Warunki środowiskowe dla poprawnej pracy wag elektronicznych

*Sławomir Janas**

Systemy jakości, które obecnie są powszechnie stosowane w wielu organizacjach, precyzyjnie określają wymogi dla urządzeń pomiarowych oraz warunki w jakich mogą one poprawnie pracować. Ze względu na swoją specyfikę bardzo trudno jest, w konkretnym systemie jakości, określić wpływ zmian warunków środowiskowych na przyrządy pomiarowe. Takie zależności może określić jedynie producent poprzez realizację serii własnych badań. Jest to szczególnie ważne dla uzyskania dokładnych pomiarów masy.

Przygotowanie wagi do pracy

Waga jako urządzenie elektroniczne wymaga wstępnego przygotowania do pracy. Wynika to z jej budowy, dokładności oraz warunków w miejscu pracy. W większości przypadków proces ten jest opisywany w dokumentacji wagi, lecz jak pokazuje praktyka nie zawsze może być realizowany ze względu na zrozumienie problemu przez użytkownika.

Pierwsze załączenie wagi do sieci

Powinno być wykonane po ustawieniu wagi na miejscu użytkowania. Jednakże w pewnych przypadkach należy po skompletowaniu wagi odczekać kilka godzin. Taka sytuacja występuje wówczas, gdy temperatura wagi znacznie odbiega od temperatury otoczenia, np. waga ma temperaturę 5°C, a temperatura otoczenia wynosi 22°C. Generalnie należy przestrzegać wymagań dotyczących czasu nagrzewania wagi oraz czasu aklimatyzacji. Jest to gwarancją poprawności działania wagi i rzetelności pomiarów.

Poziomowanie wagi

Dokładność tradycyjnych poziomniczek stosowanych w konstrukcjach wag elektronicznych wynosi 5′ – 20′. Należy przy tym zaznaczyć, że to jaka poziomniczka będzie zastosowana wynika z konstrukcji mechanicznej wagi. Stosowane badanie wpływu poziomu na wskazania wagi jest realizowane zgodnie z normą PN-EN 45501 pkt. 3.9.1. „Pochylenie" na etapie certyfikacji wyrobu. Innym rozwiązaniem wspomagającym proces poziomowania są poziomniczki elektroniczne. Są to specjalistyczne układy, które znacznie dokładniej potrafią wskazać punkt zerowy, nawet z dokładnością do 0,06′. Oceniając ogólnie to zagadnienie należy stwierdzić, że dla tradycyjnych poziomniczek głównym problemem jest ich histereza, czyli brak powtarzalności przy takim samym wychyleniu układu. Dodatkowo zawsze pozostaje czynnik ludzki, czyli subiektywna ocena poprawności poziomu. Takich wad nie posiadają poziomniczki elektroniczne, choć koszt ich adaptacji do wag jest znacznie wyższy. Zastosowanie takich układów poziomujących stwarza dodatkowe możliwości w zakresie szybkiej informacji (alarm), wówczas, gdy poziom jest nieprawidłowy.

Regulacja dokładności

Przed przystąpieniem do ważenia należy dokonać regulacji dokładności wagi. Zależnie od typu konstrukcji wagi, taką czynność wykonuje się:

- wzorcem zewnętrznym o odpowiedniej masie tzw. adiustacja zewnętrzna,
- poprzez automatyczną adiustację wzorcem zabudowanym wewnątrz wagi tzw. adiustacja wewnętrzna.

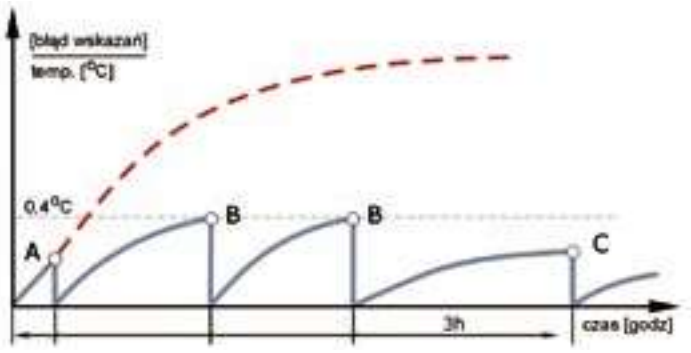
Ogólnie adiustacja polega na porównaniu masy wzorca (wewnętrznego lub zewnętrznego) z masą, która jest podana w menu fabrycznym wagi. Wskutek tego porównania korygowana jest dokładność wagi. Dla wag wyposażonych w adiustację automatyczną można wyróżnić 3 rodzaje adiustacji:

