МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. Н. КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр»

«Автоматизований пристрій вимірювання вологості газів»

Виконав студент 4 курсу, групи НФ-43
Бондар А.І.
спеціальність:
105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма: Прикладна фізика енергетичних систем
Керівник: ст. викладач Кофман О.Й.

Рецензент:

Харків - 2020 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Руслан СУХОВ
підпис

"____"_____2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Бондар Артур Ігорович

1. Тема роботи «Автоматизований пристрій вимірювання вологості газів» керівник роботи: Кофман Олег Йосипович.
затверджені наказом по університету від "05" грудня 2019 року №0210-05/2249.
2. Строк подання студентом роботи 06.06.2020
3. Перелік питань, які потрібно розробити:
   1) Розглянути типи та принципи вимірювання відносної вологості газів;
   2) Дослідити технічну можливість застосувати елемент Пельтьє для визначення точки роси;
   3) Розробити принципову схему пристрою для вимірювання відносної вологості газів;

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Вибір теми, узгодження, а також затвердження її на кафедрі
2	Робота над літературою та іншими джерелами
3	Затвердження теми на кафедрі
4	Написання вступу до роботи та першого розділу
5	Написання другого розділу
6	Написання третього розділу
7	Завершення написання дипломної роботи (висновки та література)
8	Подача науковому керівнику
9	Відгук, рецензія, підготовка до захисту
10	Попередній захист
11	Захист

5. Дата видачі завдання

Студент _____ Артур БОНДАР
підпис

Керівник роботи _____ Олег КОФМАН
підпис

РЕФЕРАТ

Артур Бондар «Автоматизований пристрій вимірювання газів»
Кваліфікаційна робота бакалавра з прикладної фізики. – Х.: ХНУ імені В. Н.Каразіна, 2020. – 30 с.

Метою роботи є розробка автоматизованого прилада вимірювання відносної вологості, який може використовувати кожен. Пристрій має невеликі габарити і маленьке енергоспоживання.

Предметом дослідження є швидкість зміни температури в процесі охолодження вологого повітря.

Об’єктом дослідження є замкнута система охолоджувач-газ.

В ході виконання дипломної роботи був представлений алгоритм визначення точки роси який може бути використаний в пристроях вимірювання відносної вологості газів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТОЧКА РОСИ, ЕЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЄ, ВОЛОГІСТЬ ГАЗІВ, ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ.

РЕФЕРАТ

Артур Бондарь «Автоматизированное устройство измерения газов» Квалификационная работа бакалавра прикладной физики. – Х.: ХНУ имени В. Н.Каразина, 2020. – 30 с.

Целью работы является разработка автоматизированного прибора измерения относительной влажности, который может использовать каждый. Устройство имеет небольшие габариты и маленький энергопотребления.

Предметом исследования является скорость изменения температуры в процессе охлаждения влажного воздуха.

Объектом исследования является замкнутая система охладитель-газ.

В ходе выполнения дипломной работы был представлен алгоритм определения точки росы который может быть использован в устройствах измерения относительной влажности газов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТОЧКА РОСЫ, ЭЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЕ, ВЛАЖНОСТЬ ГАЗОВ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА.

ABSTRACT

Artur Bondar «Automated gas measuring device»

Qualification work of the bachelor of applied physics. – Kharkiv. – V.N. Karazin KhNU, 2020. – 30 p.

The aim of the work is to develop an automated device for measuring relative humidity, which can be used by anyone. The device has small dimensions and low power consumption.

The subject of the study is the rate of temperature change during the cooling of humid air.

The object of research is a closed cooler-gas system.

As the result was presented an algorithm for determining the dew point that can be used in devices for measuring the relative humidity of gases.

KEYWORDS: DEW POINT, PELTIER ELEMENT, GAS HUMIDITY, AIR TEMPERATURE

ЗМІСТ

Вступ……..……..8

1. Огляд існуючих технологій вимірювання вологості газів……...10
   1.1 Психрометричний метод……..10
   1.2 Метод точки роси ……16
   1.3 Гігроскопічний метод ……..16
   1.4 Масовий метод……..16
   1.5 Сорбційний метод ……....17

2. Обгрунтування методу вимірювання ……..……..19
   2.1 Точка роси ……19
   2.2 Переваги методу точки роси …….....19
   2.3 Недоліки методу точки роси ….……..20

3. Основна ідея пристрою ……...22
   3.1 Елемент Пельтьє ……...22
   3.2 Алгоритм …….……..25

Висновки ……..28

Список використаних джерел……29

Додатки ……30

Вступ

Темою для дослідження було обрано вимір відносної вологості в реальному часі. Відносна вологість - важливий екологічний показник середовища. Занадто низькі або надто високі показники вологості мають негативний вплив на стан людини, а саме це характеризується погіршенням сприйняття, швидкою втомлюваністю, і погіршенням пам'яті. Так само будівельні матеріали, харчові продукти, і навіть електронні компоненти треба зберігати в строго певному діапазоні відносної вологості повітря. Достатня кількість технологічних процесів відбуваються тільки при строгому контролі вмісту парів води в повітрі виробничого приміщення. З огляду на нинішню ситуацію в світі, не буде зайвим нагадати, що сухий зимовий повітря розвиває популяризацію коронавируса, але зі збільшенням вологості влітку і навесні, ризик передачі вірусу повітряно-крапельним шляхом знижується. Особливо важливо стежити за мікрокліматом в будівлях. При нагріванні холодного повітря в приміщеннях, його вологість знижується приблизно на 25 відсотків, а тепле сухе повітря зменшує здатність дихальних шляхів затримувати віруси. В таких умовах знижується і ефективність імунної системи. Однак і занадто висока вологість здатна чинити негативний вплив. Наприклад, у вологих тропічних регіонах вірус, який поширюється повітряно-крапельним шляхом, здатний тривалий час залишатися активним на поверхнях всередині приміщень, особливо при поганій вентиляції.

