

П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ДАТЧИК ВОЛОГОСТІ З ОХОЛОДЖУВАНИМ ДЗЕРКАЛОМ

Вода входить до складу навколишнього повітря і є необхідним компонентом для всіх живих істот на Землі. Комфортність навколишніх умов визначається, в основному, двома чинниками: відносною вологістю і температурою. Робота багатьох приладів (високоімпедансних електронних схем, електростатичних чутливих елементів, високовольтних приладів тощо) також сильно залежить від рівня вологості. Як правило, всі характеристики приладів визначаються при відносній вологості 50% і температурі 20-25 °С. Рекомендується підтримувати такі ж умови і в робочих приміщеннях. Для кількісного визначення вологості та вмісту води застосовуються різні одиниці. Вологість газів в системі СИ іноді виражається як кількість парів води в одному кубічному метрі ($\text{г}/\text{м}^3$). Вміст води в рідинах і твердих тілах зазвичай задається у відсотках від загальної маси.

Для вимірювання вологості використовуються прилади, які називаються гігрометрами. Чутливий елемент гігрометра повинен вибірково реагувати на зміну концентрації води. Його реакцією може бути зміна внутрішніх властивостей. Датчики для вимірювання вологості і температури точки роси бувають ємнісними, електропровідними, вібраційними і оптичними.

Більшість датчиків вологості сьогодні мають низьку чутливість. Тому за їх допомогою не можна проводити прецизійні виміри. Для цих цілей потрібно використовувати непрямі методи визначення вологості. Самим ефективним з них є розрахунок абсолютної і відносної вологості за температурою точки роси. Точка роси визначається по температурі, при якій рідка і газоподібна фази води (в даному випадку будь-якої речовини) знаходиться у рівновазі. Температура, при якій пар і тверда фаза води знаходиться у термодинамічному стані рівноваги, називається точкою замерзання. Кожній температурі точки роси відповідає тільки одне значення тиску насиченого пару. Тому, вимірюючи температуру точки роси при відомому значенні тиску, завжди можна знайти абсолютну вологість.

Одним із найточніших датчиків вологості сьогодні є оптичний гігрометр. Основним елементом оптичного гігрометра є дзеркало, температура поверхні якого регулюється за допомогою термоелектричного насоса. Поріг чутливості дзеркала налаштовується на температуру точки роси. Досліджуване повітря за допомогою насоса проганяється над поверхнею дзеркала. Якщо температура дзеркала переважає точку роси, на його поверхні конденсуються краплі води. При цьому відбивні властивості дзеркала змінюються, оскільки краплі води розсіюють проміння світла, що детектується відповідним фотодетектором.

Однак, вимірювання вологості даним методом має ряд недоліків: відносно високу вартість, можливість забруднення дзеркальної поверхні і досить високе споживання електроенергії тепловим насосом. Тому запропоновано використовувати для вимірювання вологості п'єзоелектричний датчик (гігрометр) вологості з охолоджуваним дзеркалом (рис. 1). Основна ідея таких датчиків аналогічна ідеї оптичних гігрометрів з охолоджуваним дзеркалом. Різниця між ними полягає у тому, що точка роси визначається не по зміні оптичного коефіцієнта відбиття поверхні, а за вимірюванням маси охолоджуваної пластини. Ця пластина виготовляється з тонкого кварцового кристалу, який являється частиною коливального контуру.

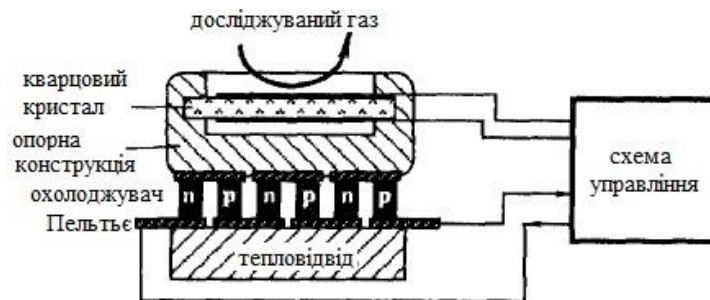


Рис.1. П'єзоелектричний датчик вологості з охолоджуваним дзеркалом

Охолоджувач Пельтьє з високою точністю контролює температуру кварцового кристалу. При зниженні температури до точки роси на поверхні пластини формується тонка плівка з конденсованої води, що викликає зміну маси кристалу. Це призводить до здвигу резонансної частоти коливального контуру від f_0 до f_1 . Нова частота визначається товщиною шару води. Здвиг по частоті призводить до зміни струму в охолоджувачі Пельтьє, що намагається стабілізувати температуру на поверхні кристалу, близькою до точки роси.