

# Pomiar wilgotności gazu SF<sub>6</sub>

## Pomiar jakości i wilgotności gazu SF<sub>6</sub>

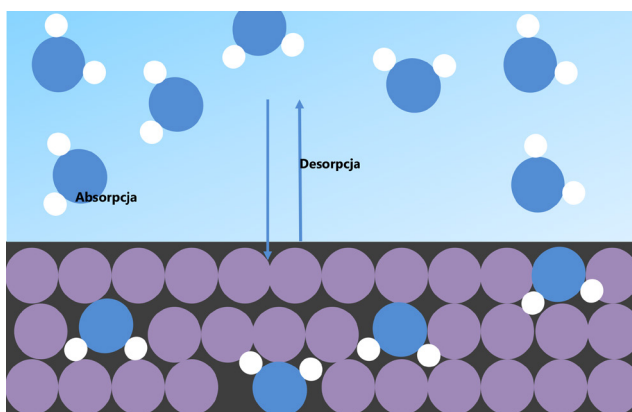
W analizie gazu SF<sub>6</sub> najważniejszy jest pomiar wilgotności, który pozwala określić zawartość pary wodnej w komorze gazowej. Ogólnie rzecz biorąc, zanieczyszczenia takie jak wilgoć i/lub powietrze są składnikami reakcji podczas gaszenia łuków i przełączania. Większość zanieczyszczeń w gazie jest spowodowana przez nieprawidłowe używanie sprzętu serwisowego (lub niewystarczający sprzęt do obsługi), istnieją jednak również inne przyczyny, jak np. niekompletne opróżnienie komory gazowej po transporcie; nieodpowiednie napełnienie zbiornika gazu; przenikanie gazu przez materiały, z których została wykonana komora; nieszczelności. Część powstających produktów rozkładu jest wysoce toksyczna. Ze względu na swoje właściwości żrące mogą one korozyjnie oddziaływać na powierzchnie i materiały w komorach gazowych. Z tego względu należy unikać zanieczyszczeń, które powodują powstawanie produktów rozkładu, albo przynajmniej je ograniczać.

Im wyższe ciśnienie w zbiorniku gazu, tym większa bezwzględna ilość wilgoci w porównaniu ze stanem początkowym. Wilgotność jest więc wartością zależną od ciśnienia, co wymaga dobrego zrozumienia zakresu ciśnienia, w którym pomiar był dokonywany. Z tego względu wilgotność jest mierzona pod ciśnieniem wewnątrz komory lub standardowym ciśnieniem atmosferycznym (100 kPa absolutne). Pomiar wilgotności w standardowym ciśnieniu atmosferycznym może być wykorzystany do porównania jakości

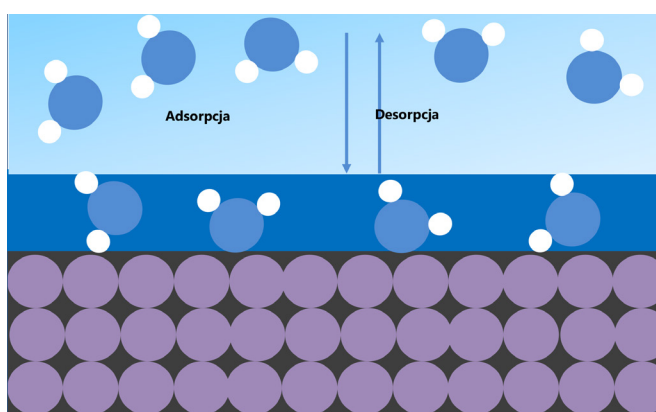
gazów w stanie początkowym, jednak to pomiar punktu rosy/szronu pod ciśnieniem w komorze pokazuje rzeczywistą jakość gazu, w realnych warunkach otoczenia 1). Dla zlikwidowania wpływu ciśnienia na wskazanie punktu rosy lub szronu, zaleca się wyrażenie wilgotności w µl/l (ppmv). Ponieważ należy unikać formowania się produktów rozkładu, dodatkowo należy wyróżnić układy z przełączaniem i bez. Komory nieprzełączające są mniej wrażliwe na formowanie się produktów rozkładu, ale nadal wymagają punktu rosy/szronu poniżej -5°C dla ciśnienia w zbiorniku, aby zapewnić ponowną sublimację (lód nie przewodzi prądu). Maksymalna dopuszczalna zawartość wody w komorach rozdzielczych jest określona przez producentów rozdzielnic, wartości graniczne są ogólnie niższe. Wynika to z tego, że przełączanie powoduje powstawanie łuku elektrycznego, a ilość niepożądanych produktów rozkładu zależy bezpośrednio od ilości cząsteczek wody, które mogą wziąć udział w reakcji.