Так як це досить важливий показник для людини, з'явився інтерес зробити автоматизований прилад вимірювання відносної вологості, який може використовувати кожен, для свого здоров'я. Відмітна особливість пристрою в тому, що в якості вимірювання температури використовується не датчик, а елемент Пельтьє. Елементи Пельтьє це спеціальні термоелектричні

перетворювачі, які працюють за принципом Пельтьє - утворення різниці температур при підключенні електричного струму.

У навколишньому повітрі насправді завжди знаходиться певна кількість водяної пари. Від кількості водяної пари залежить вологість повітря, що міститься в ньому. Більший відсоток молекул води містить сире повітря, ніж сухий. Відносна вологість повітря має велике значення, повідомлення про яку кожен день звучать в зведеннях метеопрогнозу. Відносна вологість - це відношення щільності насиченої пари при даній температурі, що міститься в повітрі, до щільності водяної пари.

Вологість і сухість повітря залежить від того, наскільки близька його водяна пара до насичення. Якщо вологе повітря охолоджувати, то пар що знаходиться в ньому можна довести до насичення, надалі він буде конденсуватися. Якщо є поява перших крапель сконденсировавшейся рідини - роси, то це ознака того, що пар наситився. Температура, при якій пара, що знаходиться в повітрі, стає насиченим, називається точкою роси.

Точка роси також характеризує вологість повітря. Приклади: запотівання холодного скла, якщо на нього подихати, випадання роси під ранок, вогкість в підвалах будинків, створення краплі води на холодній водопровідній трубі.

Завданнями цієї роботи є такі положення:

1. Розглянути типи та принципи вимірювання відносної вологості газів;
2. Дослідити технічну можливість застосувати елемент Пельтьє для визначення точки роси;
3. Розробити принципову схему пристрою для вимірювання відносної вологості газів

1. Огляд існуючих технологій вимірювання вологості газів

В даний час найбільшого поширення в промислових приладах отримали наступні методи вимірювання вологості газів і повітря: психрометрический, точки роси, сорбційний і оптичний.

1.1 Психрометричний метод

Заснований на використанні приладу, званого психрометром, який складається з двох розташованих поруч термометрів. Один з термометрів, звичайний, називається сухим, що вимірює температуру повітря. Балончик з розширюється рідиною іншого термометра обертають легкої гигроскопической тканиною, наприклад батистом, у вигляді чохла, нижній кінець якого опускають в посудину з водою. Вода по чохлу, як по гноті, піднімається до балончика і постійно змочує його. Цей термометр називається вологим або мокрим і вимірює температуру повітря по мокрому термометру.

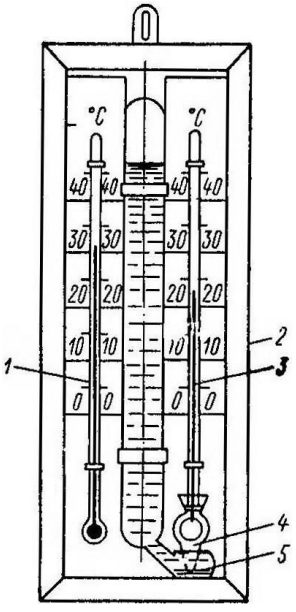


Рис 1. Психрометр Августа.

1 - сухий термометр; 2 - дерев'яна панель; 3 - вологий термометр; 4 - чохол; 5 - посудина з водою.

Балончик цього термометра обгорнутий змоченою тканиною. На випаровування води з тканини витрачається теплота пароутворення, що призводить до зниження температури вологої тканини і поступового зниження показань мокрого термометра. Внаслідок утворюється різниці температур теплота від навколишнього повітря починає надходити до вологої тканини. Температура мокрого термометра буде знижуватися до такого значення, при якому кількість прихованої теплоти, що витрачається тканиною на випаровування, стане рівною кількості явною теплоти, що віддається повітрям тканини. Стале значення температури мокрої тканини і шару насиченого повітря біля неї називають температурою мокрого термометра для повітря даного стану. Під температурою мокрого термометра слід розуміти температуру, яку приймає повітря в результаті його адіабатичного насичення (зволоження). Різниця показань сухого і мокрого термометрів (називається психрометричні різницею або депресією мокрого термометра. Вона тим більше, чим сухіше повітря, тобто чим менше його відносна вологість.

За температурі повітря і психрометричні різниці можна визначити відносну вологість і інші параметри повітря. Для більш простого визначення складають психрометричні таблиці, що додаються до психрометри і є в численній спеціальній літературі. Недоліком психрометра Августа є його порівняно мала точність через істотного впливу радіаційних приток до незахищеного приладу при недостатній швидкості повітря близько балончика. Тому свідчення мокрого термометра будуть дещо завищені в порівнянні з істинною температурою.

Для підвищення точності показань мокрого термометра вдаються до штучного збільшення швидкості повітря близько балончиків психрометра і захисту його від зовнішніх теплопритоків. При швидкостях повітря близько

балончиків 1,5 ... 2 м / с помилка у визначенні становить менше 1%. Пояснюється це тим, що при підвищених швидкостях повітря конвективний приплив теплоти, що врівноважує втрати теплоти в шарі насиченої повітря близько кульки термометра від випаровування вологи, збільшується і відносний вплив зовнішніх теплопритоків значно зменшується. Зручним і досить точним приладом для визначення вологості повітря служить аспіраційний психрометр Ассмана. Обидва термометра укладені в металеві трубки, через які спеціальним вентилятором з пружинним або електричним двигуном, змонтованим у верхній частині приладу, пропускається досліджуване повітря зі швидкістю 2,5 ... 3,0 м / с. Поверхня трубок для захисту термометрів від теплового опромінення полірована і нікельована. В іншому аспіраційний психрометр влаштований так само, як і психрометр Августа.

Існують також електричні психрометри, побудовані за принципом електричного містка опору.

