

## Metody Pomiaru Wilgotności

Istnieje wiele metod pomiaru wilgotności i opartych na nich rozwiązań mierników wilgotności.

Wykorzystuje się:

- Rozszerzanie lub kurczenie się włosa lub elementu bimetalicznego (higrometry włosowe i bimetaliczne).
- Techniki termometryczne (wilgotnościomierze z termometrami suchym i mokrym, psychrometr Assmanna).
- Zmiany parametrów elektrycznych (wilgotnościomierz rezystancyjny i pojemnościowy).
- Pomiar temperatury punktu rosy (mierniki optyczne, z promieniowaniem , czujnik z warstwą Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
- Absorpcję promieniowania elektromagnetycznego (podczerwieni, mikrofal).
- Neutronową metodę pomiaru

### Higrometr włosowy

Najprostszym i najczęściej spotykanym typem wilgotnościomierzy to higrometr włosowy. Jako element detekcyjny wykorzystuje włos, wydłużający się lub skracający zależnie od wilgotności. Szeroko używany do celów rejestracyjnych, stanowi też podstawę budowy podwójnych regulatorów (wilgotności i temperatury) stosowanych do utrzymywania warunków środowiskowych w np. galeriach sztuki i wybranych pomieszczeniach przemysłowych.

Podwójny regulator z higrometrem włosowym jest prosty i tani, można go użyć do rejestracji (od 1 tygodnia do miesiąca), odczyt wilgotności jest bezpośredni. Wada to duże zmiany dokładności, ale przy stosowaniu skalowania porównawczego z higrometrem odniesienia można skorygować odchyłki rzędu 5 % i więcej. Użytkując wilgotnościomierze (higrometry) włosowe trzeba brać pod uwagę następujące czynniki:

- Zanieczyszczenia włosa powodują pogorszenie dokładności pomiaru.
- Wpływ otoczenia. Jeśli miernik zostaje pozostawiony na dłuższy czas w przestrzeni o małej wilgotności względnej (poniżej 10 % ), zmieniają się jego charakterystyki wydłużenia i kurczenia. Poprawę uzyskuje się po pozostawieniu przyrządu na kilka godzin w warunkach dużej wilgotności względnej (możliwie bliskiej 100 % ) lub po zwilżeniu włosa w wilgotnej tkaninie i pozostawieniu do swobodnego wyschnięcia, po czym należy ponownie przeskalować przyrząd.
- Wpływ temperatury. Włos wydłuża się i kurczy również w funkcji temperatury, ale zmiany te są w porównaniu ze zmianami w funkcji wilgotności tak małe, że można je pominąć. Jeśli jednak przyrząd zostanie pozostawiony na długi czas w temperaturze ponad 60°C, charakterystyki wydłużenia i kurczenia włosa ulegają zmianie i przyrząd staje się bezużyteczny.
- Ciśnienie wiatru. Kiedy przyrząd zostaje poddany oddziaływaniu wiatru powyżej 10 m/s, jego dokładność maleje. Nie można używać higrometru włosowego w miejscach wietrznych.
- Rozpuszczalniki organiczne. Amoniak, rozpuszczalniki organiczne i zawierające siarkę, fenole itd. wpływają na charakterystyki wydłużenia i kurczenia włosa oraz uszkodzają sam włos. W obecności tych substancji w atmosferze nie należy używać wilgotnościomierzy włosowych.

### Wilgotnościomierz termometryczny

Wykorzystuje zjawisko zależności odparowywania wody od ilości pary wodnej zawartej w powietrzu, mierząc spadek temperatury spowodowany przez pobór ciepła parowania. Wilgotność względną oblicza się na podstawie różnicy wskazań termometru zwilżonego i suchego. Użytkując wilgotnościomierze termometryczne trzeba brać pod uwagę następujące czynniki:

