристики среды, но и параметры некоторых локальных неоднородностей, а также наблюдать эволюцию среды в течении времени проведения измерений. К настоящему времени с помощью АТО решаются задачи акустической термометрии, халинометрии, томографии течений [1,3].