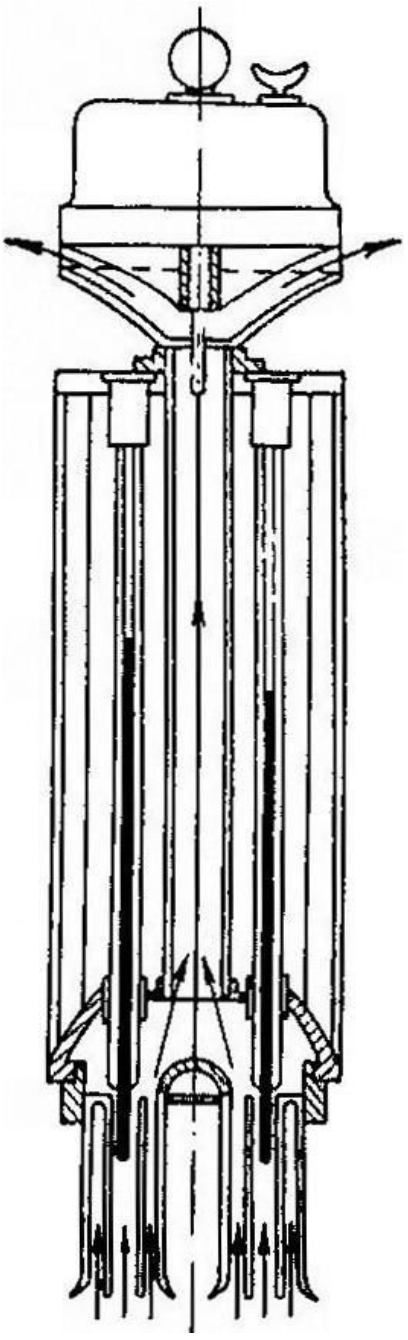


Рис 2. Психрометр Ассмана.

Стан повітря за показами сухого і мокрого термометрів легко визначити в діаграмі. Нехай показання сухого термометра одно tA, а показання мокрого термометра tB. Якщо на діаграмі нанесені ізотерми tB = const, точка А, що характеризує стан повітря, і φA знаходяться на перетині ізотерм tA = const і tB = const. Якщо ж в d-l діаграмі немає ізотерм по мокрому термометру, потрібно

з точки K, перетину ізотерми t = tB з кривою насичення φ = 1 піднятися по лінії I = const до перетину з ізотермою tA.

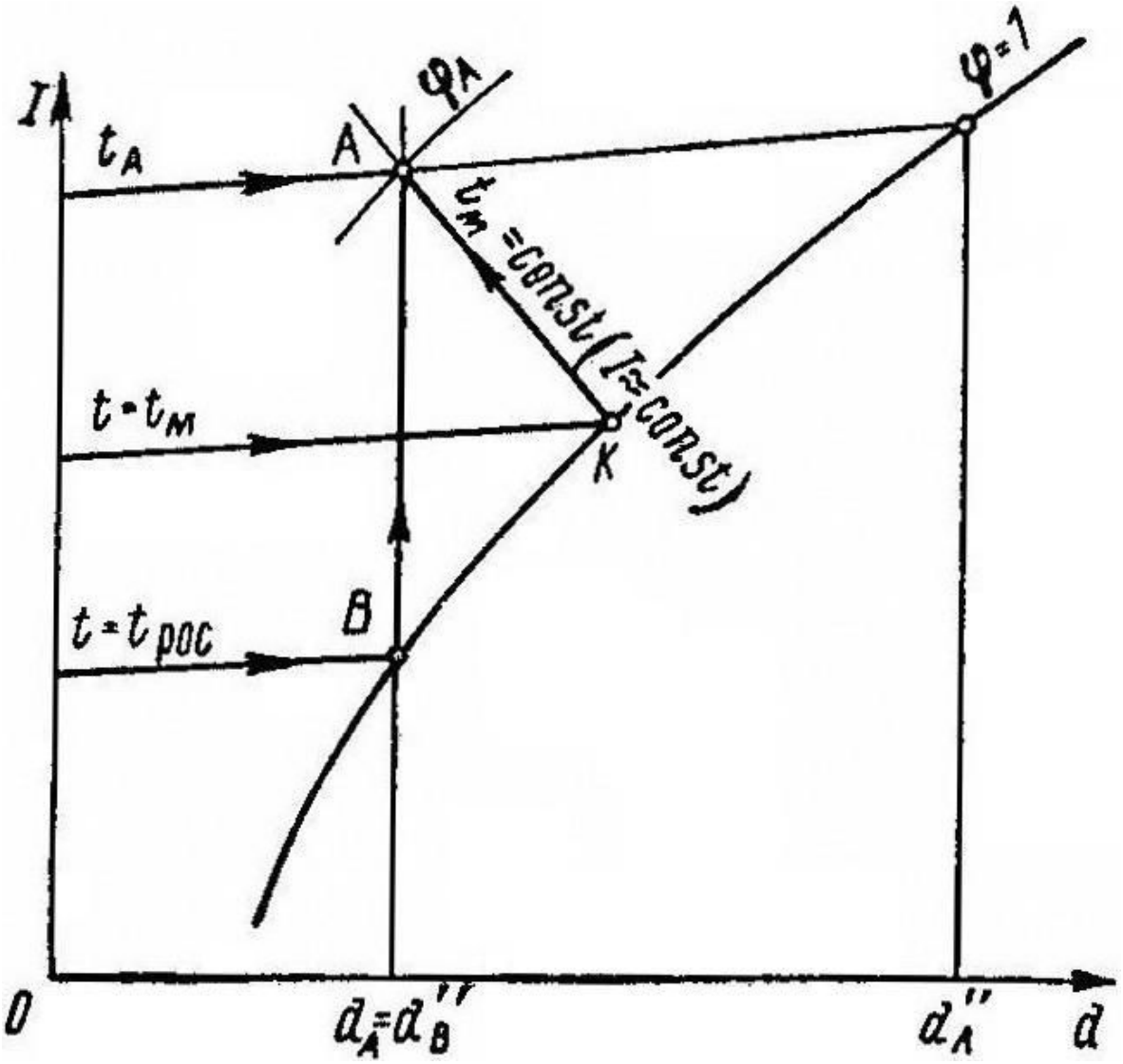


Рис. 3.