## Właściwości termofizyczne wilgoci w SF<sub>6</sub>

W gazach dominujący charakter mają zjawiska adsorpcji, absorpcji i desorpcji. Wynika to z dążenia do stanu równowagi zwanego ciśnieniem pary nasyconej. Jeżeli powierzchnie materiałów konstrukcji zbiorników gazu charakteryzują się znacznie większą wilgotnością niż sam gaz, proces dążenia do równowagi spowoduje dalsze zwiększenie wilgotności gazu, co może mieć krytyczne znaczenie dla właściwości izo-



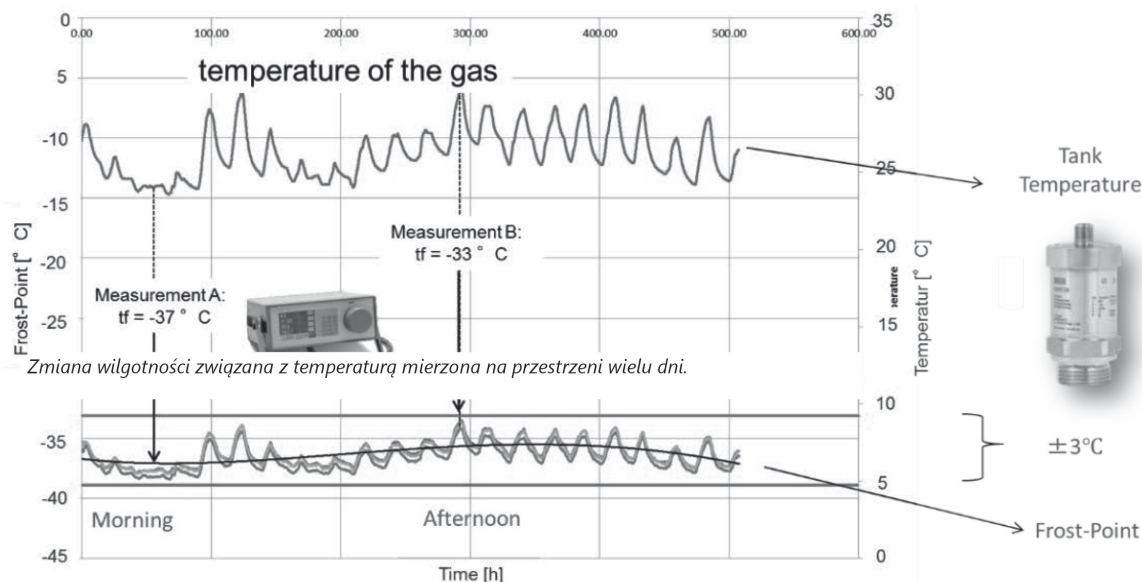
Rys. 1. Cząsteczki wody, które pozostają na powierzchni i powodują gromadzenie się lodu lub kondensatu.