• *adiustacja startowa*

Po włączeniu waga przeprowadzi automatycznie adiustację w celu korekcji błędów.

• *adiustacja temperaturowa*

Przeprowadzona automatycznie po zmianie temperatury wewnątrz wagi o wartość większą niż wartość zadekla-



Rys. 1. Dryft wskazania wagi zależnie od zmian temperatury np. w czasie nagrzewania własnego wagi:
A – adiustacja startowa, B – adiustacja temperaturowa, C – adiustacja czasowa

rowaną w parametrach fabrycznych wagi.

• *adiustacja czasowa (z uwzględnieniem upływu czasu)*

Przeprowadzana automatycznie po upływie odcinka czasowego zadeklarowanego w parametrach fabrycznych wagi. Czas mierzony jest od momentu wykonania ostatniej adiustacji.

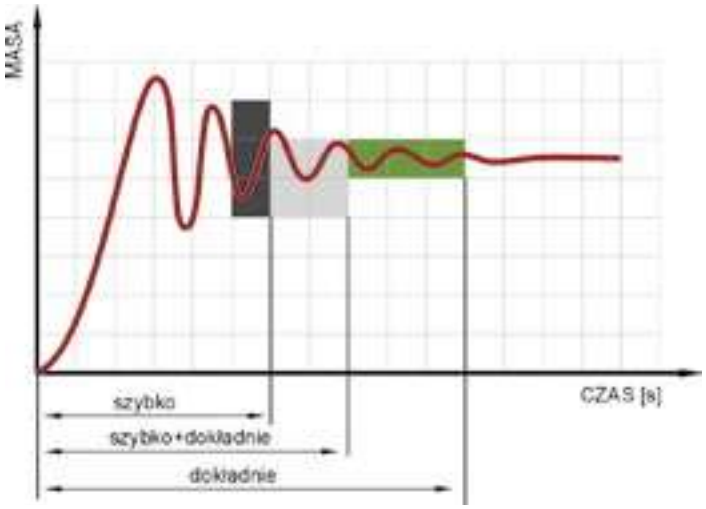
Linia przerywana na rys. 1 pokazuje błąd wskazań wagi w przypadku, gdy adiustacja nie zostanie wykonana. Zgodnie z zasadami Dobrej Praktyki Laboratoryjnej, regulację dokładności wskazań wagi należy przeprowadzać w pewnych odstępach czasu oraz przed rozpoczęciem pomiarów. Zasadnym jest również dokumentowanie poprawności wykonania takiej procedury.

Czas ważenia – gotowość do odczytu

Jest to czas mierzony od momentu położenia ładunku na pomoście wagi do momentu wskazania przez wagę znaku stabilności. Rzeczywisty czas pomiaru jest jednak zależny od wielu czynników takich jak podmuchy, wibracje, dryfty wywołane temperaturą itp. Należy przy tym stwierdzić, że w większości wag laboratoryjnych użytkownik ma dość duże możliwości w zakresie optymalizacji czasu ważenia względem istniejących warunków pracy.

Przystosowanie wagi do istniejących warunków pracy

Każda waga opuszczająca zakład producenta jest przygotowana do pracy w pewnych domyślnych warunkach.



Rys. 2. Wykres stabilizacji wskazań wagi

Generalnie przyjmuje się założenie, że warunki te będą poprawne dla większości użytkowników. Jak pokazuje praktyka, takie założenie nie zawsze jest prawdziwe.

Dla większości wag elektronicznych przystosowanie wagi do warunków pracy polega na:

• wyborze innej skali dla procesów filtrowania sygnału (filtr silniejszy lub słabszy),

• wyborze innego kryterium dla określenia, kiedy wynik należy uznać za stabilny.