Визначення вологості повітря Психрометричний методом і методом точки роси в діаграмі.

При позитивній температурі повітря психрометри працюють з похибкою ± 1 ... 2%, при негативній точність їх показань різко знижується через утворення у балончика мокрого термометра скоринки льоду, виділення теплоти затвердіння; при t ≤ 0 ° C практично ними не користуються.

1.2 Метод точки роси

Заснований на вимірюванні температури повітря, що охолоджується, наприклад, металевої неокісляющуюся дзеркальною поверхнею. У момент початку випадання крапельної вологи на дзеркалі фіксується його температура. Метод точки роси менш точний, ніж психрометрический. Однак він застосуємо при температурах до -70 ° С.

1.3 Гігроскопічний метод

Заснований на здатності деяких матеріалів змінювати свою форму і розміри, або властивості при всмоктуванні вологи з повітря в кількості, пропорційний його відносної вологості. Тому, використовуючи ці матеріали в механічних або мостових електричних схемах, можна створювати пристрої невисокої точності, звані гігрометрами.

1.4 Масовий метод

Найбільш точний, але трудомісткий і вимагає спеціального обладнання - вентилятора, вологопоглиначів. Повітря продувають через поглиначі. Віднісши об'ємний витрата повітря до маси поглиненої всієї вологи, визначають абсолютну вологість повітря. За температурі повітря з таблиць насиченої пари знаходять його щільність, тобто абсолютну вологість насиченого повітря.

У дистанційних психрометрами використовуються термометри опору, терморезистори.

Схема автоматичного гігрометра для визначення точки роси представлена нижче.

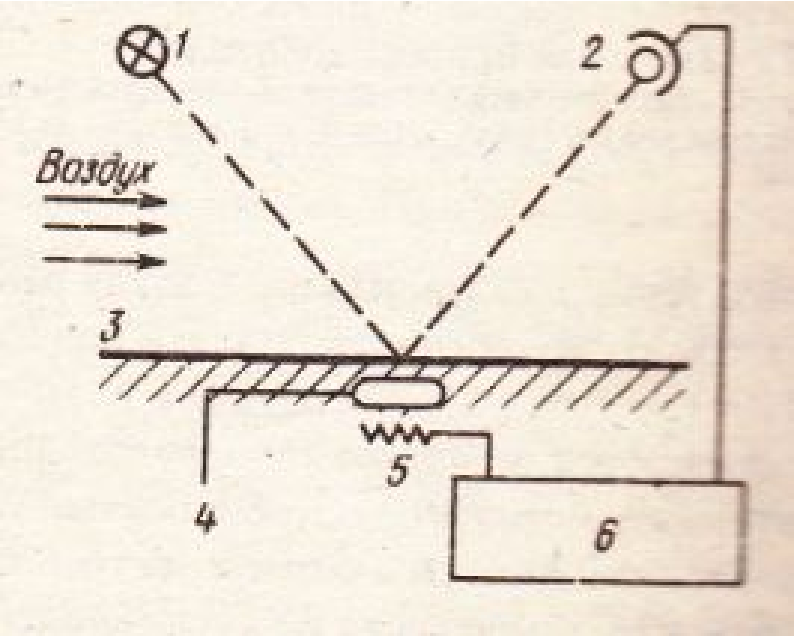


Рис 4. Гігрометр.

1-джерело світла; 2-фотоприймач; 3-дзеркальна поверхня; 4-джерело охолодження; 5-термопара; 6-вимірювальний пристрій.

За виміряну температуру точки роси робочого середовища приймається усереднене значення температури дзеркала, при якій відбувається зникнення або утворення конденсату. Відзначимо, що точність вимірювань залежить від швидкості охолодження і стану поверхні дзеркала.

Їх недолік в тому що є необхідність забезпечення охолодження (нагрівання) дзеркала, періодичного очищення поверхні дзеркала від пилу, визначення моменту появи роси і регулювання температури. Перевага – стабільні показання при негативних температурах.

1.5 Сорбційний метод

Побудований на поглинанні вологи з аналізованого середовища будь-яким гігроскопічним речовиною. Обсяг поглиненої вологи визначають по зміні маси або інших параметрів влагосорбирующих матеріалів. Застосування сорбційних гігрометрів виправдовується низькою вартістю і

простотою їх конструкції, але абсолютно непридатні або мало придатні для визначення вологості в широких межах її зміни при дуже низьких температурах, близько -50, -70°С.

2. Обгрунтування методу вимірювання

2.1 Точка роси

Точка роси - температура, до якої повинно охолодитися повітря, щоб водяна пара що міститься в ньому досягла межі насичення. Сказавши інакше, щоб відносна вологість газу при цьому становила 100%. Подальше охолодження повітря або приплив водяної пари викликає утворення конденсату. При негативних температурах - інею, льоду або снігу, при позитивних-роси.

Для прикладу можна взяти предмет який принесли в тепле приміщення з морозу. Повітря над поверхнею такої речі охолоджується нижче точки роси і на поверхні утворюється конденсат. Далі річ нагрівається до температури приміщення, і конденсат випаровується. До речі, з цим і пов'язана рекомендація не включати відразу побутові прилади, занесені з морозу.

Основними характеристиками вологого повітря є: щільність водяної пари в повітрі і відносна вологість повітря.

Повітря є складовим газом, в ньому міститься безліч різних газів, в тому числі водяна пара. Для оцінювання його кількості в повітрі необхідно визначити, яку масу мають водяні пари в певному виділеному обсязі - таку величину характеризує щільність. Щільність водяної пари в повітрі називають абсолютною вологістю.

Абсолютна вологість повітря - кількість вологи, що міститься в одному кубічному метрі повітря.

Відносна вологість повітря - величина, що показує наскільки далекий пар від насичення. Тобто величина відносної вологості, простими словами, показує наступне: якщо пар далекий від насичення, то вологість низька, якщо близький - висока.

