

ТИПИ РЕФРАКТОМЕТРІВ

Рефрактометри є широко застосовними пристроями. Вимоги щодо кожного з типів таких приладів відрізняються в залежності від сфери застосування. Тому з часом з'явилися рефрактометри, які відрізняються конструкцією, точністю та процесом вимірювання. Наприклад, існують такі їх види: рефрактометр Аббе, кишеньковий, цифровий, автоматизований та технічний рефрактометри.

Рефрактометр Аббе

Рефрактометр Аббе був названий на честь його винахідника Ернста Аббе (1840-1905). Це був перший рефрактометр, який дозволяв точно визначити показник заломлення рідин. Принцип його роботи базується на явищі повного внутрішнього відбивання.

Використовують цей прилад для вимірювання показника заломлення рідин. Еталонні лінзи (призми) можуть мати високий показник заломлення. Світло від джерела відбивається дзеркалом і потрапляє на подвійну призму. Декілька крапель зразка вміщують в так звану подвійну призму Аббе. Падаюче світло проходить через подвійну призму і досліджувану речовину тільки у тому випадку, коли кут падіння на границі поділу є меншим, ніж критичний кут (кут повного відбивання). Мікроскоп та дзеркало, з взаємопов'язаними механізмами, використовуються для визначення світлої або ж темної границі (тіньової лінії).

Оператор такого рефрактометра настроює дзеркало за допомогою поворотної ручки так, щоб світла/темна границя була розташована на перехресті окуляру мікроскопу. Після цього відповідне значення показника заломлення можна отримати зі шкали Верньєр. Оскільки границя «світло-темнота» характеризується малою контрастністю, то визначити її можна лише вручну. Точність класичного рефрактометра Аббе становить $nD = 0,0002$, де четвертий знак після коми визначається усередненням великої кількості окремих вимірювань. Результати вимірювань є дещо суб'єктивними, та часто відрізняються у різних операторів.

Напівавтоматизовані рефрактометри оснащені цифровим дисплеєм, який відображає результати вимірювань, і таким чином дозволяє отримувати більш точні дані. Проте ручне налаштування такого приладу й надалі є необхідною, тому результати, як і раніше, мають суб'єктивну складову.

Кишеньковий рефрактометр

Універсальні портативні рефрактометри є дуже простими у використанні. Вони мають широкий спектр застосувань, через наявність декількох вимірювальних шкал. Кишенькові рефрактометри використовують бджолярі для визначення вмісту води у меді, виноградарі для визначення вмісту цукру у винограді та виноградному мусі, а також акваріумісти для визначення вмісту солі у морських акваріумах.

Достатньо буде невеликої краплини досліджуваного зразка для визначення показника заломлення. Вимірювану величину можна визначити за допомогою окуляра, який розташовується навпроти джерела світла. Вертикальна шкала перетинається з граничною горизонтальною лінією, на значенні показника заломлення, яке відповідає досліджуваному зразку.

Для температурної компенсації рідин у наявності є рефрактометри із вбудованою автоматичною температурною корекцією (Automatic Temperature Correction (ATC)).

Цифровий рефрактометр

Цифрові рефрактометри працюють так само як і ручні. Проте їм притаманне автоматичне визначення і зчитування граничної лінії. Таким чином, результати вимірювань позбавлено суб'єктивності (яку спричиняє оператор, при вимірюваннях на ручному рефрактометрі) та стають більш точними. Як правило, у доступі є основний набір шкал.

Автоматизований рефрактометр

Автоматизовані рефрактометри повністю позбавлені суб'єктивної складової вимірювань, що забезпечує найвищий рівень точності. На відміну від ручних рефрактометрів, тут можна проводити вимірювання показника заломлення при різних температурах або довжинах хвиль. Автоматизовані рефрактометри зазвичай застосовуються у наукових та дослідницьких лабораторіях, де потрібні висока точність вимірювання та хороший контроль умов експерименту.



Рис.1. Сучасний автоматизований рефрактометр виробництва Anton Paar.