Ze względów praktycznych stosowane jest nazewnictwo w postaci filtr szybki, średni, wolny, bardzo wolny dla określenia procesów filtrowania. Natomiast kryterium dla określenia stabilizacji wyniku jest przedstawiane jako: szybko, szybko+dokładnie i dokładnie. Można sformułować generalną zasadę:

wraz ze zwiększaniem się zakłócenia należy zwiększać wielkość filtrów.

Konsekwencją takiego działania jest wydłużenie czasu pomiaru, ale czasami jest to jedyna możliwość dla osiągnięcia poprawnego wyniku pomiaru. Ponad wszelką wątpliwość najlepszym rozwiązaniem jest wyeliminowanie źródła generującego zakłócenie.

Pomost wagowy

Powinien być tak dobrany, żeby ważony ładunek nie wystawał poza jego obszar. Ważone ładunki, opakowania należy umieszczać zawsze na środku szalki. Dzięki temu unikniemy błędów, które mogą wynikać z braku centryczności wagi. Oceniając wielkość tego błędu można użyć obciążenia o wartości ⅓ max i takie obciążenie stawiać na ½ powierzchni pomostu (zgodnie z normą PN-EN 45501 pkt. A.4.7. Próby przy niecentrycznym obciążeniu.

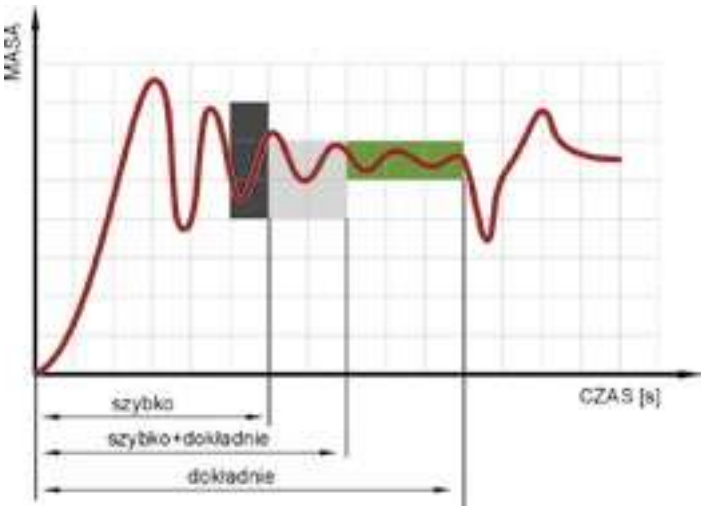
Stosowanie naczyń wagowych

Podczas stosowania naczyń wagowych należy zwracać uwagę na poniższe zależności, które mogą zdecydować o poprawności wykonanej analizy:

• wielkość naczynia, zawsze należy używać naczyń wagowych dostosowanych wielkością do próbki, która będzie w nim ważona;

• materiał naczynia, podczas stosowania naczyń z tworzyw sztucznych należy zwracać uwagę na zjawisko elektrostatyki. Może ono wystąpić przy niskich wilgotnościach rzędu 30-40%. Wyniki ważenia będą wówczas obarczone znacznym błędem lub wskazania wagi będą niestabilne.

• temperatura naczynia, powinna być taka sama jak temperatura próbki, która będzie



Rys. 3. Wykres stabilizacji wskazań wagi, gdy występuje zakłócenie

w nim umieszczona. Niedotrzymanie tego warunku może skutkować powstawaniem dryftów powietrza – rezultat ważenia może nie być poprawny. Jest to szczególnie istotne dla pomiarów wykonywanych z dużą dokładnością 0,1mg i większą. Ta sama próbka poddana analizie w naczyniu zimnym a następnie ogrzanym będzie wykazywać różne masy.

Dodatkowe osłony szalki

Przeznaczone są do izolowania pomostu wagowego od podmuchów powietrza. Można wyróżnić:

- osłony nakładane na konstrukcje wagi,
- zabezpieczenie z 4 stron oraz tzw. szafki przeciwpodmuchowe.