2.2 Переваги методу точки роси

1) може бути отримана досить висока точність вимірювання вологості, включаючи дуже низькі температури;

2) забезпечується досить висока точність визначення низьких значень відносної вологості повітря;

3) можна використовувати прилади точки роси без спеціальної градуювання по вологості;

4) швидкість реагування приладу на зміну вологості досить велика навіть при низьких температурах;

5) приладом вимірюється температура точки роси, консервативна щодо зміни температури повітря. Є можливість герметизувати камеру і підводити до приладу досліджуване повітря на досить велику відстань по трубках без істотного погіршення точності вимірювання;

6) є можливість порівняно просто проводити градієнтні вимірювання, переміщаючи забірну трубку по вертикалі;

7) показання приладу не залежить від напрямку зміни вологості;

8) можна виконувати дистанційні вимірювання, застосовуючи електричні термометри.

2.3 Недоліки методу точки роси

1) при вимірах необхідно використовувати пристрій для охолодження дзеркальця;

2) конструкція приладу дещо складна, особливо автоматичного гігрометра;

3) точність вимірювання відносної вологості при інших рівних умовах зменшується в міру її збільшення. Відносна вологість близько 100% вимірюється з найбільшою похибкою;

4) при використанні неавтоматичного гігрометра можливі значні похибки внаслідок забруднення поверхні дзеркальця, неточного уловлювання моменту визначення температури дзеркальця і неправильного визначення фази конденсату. Для забезпечення необхідної точності вимірювань потрібно більш складний прилад.

Істотним недоліком гігрометрів точки роси, що перешкоджає їх досить широкому застосуванню, є необхідність застосування спеціального пристрою або охолоджуючої речовини, такого, як тверда двоокис вуглецю, для зниження температури дзеркальця.

При досить зручному способі вимірювання вологості газів, незручність яка заважає нам це робити - гігрометри доступні для нас на даний момент. Заради спрощення процесу вимірювання газів, з'явилася ідея зробити

вимірювач використовуючи тільки елемент Пельтьє. Це спростить процес виготовлення пристрою, а також дозволить усунути недоліки які має поточний гігрометр - а саме необхідність в охолодженні дзеркальця заради скорочення відсотка похибки. Ми можемо виміряти актуальну температуру повітря, також відносну вологість, завдяки штучним визначенням температури, при якій відбувається етап випадання конденсату. Завдяки первісній температурі, і температурі при якій ми спостерігали різку конденсацію, є можливість дізнатися вологість повітря.

3. Основна ідея пристрою

3.1 Елемент Пельтьє

В основі роботи термоелектричного охолоджуючого модуля лежить ефект, відкритий французьким годинникарем Жаном Пельтьє, який в 1834 р. виявив, що при протіканні постійного електричного струму в ланцюзі, що складається з різнорідних провідників, в місцях контактів провідників виділяється або поглинається, в залежності від напрямку струму, тепло. При цьому кількість цієї теплоти пропорційно току, що проходить через контакт проводніков. Наіболее сильно ефект Пельтьє проявляється на контактах напівпровідників з різним типом провідності (p- або n-). Пояснення ефекту Пельтьє полягає у взаємодії електронів провідності, сповільнилися або прискорити в контактному потенціал p-n переходу, з тепловими коливаннями атомів в масиві напівпровідника. В результаті, в залежності від напрямку руху електронів і, відповідно, струму, відбувається нагрів (Th) або охолодження (Tc) ділянки напівпровідника, що безпосередньо примикає до спаю (p-n або n-p переходу).

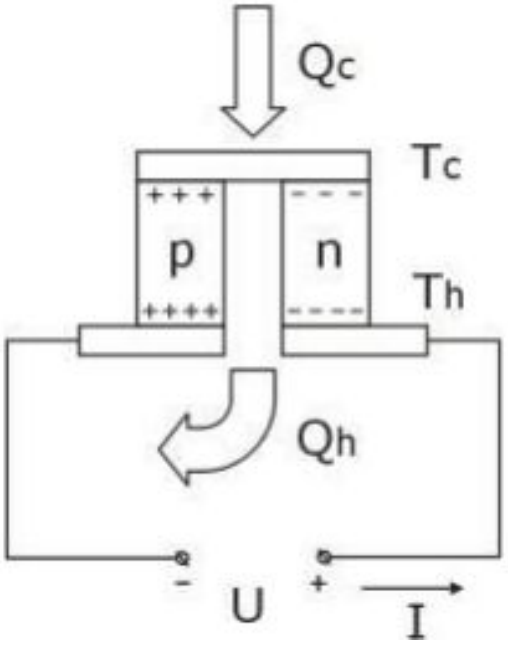


Рис 5. Схема дії ефекту Пельтьє.

При проходженні постійного електричного струму виникає різниця температур між його сторонами: одна пластина (гаряча) нагрівається, а інша (холодна) охолоджується.

По суті елемент Пельтьє є своєрідним тепловим насосом. При використанні модуля Пельтьє необхідно забезпечити ефективне відведення тепла з його гарячої сторони, наприклад, за допомогою повітряного радіатора або водяного теплообмінника. Тут треба врахувати, що відводити доведеться не тільки "перекачується" теплоту, але і додається самим модулем. Якщо підтримувати температуру гарячої сторони модуля на рівні температури навколишнього середовища, то на холодній стороні можна отримати температуру, яка буде на десятки градусів нижче.

Переваги систем Пельтьє в тому, що за рахунок відсутності рухомих і швидкозношуваних деталей все елементи

Пельтьє дуже надійні, довговічні і не потребують техобслуговуванні. Крім того, вони не створюють ніяких вібрацій і шумів. Тому елементи компактні і без праці дозволяють об'єднувати навіть кілька модулів в один блок. Ще одна перевага полягає в недорогому виробництві. У системах Пельтьє немає хладагентов, які легко спалахують, руйнують озоновий шар і викликають парниковий ефект. Відпадає потреба в цілому контурі охолодження з компресором, дроселем і конструктивними елементами випарника і конденсатора, які займають багато місця. Елементи не потребують техобслуговуванні, а в разі виходу з ладу без праці замінюються.