- Zamarzanie termometru wilgotnego. W teorii, pomiar poniżej punktu zamarzania jest możliwy, ale zamarzanie oznacza niedobór wody na mokrym termometrze. W najlepszym przypadku maleje dokładność, w gorszym, pomiar może się okazać niemożliwy.
- Wpływ prędkości wiatru. Stopień odparowywania zależy od intensywności i szybkości wiatru, wpływających na pomiar temperatury przez mokry termometr. Powyżej pewnej prędkości wiatru temperatura wskazywana przez mokry termometr nie zmienia się. Dokładny pomiar wilgotności wymaga przewiewu przynajmniej 1 m/s.
- Wpływ promieniowania cieplnego. Bezpośrednio padające promienie słoneczne lub podczerwone (z elementów grzejnych) mogą wpływać na wynik pomiaru. Uwaga również na wpływ pary wodnej zawartej w oddechu operatora.
- Użyty roztwór lub woda mogą wpływać na wynik pomiaru. Zanieczyszczenia roztworu, np. smarem, mogą utrudnić odparowywanie wody. Sól zawarta w wodzie zmniejsza ciśnienie pary

nasyconej i obniża temperaturę mierzoną przez termometr, czyli wynikowa wilgotność względna będzie większa niż rzeczywista.

### **Psychometr Assmanna**

Psychometr Assmanna zapewnia stosunkowo dokładny pomiar wilgotności, wykorzystuje termometry mokry i suchy zamknięte w podwójnym pojemniku szklanym i przewietrzane z szybkością przepływu powietrza 2,5 m/s. Eliminuje to problemy ze swobodnie odparowywalnymi termometrami mokrymi.

- Trudność dokładnego zmierzenia wilgotności poniżej punktu zamarzania.
- Dokładny pomiar wilgotności wymaga wiatru o szybkości m/s.
- Stabilizacja dokładnego pomiaru wymaga czasu, 10 do 15 minut.
- Podobnie jak poprzedni, czuły na promieniowanie zewnętrzne.
- Roztwór i woda używana przy pomiarze wymagają uwagi.

### **Wilgotnościomierz elektryczny**

Istnieją dwa rodzaje wilgotnościomierzy elektrycznych, różniące się rodzajem czujnika wilgotności, choć cechą wspólną jest użycie materiału absorbującego i wydzielającego wilgoć:

- Z czujnikiem rezystancyjnym (zmiana rezystancji);
- Z czujnikiem pojemnościowym (zmiana pojemności).

Czujnik rezystancyjny jest to czujnik o prostej budowie i małych rozmiarach, umożliwiający odsunięcie miejsca pomiaru od urządzenia elektronicznego, które obrabia i wskazuje jego wynik. Dodatkowa zaleta to możliwość stosowania przy dość wysokich temperaturach. Na ceramicznym podłożu jest nałożony czuły na wilgoć polimerowy element, w którym umieszczone są dwie złote elektrody o strukturze grzebieniowej. Absorpcja lub emisja wilgoci z elementu polimerowego powoduje zmianę jego rezystancji.

Czujnik pojemnościowy charakteryzuje się znaczną szybkością działania, możliwością używania w stosunkowo wysokich temperaturach, doskonałymi własnościami przy niskich wilgotnościach. W pewnych okolicznościach czujnik można zmywać wodą destylowaną. Warstwa czuła na zawilgocenie jest umieszczona między dwoma elektrodami, umieszczonymi na szklanym podłożu. Absorpcja lub emisja wilgoci z warstwy powoduje zmianę pojemności kondensatora, utworzonego przez obie elektrody.

### **Miernik punktu rosy**

Miernik punktu rosy określa punkt rosy atmosfery i przetwarza go na wilgotność względną, która jest ostatecznym wynikiem pomiaru. Jest to miernik dokładny, ale kosztowny. Najczęściej spotyka się rozwiązanie optyczne z chłodzonym zwierciadłem. W porównaniu z wilgotnościomierzami stosującymi metody pośrednie (np. określanie wilgotności na podstawie rezystancji czujnika), pomiar punktu rosy jest pomiarem bezpośrednim czyli, przynajmniej teoretycznie, zapewnia lepszą dokładność pomiaru. Zasada działania zostanie opisana na przykładzie urządzenia pomiarowego, w którym punkt rosy określa się wizualnie. Budowę miernika przedstawiono na rysunku poniżej. Mierzona atmosfera jest wprowadzana do przestrzeni, schładzanej przez zbiornik z mieszaniną wody z lodem lub alkoholu z suchym lodem. Mieszanina podlega mieszaniu przy jednoczesnym kontrolowaniu temperatury wskazywanej przez szklany termometr. Kiedy lustrzana powierzchnia naczynia zewnętrznego mętnieje (tzn. występuje kondensacja), odczytuje się wskazanie termometru. Następny pomiar temperatury odbywa się w chwili zaniknięcia kondensacji. Temperatura punktu rosy jest średnią obu odczytów temperatury.