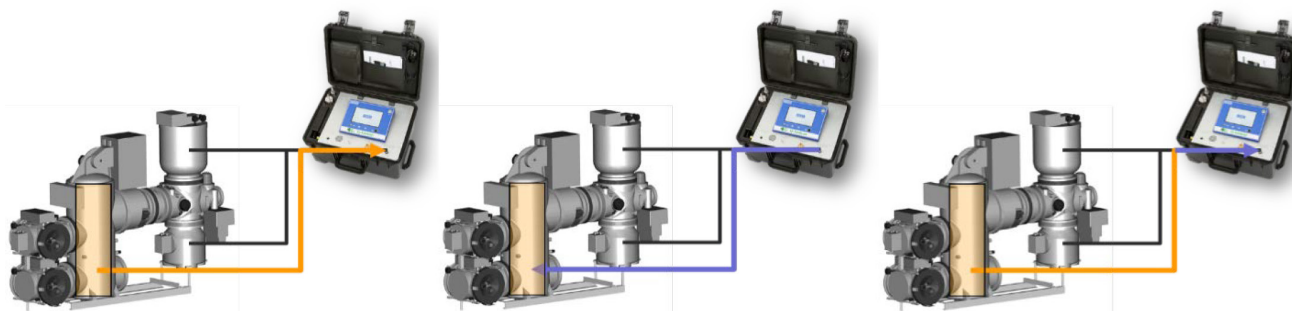
Rys. 2. Cząsteczki wody, które przenikają materiały organiczne, np. izolację z żywicy epoksydowej.



1) Jest to szczególnie istotne dla pomiarów gazu w urządzeniach wysokiego napięcia, gdzie ciśnienie w komorze ma znacznie wyższą wartość niż ciśnienie atmosferyczne. Multianalizator WIKA -model GA11, posiada możliwość przełączania jednostki pomiaru. W celu pomiaru punktu rosy/szronu względem ciśnienia w komorze, należy wybrać °C<sub>tdpr</sub>. Pomiar względem ciśnienia atmosferycznego jest możliwy wybierając jednostkę °C<sub>td</sub>.



Rys. 3. Zmiana wilgotności związana z temperaturą mierzona na przestrzeni wielu dni.



Rys. 4. Zwiększenie wilgotności w układzie rur ze względu na pompowanie wsteczne gazu.

lacyjnych medium. W warunkach stabilnej temperatury procesy adsorpcji i desorpcji się równoważą, jednak zwiększenie temperatury powoduje zwiększenie prędkości desorpcji, do momentu ponownego uzyskania równowagi. W związku z tym punkt rosy lub szronu dla gazu będzie wyższy. Obniżenie temperatury powoduje zjawisko odwrotne.

W praktyce GIS mogą być instalowane w niskich temperaturach. Analiza gazu wykaże wówczas małą wilgotność ze względu na niski poziom temperatury. Po uzyskaniu wyższej temperatury zbiornika gazu poziom wilgotności wzrośnie, co może prowadzić do błędnej interpretacji wyników pomiaru. Jeszcze inne problemy pomiarowe występują podczas badania komór gazowych z różnymi konfiguracjami połączeń rurowych. Długość rur ma kluczowe znaczenie dla pomiaru. Po pierwsze, niektóre analizatory nie pozwalają użytkownikowi zmieniać czasu trwania pomiaru. Powoduje to uzyskanie wskazania znacznie lepszej jakości - co jest oczywiste, gdyż większość gazu pobrana została z układu rur. Ponieważ rury są wykonane przede wszystkim z miedzi lub stali nierdzewnej, jakość znajdującego się w nich gazu będzie najprawdopodobniej wyższa, niż w zbiornikach wykonanych z odlewów aluminiowych lub z izolacją z żywicy epoksydowej, ze względu na właściwości absorpcji, adsorpcji i desorpcji tych materiałów. Po drugie, dodatkowe błędy pomiaru powsta-

ją, jeżeli operatorzy przeprowadzają proces pompowania wstecznego zaraz po pomiarze. Każdy układ pomiarowy powoduje niewielkie zwiększenie wilgotności gazu, na co wpływają również zjawiska fizyczne wynikające ze sprężania i rozprężania gazu. W komorach gazowych zwiększenie to można zignorować ze względu na to, że w procesie pomiaru pobierana jest niewielka ilość gazu. Jeżeli jednak po pierwszym pomiarze ten sam gaz jest pobierany z orurowania, przyrząd pomiarowy wskaże wyższą wartość wilgotności.

Autor:  
Manuel Micheler,  
WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG  
Osoba kontaktowa:  
Tomasz Ćwikliński;  
tomasz.cwiklinski@wika.com;  
508 108 169