Сучасні технології регулювання дозволяють більш точно дозувати охолоджуючий ефект, ніж в стандартному компресорі. Крім того, в результаті перемикання полюсів функція може змінюватися на протилежну, тобто охолоджуючий елемент може ставати ефективним нагрівальним елементом.

Недоліки систем Пельтьє, в тому що при створенні модулів Пельтьє технічно неминуче дуже тісне розташування

теплою і холодною сторін. На практиці товщина сучасних модулів Пельтьє становить всього 3-5 мм, що вимагає дуже ефективного підведення і відведення тепла. Ця технічна дилема вирішується установкою великих радіаторів з вентиляторами. Продуктивність модуля Пельтьє залежить в першу чергу від необхідної різниці температур. Чим більше різниця температур, тим менше потужність перекачування, а при різниці близько 70 К потужність падає до нуля (на сьогоднішній день розвитку технології Пельтьє). Більш високі значення різниці вдається реалізувати лише за рахунок витратної установки багатоступеневих елементів.

Елементи Пельтьє здатні поглинати тепло з одного боку і віддавати його з іншого. В якості посередника в цьому оборотному процесі перекачування виступає електричний ток або його носій заряду. Електричний струм є свого роду холодоагентом в контурі охолодження, а потужність перекачування в ідеалі пропорційна проходить току. Процес незворотного перетворення струму в Джоулево тепло неминучий через провідникові елемента Пельтьє. Виділяється в результаті цього тепло не тільки означає втрату потужності, але і вимагає компенсації виникаючих на холодної стороні теплових втрат через потужність перекачування до моменту досягнення корисної холодопродуктивності.

На практиці доводиться миритися з багаторазовими втратами потужності перекачування тепла в системах Пельтьє. Охолодження компресорних систем, навпаки, перевищує експлуатаційні витрати приблизно в два рази.

3.2 Алгоритм

Алгоритм роботи полягає в тому, що для визначення вологості повітря, нам потрібно знати температуру в двох точках. У визначенні температури нам допоможе напруга і опір яке ми можемо обчислити за допомогою аналогово-цифрового перетворювача. Оскільки ми не можемо знати напруга спочатку, нам в обчисленні допоможе закон Ома, взявши силу струму і опір як дані.

Перша точка температури - актуальна температура приміщення. Друга точка - охолоджена температура пристрою, при якій на ній відбувається конденсація.

Основна ідея пристрою і його складність, в тому щоб визначити температуру, в якій відбувається випадання конденсату.

Посилюючи силу струму, ми змушуємо теплу сторону більше грітися, відповідно, холодна сторона буде сильніше охолоджуватися. У нашому випадку, ми враховуємо що тепла сторона пристрою знаходиться в конкретному температурному діапазоні, і контрольована. У міру зниження температури на пристрої, ми можемо спостерігати фіксоване її падіння відносно часу. В якийсь момент, ми можемо бачити стрибок температури в зворотну сторону, або відсутність її зниження на якийсь момент. Це і є та точка, яку ми і будемо використовувати в своїх вимірах.

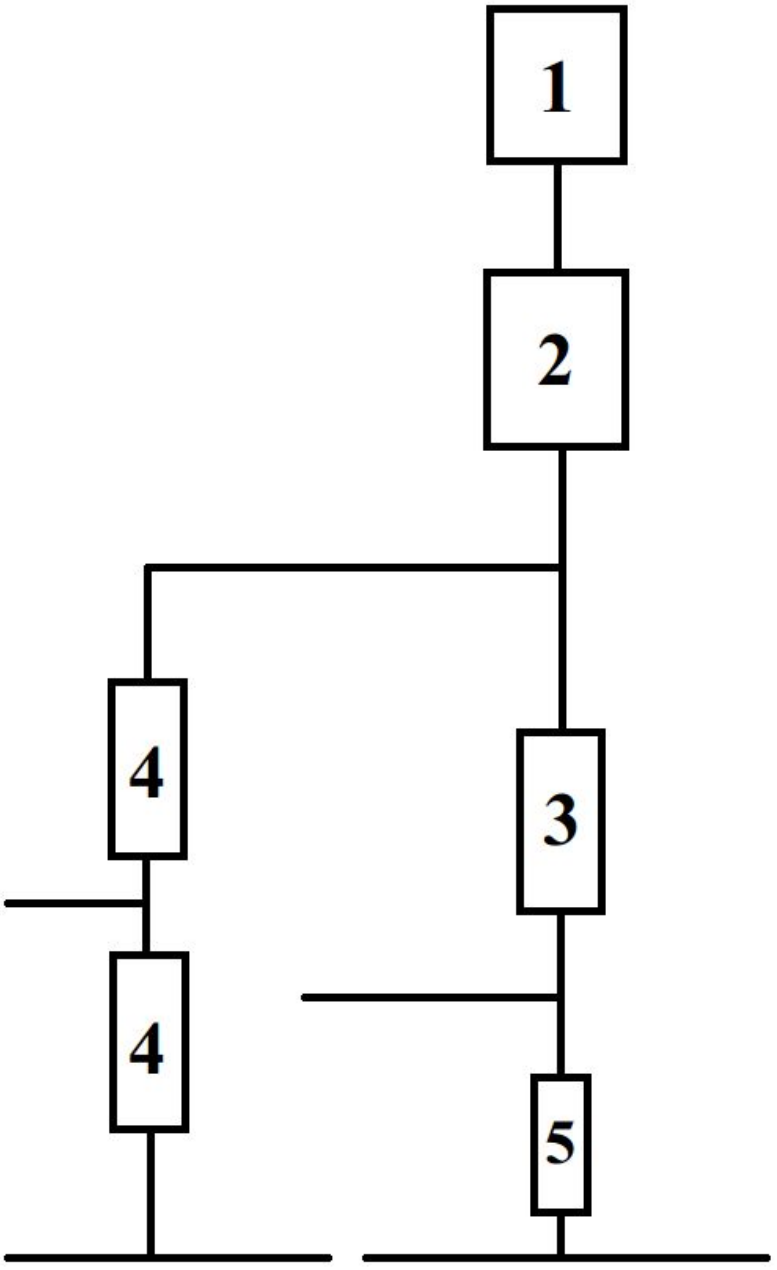


Рис 5. Блок-схема пристрію.