Pierwsze rozwiązanie stosowane jest dla wag, które posiadają działkę elementarną 1mg. Drugie dla wag z działką elementarną co najmniej 0,1mg (wagi analityczne, mikrowagi). Podczas użytkowania wagi z szafką przeciwpodmuchową należy unikać wkładania dłoni do jej wnętrza. Powoduje to wzrost temperatury, co nie sprzyja uzyskiwaniu powtarzalnych pomiarów. Należy otwierać szafkę tylko wówczas, gdy jest to konieczne – stabilizacja temperaturowa wnętrza szafki. Po kilku godzinach ciągłej pracy temperatura wnętrza wagi analitycznej rośnie (1-2°C) w wyniku ciepła wypromieniowanego od osoby przy niej pracującej.

Miejsce pracy wagi

powtarzalności w serii pomiarów jest uzależnione nie tylko od parametrów wagi, ale również od warunków w jakich ona pracuje. Jak pokazują badania i własne doświadczenia optymalizacja miejsca pracy jest pierwszym krokiem na drodze do otrzymywania rzetelnych i prawdziwych pomiarów.

Miejsce ustawienia wagi

Powinno być stabilne pod względem wibracji oraz wstrząsów. Jeżeli takie czynniki występują powinny być skutecznie eliminowane przez podłoże na którym stoi waga np. stół antywibracyjny. Stół oraz podłoże na którym on stoi nie powinno się uginać pod wpływem przemieszczających się osób jak i umieszczanych próbek. Niedopuszczalne jest występowanie elementów magnetycznych, które mogą zaburzać proces ważenia. Zjawisko elektrostatyki występujące w środowisku pracy wagi można skutecznie eliminować poprzez odpowiednie sterowanie warunkami środowiskowymi (głównie wilgotnością), poprzez stosowanie mat antystatycznych lub jonizatorów powietrza.

Kubatura pokoju wagowego

Przy wyborze miejsca instalacji wagi należy uwzględnić kubaturę pomieszczenia oraz ilość osób, które będą jednocześnie tam przebywać. Zbyt małe pomieszczenie będzie szybko nagrzewane przez osoby tam przebywające, co przekłada się na występowanie dynamicznego błędu temperaturowego. Z drugiej strony utrzymanie stabilnej temperatury w takim pomieszczeniu

Rys. 4. Błąd dynamiczny temperaturowy

Rys. 5. Błąd statyczny temperaturowy

wymaga praktycznie ciągłej pracy klimatyzacji, która jest źródłem podmuchów. Nie bez znaczenia jest również aspekt ekonomiczny – ciągła praca urządzeń odpowiedzialnych za mikroklimat.

Temperatura w pokoju wagowym

Jest to jeden z ważniejszych czynników w procesie ważenia. Temperatura pokoju wagowego powinna być utrzymywana na stabilnym poziomie. Jest to szczególnie ważne dla wag, których dokładność jest ustalana wzorcem zewnętrznym – wagi z adiustacją zewnętrzną. Jeżeli warunki otoczenia ulegną zmianie, należy ponownie ustalić dokładność wagi.

Dla wag wyposażonych w system automatycznej adiustacji proces odnawiania dokładności wagi przebiega samoczynnie z uwzględnieniem zmian temperatury oraz upływu czasu. Takie rozwiązanie jest powszechnie stosowane w wagach produkcji RADWAG. Mówiąc o stabilności temperatury należy podkreślić, że temperatura jest uznawana za stabilną wówczas, gdy jej zmiany są powolne tzn. nie większe niż 0,5°C/h.

Efektem dynamicznej zmiany temperatury w pokoju wagowym jest dynamiczny temperaturowy błąd wagi. W praktyce nastąpi pogorszenie się parametrów wagi takich jak powtarzalność oraz liniowość.

Zjawisko dynamicznego błędu temperaturowego jest szczególnie groźne w przypadku wag dla których dokładność jest ustalana wzorcem zewnętrznym. Takie wagi zazwyczaj nie są wyposażone w urządzenia sygnalizujące zmianę temperatury.