Сучасні прилади оснащені світлодіодами, які слугують джерелом світла, адже вони значно кращі ніж старі вольфрамові та натрієві лампи, оскільки мають великий термін експлуатації – 100 000 годин. Задля встановлення правильної довжини хвилі встановлено високоточний інтерференційний фільтр. Щоб забезпечити узгодженість рефрактометричних вимірювань, їх проводять при довжині хвилі $\lambda=589,3$ (D-лінія натрію). Принцип роботи приладу такий, як і у інших рефрактометрів:

- монохроматичне світло падає під різними кутами на призму та зразок;
- інтенсивність відбитого світла визначається за допомогою ПЗЗ(CCD)-матриці;
- положення світлої/темної границі визначається автоматично.

Темні, мутні і навіть непрозорі зразки, такі як кетчуп, майонез чи гірчиця можуть бути досліджені за допомогою повністю автоматизованого сучасного рефрактометра. Для цього необхідно на вимірювальну призму нанести 2-3 каплі зразка (або декілька грамів) за допомогою піпетки або шпателя. Для того щоб запобігти випаровуванню та розсіянню світла, кришка зразка розташовується над зразком і призмою. Після проведення вимірювань зразок видаляється з призми шляхом протирання м'якою паперовою тканиною. Слід зазначити, що тут вдалося уникнути складної очистки двох половин призми, що необхідно робити у випадку простих рефрактометрів.

Автоматизовані рефрактометри застосовуються у багатьох галузях промисловості: під час переробки харчових продуктів, визначення вмісту цукру у напоях, для контролю якості, тощо. У цих галузях показник заломлення часто розраховується за шкалою Брікса ($^{\circ}$ Brix). Значення знайдене за цією шкалою відображається безпосередньо на пристрої, і, по суті, визначає вміст сухої

сахарози в розчині чистої води. Однак, ці значення використовуються також, як характерна величина в контролі якості соків та інших харчових продуктів, а іноді і при аналізі таких зразків, як нафта.

Технологічний рефрактометр

Технологічні рефрактометри дозволяють проводити безперервний аналіз показника заломлення, без необхідності забирати зразок до лабораторії. Ці пристрої складаються із датчиків, які розташовані в лінію або в обхід і приєднані до блоку управління. Блок управління забезпечує цифрове зчитування й



виведення інформації. Так як і інші вдосконалені рефрактометри (тобто всі окрім аббівського та кішенькового), технологічні рефрактометри працюють за принципом визначення повної рефракції, визначаючи критичний кут монохроматичного світла із усього діапазону падаючих кутів.

Рис.2. Технологічний рефрактометр виробництва Anton Paar.

На відміну від інших рефрактометрів, технологічні рефрактометри потребують нульової участі людини у процесі вимірювань і можуть забезпечувати обробку даних «тут і зараз». А отже, ці прилади є корисними у таких великих промислових галузях, як харчова, целюлозно-паперова, нафтопереробна, хімічна та фармацевтична галузі промисловості. Вихідні дані можуть відображатися на дисплеї у будь-якому, зручному у певній ситуації, масштабі. Даний тип рефрактометрів, крім того, може працювати при високих тисках.

Посилання

- [Laboratory refractometers from Anton Paar](#)
- [Inline refractometers from Anton Paar](#)

Данна стаття є перекладом на українську оригінальної **статті**
(<https://wiki.anton-paar.com/en/refractometer-types/>)

Anton Paar GmbH **<https://www.anton-paar.com>**

Переклад виконаний співробітниками Донау ЛАБ УКРАЇНА
<http://dlu.com.ua> - ексклюзивного дистриб'ютора продукції
Anton Paar GmbH в Україні та Молдові



03028 Україна, м. Київ,
вул. Стратегічне шосе, 16

<http://dlu.com.ua>

Тел: +38 (044) 229-15-31

Факс: +38 (044) 229-15-30

e-mail: sale@dlu.com.ua