1-блок живлення; 2-модулятор; 3-елемент Пельтьє; 4-АЦП; 5-шунт.

Цей пристрій має тривіальне будову і складається з двох процесорів з АЦП, блоку живлення, модулятора, елемента Пельтьє і шунта. Завдяки АЦП ми можемо точно відстежувати силу струму, завдяки шунту який виступає в ролі резистора ми знаємо опір яке має елемент Пельтьє.

З переваг, здатність роботи в момент холоду, і незалежність від тиску. Це нам дозволити міряти вологість не тільки повітря, а й природного газу. Інші пристрої крім елемента Пельтьє мають додатковий термометр, в даному випадку він не знадобиться для виконання поставленого завдання.

Висновки

У роботі були розглянуті типи та принципи вимірювання відносної вологості газів.

Досліджена технічна можливість застосувати елемент Пельтьє для визначення точки роси.

Розроблена принципова схему пристрію для вимірювання відносної вологості газів.

Представлений в роботі алгоритм визначення точки роси може бути використаний в пристроях вимірювання відносної вологості газів.

Список використаних джерел

1. Інтернет ресурс: www.wikipedia.com
2. Інтернет ресурс: www.habr.com
3. Берлинер М. А. Измерения влажности. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Энергия, 1973.
4. Перышкин А.В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных Учреждений. Москва: Дрофа, 2012. 192 с.;
5. Усольцев В. А. Измерение влажности воздуха. — Л.: Гидрометеоиздат, 1959.
6. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. ISBN 5-03-002336-4
7. Яннини Боб. Удивительные электронные устройства. 2008.
8. Аксенович Л.А. Физика в средней школе - Теория - Задания - Тесты. 2004.
9. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л., 1984;
10. Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология. 6-е изд. М., 2004.
11. Абдурахманов С.Д. Развитие интереса к физике. – М.: Просвещение, 2008 г.
12. Ланина И.Я. Не уроком единым - М.: Просвещение, 2005 г.
13. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. Учебник для 10 класса средней школы - М: Просвещение, 2012г.
14. Фещенко Т. Физика. Справочник школьника. – М.: «Слово», 2006 г.
15. Буров В.А. Практикум по физике. – М .Просвещение. 1973.
16. Научно-методический журнал. Физика в школе. Школьная пресса. 2007.