W przypadku powolnych zmian temperatury, waga będzie się nagrzewała wraz z pokojem wagowym. Taki proces nie będzie źródłem błędów ze względu na małą dynamikę oraz współczynniki kompensujące błędy statyczne. Proces wyznaczania tych współczynników jest realizowany w czasie produkcji wag i dotyczy stanów statycznych.

Wilgotność w pokoju wagowym

Powinna się zawierać w granicach od 40% do 60%. Nie powinno się użytkować wagi poniżej 30% oraz powyżej 80% wilgotności względnej. Zbyt wysoka wilgotność to dyskomfort pracy oraz możliwość absorbowania wilgoci przez analizowane próbki. Zbyt niskie wilgotności sprzyjają powstawaniu ładunków elektrostatycznych, które mają decydujący wpływ na dokładność ważenia oraz stabilność wagi. Mówi się wówczas o elektryczności statycznej, która, jest definiowana jako zespół zjawisk towarzyszących pojawieniu się niezrównoważonego ładunku elektrycznego na materiałach o małej przewodności elektrycznej (tworzywa sztuczne, szkło).

Ładunki te wytwarzają wokół siebie pole elektrostatyczne o natężeniu tym większym, im większa jest wartość ładunku. Pole to powoduje powstanie siły Coulomba co w praktyce powoduje reakcję pomiędzy ważoną próbką a elementami komory ważenia. Może to mieć wpływ na końcowy wynik pomiaru. Ładunki mogą powstawać na wskutek przejmowania nie skompensowanego ładunku z powietrza (jony dodatnie lub ujemne), poprzez potarcie dwóch nie przewodzących materiałów o siebie, lub też dotknięcie ręką.

Ponieważ niemożliwe jest usunięcie przyczyny, stosuje się działania eliminujące lub kompensujące niepożądane ładunki elektrostatyczne. Problem statyki w procesach ważenie jest widoczny w zasadzie wówczas, gdy działka elementarna wagi wynosi 0,1mg lub mniej np. 0,01mg.

Podmuchy powietrza

Widocznym efektem ich działania jest niestabilność wskazań oraz zbyt długi czas ważenia. Stanowisko dla wagi nie powinno być zlokalizowane tuż przy drzwiach oraz otworach okiennych. Należy unikać również bliskości urządzeń oraz miejsc generujących podmuchy takich jak klimatyzacja, wentylatory, ciągi komunikacyjne.

Kompatybilność elektromagnetyczna EMC

Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej odnosi się do urządzeń, które są użytkowane w miejscu pracy. Urządzenie jest kompatybilne wówczas, gdy:

- emituje zaburzenia elektromagnetyczne w stopniu nie zakłócającym pracy innych urządzeń oraz
- nie jest zakłócane zaburzeniami emitowanymi przez inne urządzenia.

W świetle powyższego można mówić również o środowisku kontrolowanym pod względem elektromagnetycznym. Praktycznie użytkownik nie ma wpływu na kompatybilność stosowanych urządzeń, ponieważ opiera się na deklaracjach producenta w tym zakresie.

W przypadku wag legalizowanych deklarowanie zgodności w zakresie EMC tylko i wyłącznie zgodnie z normą PN-EN 45501 jest niewystarczające. Norma ta obejmuje tylko badanie odporności wag, nie obejmuje badania emisji. W związku z tym należy wykonywać dodatkowe badania potwierdzające w PEŁNI, że waga jest kompatybilna np. zgodnie z normą PN-EN 61326-1.

Janas Sławomir, RADWAG WAGI ELEKTRONICZNE Laboratorium Badawcze

Najnowszy Biuletyn Informacyjny Klubu POLLAB nr 1/52/2009 zawierający przewodniki Eurachem/Citac:

1. **Niepewność pomiaru związana z pobieraniem próbek. Przewodnik metodyczny**
2. **Wykorzystanie informacji o niepewności pomiaru do oceny zgodności**

Już jest dostępny w sekretariacie Klubu POLLAB , tel. 22 464 55 03, e-mail: pollab@pcbc.gov.pl