Додатки

Додаток А

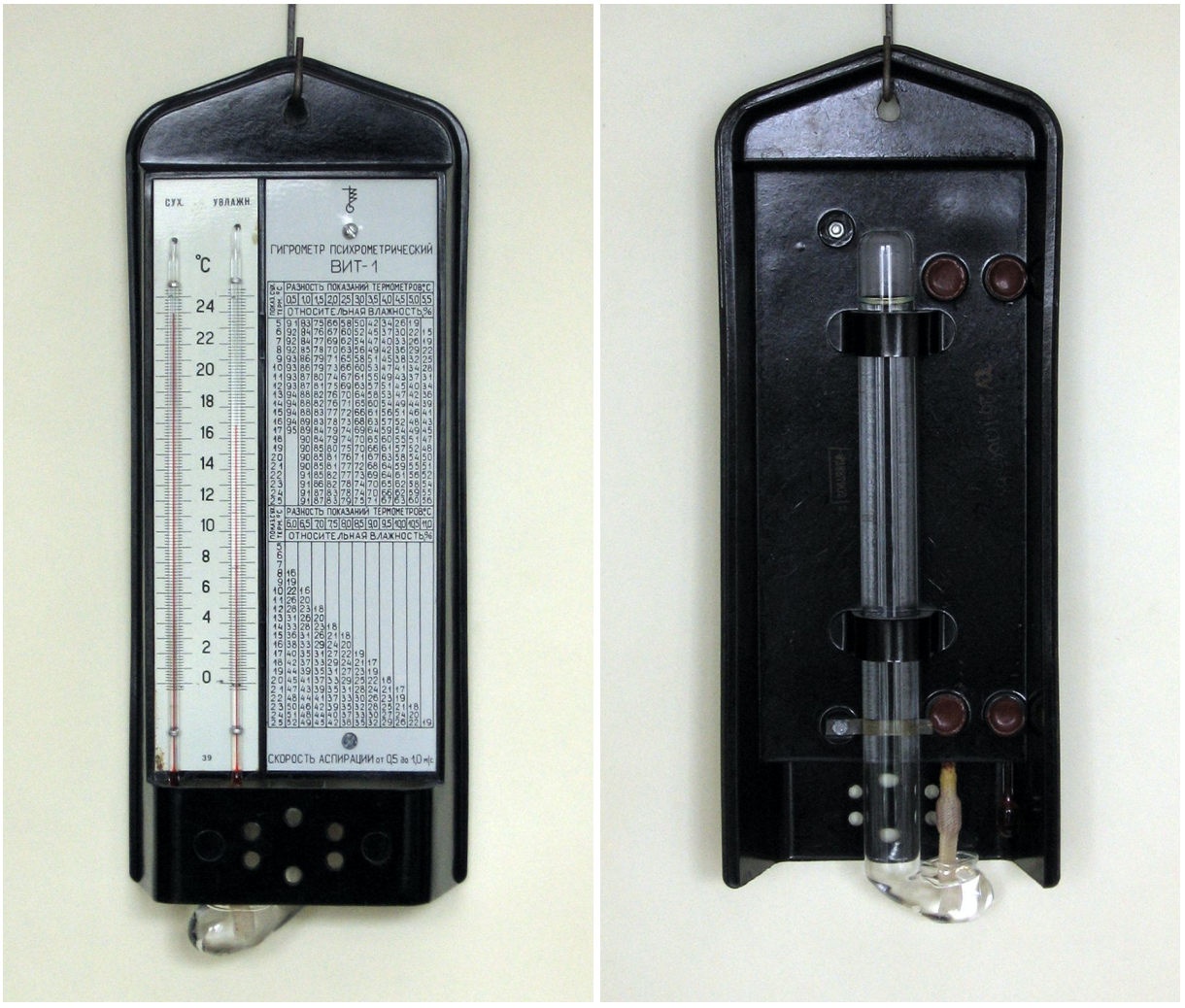


Рис 6. Психрометр Августа

Додаток Б



Рис 7. Психрометр Ассмана

Додаток В

Темп. повітря	Температура точки роси при відносній вологості повітря (%)													
	30%	**35%**	**40%**	**45%**	**50%**	**55%**	**60%**	**65%**	**70%**	**75%**	**80%**	**85%**	**90%**	**95%**
-10°C	-23,2	-21,8	-20,4	-19	-17,8	-16,7	-15,8	-14,9	-14,1	-13,3	-12,6	-11,9	-10,6	-10
-5°C	-18,9	-17,2	-15,8	-14,5	-13,3	-11,9	-10,9	-10,2	-9,3	-8,8	-8,1	-7,7	-6,5	-5,8
0°C	-14,5	-12,8	-11,3	-9,9	-8,7	-7,5	-6,2	-5,3	-4,4	-3,5	-2,8	-2	-1,3	-0,7
+2°C	-12,8	-11	-9,5	-8,1	-6,8	-5,8	-4,7	-3,6	-2,6	-1,7	-1	-0,2	-0,6	1,3
+4°C	-11,3	-9,5	-7,9	-6,5	-4,9	-4	-3	-1,9	-1	0	0,8	1,6	2,4	3,2
+5°C	-10,5	-8,7	-7,3	-5,7	-4,3	-3,3	-2,2	-1,1	-0,1	0,7	1,6	2,5	3,3	4,1
+6°C	-9,5	-7,7	-6	-4,5	-3,3	-2,3	-1,1	-0,1	0,8	1,8	2,7	3,6	4,5	5,3
+7°C	-9	-7,2	-5,5	-4	-2,8	-1,5	-0,5	0,7	1,6	2,5	3,4	4,3	5,2	6,1
+8°C	-8,2	-6,3	-4,7	-3,3	-2,1	-0,9	0,3	1,3	2,3	3,4	4,5	5,4	6,2	7,1
+9°C	-7,5	-5,5	-3,9	-2,5	-1,2	0	1,2	2,4	3,4	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2
+10°C	-6,7	-5,2	-3,2	-1,7	-0,3	0,8	2,2	3,2	4,4	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1
+11°C	-6	-4	-2,4	-0,9	0,5	1,8	3	4,2	5,3	6,3	7,4	8,3	9,2	10,1
+12°C	-4,9	-3,3	-1,6	-0,1	1,6	2,8	4,1	5,2	6,3	7,5	8,6	9,5	10,4	11,7
+13°C	-4,3	-2,5	-0,7	0,7	2,2	3,6	5,2	6,4	7,5	8,4	9,5	10,5	11,5	12,3
+14°C	-3,7	-1,7	0	1,5	3	4,5	5,8	7	8,2	9,3	10,3	11,2	12,1	13,1
+15°C	-2,9	-1	0,8	2,4	4	5,5	6,7	8	9,2	10,2	11,2	12,2	13,1	14,1
+16°C	-2,1	-0,1	1,5	3,2	5	6,3	7,6	9	10,2	11,3	12,2	13,2	14,2	15,1
+17°C	-1,3	0,6	2,5	4,3	5,9	7,2	8,8	10	11,2	12,2	13,5	14,3	15,2	16,6
+18°C	-0,5	1,5	3,2	5,3	6,8	8,2	9,6	11	12,2	13,2	14,2	15,3	16,2	17,1
+19°C	0,3	2,2	4,2	6	7,7	9,2	10,5	11,7	13	14,2	15,2	16,3	17,2	18,1
+20°C	1	3,1	5,2	7	8,7	10,2	11,5	12,8	14	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1
+21°C	1,8	4	6	7,9	9,5	11,1	12,4	13,5	15	16,2	17,2	18,1	19,1	20
+22°C	2,5	5	6,9	8,8	10,5	11,9	13,5	14,8	16	17	18	19	20	21
+23°C	3,5	5,7	7,8	9,8	11,5	12,9	14,3	15,7	16,9	18,1	19,1	20	21	22
+24°C	4,3	6,7	8,8	10,8	12,3	13,8	15,3	16,5	17,8	19	20,1	21,1	22	23

+25°C	5,2	7,5	9,7	11,5	13,1	14,7	16,2	17,5	18,8	20	21,1	22,1	23	24
+26°C	6	8,5	10,6	12,4	14,2	15,8	17,2	18,5	19,8	21	22,2	23,1	24,1	25,1
+27°C	6,9	9,5	11,4	13,3	15,2	16,5	18,1	19,5	20,7	21,9	23,1	24,1	25	26,1
+28°C	7,7	10,2	12,2	14,2	16	17,5	19	20,5	21,7	22,8	24	25,1	26,1	27
+29°C	8,7	11,1	13,1	15,1	16,8	18,5	19,9	21,3	22,5	22,8	25	26	27	28
+30°C	9,5	11,8	13,9	16	17,7	19,7	21,3	22,5	23,8	25	26,1	27,1	28,1	29
+32°C	11,2	13,8	16	17,9	19,7	21,4	22,8	24,3	25,6	26,7	28	29,2	30,2	31,1
+34°C	12,5	15,2	17,2	19,2	21,4	22,8	24,2	25,7	27	28,3	29,4	31,1	31,9	33
+36°C	14,6	17,1	19,4	21,5	23,2	25	26,3	28	29,3	30,7	31,8	32,8	34	35,1
+38°C	16,3	18,8	21,3	23,4	25,1	26,7	28,3	29,9	31,2	32,3	33,5	34,6	35,7	36,9
+40°C	17,9	20,6	22,6	25	26,9	28,7	30,3	31,7	33	34,3	35,6	36,8	38	39

Табл 1. Точка роси