

ZASTOSOWANIE
POMIARÓW GRAWIMETRYCZNYCH
PODCZAS BADAŃ ŚCIERALNOŚCI MATERIAŁÓW
/METODA TABERA; SCHOPPERA-SCHLOBACHA/
/BADANIA KÓŁ ZĘBATYCH/



Odporność materiałów na ścieranie jest jednym z ważniejszych parametrów użytkowych. W ciągu kilku dziesięcioleci opracowano różnorodne metody pomiarowe. Zazwyczaj nie są one z sobą skorelowane wykorzystując do oceny poziomu ścieralności różne urządzenia w tym również wagi. Celem tej publikacji jest pokazanie optymalnego wykorzystania wag jako mierników poziomu odporności na ścieranie mając na uwadze charakterystyki metrologiczne wag. Niestety większość metod wykorzystujących wagi nie odnosi się do ich ewentualnych błędów. Jak pokazuje praktyka pomiar masy jest obiektywny jeżeli znamy błędy pomiaru – nie ma urządzeń idealnych.


Janas Sławomir

Kierownik Laboratorium Badawczego
e-mail: janas@radwag.pl



RADWAG WAGI ELEKTRONICZNE - LABORATORIUM BADAWCZE
/ KONSULTACJE I WSPARCIE TECHNICZNE /
26-600 RADOM, ul. Bracka 28
tel.(0-48) 38 48 800 wew. 536 tel./fax. (0-48) 385 00 10
<http://www.radwag.pl>

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	3
2. Oznaczanie ścieralności za pomocą aparatu Schoppera-Schlobacha	3
2.1. Wykonanie pomiaru	4
2.2. Obliczanie wyników	4
2.3. Wagi wykorzystywane w metodzie Schoppera-Schlobacha.....	4
3. Metoda Tabera – Ambraser.....	5
3.1. Badanie ścieralności lakieru na podłodze	5
3.1.1. Wagi wykorzystywane podczas badań lakieru na podłodze	5
3.2. Zastosowanie metody Tabera w poligrafii.....	6
3.2.1. Wagi stosowane w metodzie Tabera dla przemysłu poligraficznego	7
4. Badanie ścieralności kruszywa z wykorzystaniem metody Los Angeles	8
5. Badanie ścieralności tabletek	8
6. Badanie ścieralności kół zębatach z wykorzystaniem komparatorów	8
7. Procedura badawcza nr 1	10
8. Arkusz badań AK-01	12

1. Wstęp

Naturalnym zjawiskiem, któremu podlegają w mniejszym czy większym stopniu wszystkie materiały jest zjawisko tarcia. Zużyciem ściernym nazywa się odrywanie tworzywa z dwu stykających i przesuwających się względem siebie powierzchni, spowodowane występującymi nierównościami lub obecnością twardych cząsteczek obcego tworzywa. Ten sam układ dwu tworzyw trących może dawać zupełnie inny obraz ścierania w zależności od prędkości przesuwu powierzchni trących, od temperatury, sposobu usuwania tworzywa ścieranego, występujących równocześnie drgań i wielu innych czynników. Ogólnie można wyróżnić dwa rodzaje zużycia ciernego:

- poprzez mikroskrawanie
/praktycznie tak jak ścieranie z wykorzystaniem papieru ściernego/
- poprzez rozluźnienie sił spójności,
ścieranie występujące podczas tarcia o powierzchnie gładkie i będące następstwem zespołu czynników, np.: wytrzymałości na rozciąganie, temperatury topnienia, odkształcenia plastycznego, lepkości dynamicznej. Ten typ zużycia można porównać ze ścieraniem na siatce metalowej.

Miarą zużycia ściernego jest tzw. współczynnik zużycia przez tarcie, który można wyrazić zależnością:

$$V = \frac{h}{L} = \frac{m}{S \cdot L \cdot \gamma}$$

gdzie:

h - ubytek grubości próbki [mm],

L - droga ścierania [mm],

m - ubytek masy próbki [g],

S - pole powierzchni ciernej [mm],

γ - gęstość [g/cm³].

Do oznaczania ścieralności stosuje się aparaty wykorzystujące różne metody, które nie są porównywalne, nie ma bowiem współczynników do przeliczania wyników badań.

2. Oznaczanie ścieralności za pomocą aparatu Schoppera-Schlobacha

Metodę Schoppera-Schlobacha można stosować w zasadzie do wszystkich tworzyw, lecz najlepiej nadaje się do oceny ścieralności tworzyw sztucznych miękkich, gumopodobnych, ponieważ materiałem ścierającym w tej metodzie jest papier ścierny.

W aparacie Schoppera-Schlobacha papier nawinięty jest na walec o średnicy 150 mm, obracający się z prędkością ok. 40 obr./min. Próbka tworzywa w postaci krążka o średnicy 16 mm, grubości przynajmniej 6 mm dociskana jest jedną z podstaw do papieru ściernego za pomocą obciążenia 1kG. Śruba pociągowa przesuwu uchwyt próbki z równomierną prędkością wzdłuż walca tak, aby próbka posuwała się cały czas po świeżym papierze. Automat unosi próbkę z nad papieru po przebyciu przez nią drogi tarcia 40 m.

2.1. Wykonanie pomiaru

Próbki wycina się specjalnym wykrojnikiem. Przy próbkach o grubości mniejszej od 6 mm dopuszcza się sklejenie paru próbek (lecz nie cieńszych niż 2 mm) tak, aby badana próbka w kształcie krążka o średnicy 16 mm miała wysokość 6-9 mm.

Przed pomiarem należy zważyć próbki z dokładnością 0,001 g. Próbkę umieszcza się w uchwycie i reguluje śrubą mikrometryczną, tak aby wystawała 2 mm z uchwytu. Uchwyt ustawia się na lewy początek walca i włącza silnik. Automat podnosi próbkę po przebyciu drogi 40 m. Po wyjęciu próbki z uchwytu za pomocą urządzenia wypychającego należy oczyścić ją z pyłu, ponownie zważyć z dokładnością 0,001 g i obliczyć różnicę masy przed i po ścieraniu. Równoległe oznacza się masę objętościową (gęstość) badanego tworzywa.

2.2. Obliczanie wyników

Ścieralność na aparacie Schoppera-Schlobacha oblicza się jako stratę objętości próbki ścieranej wg wzoru:

$$\Delta V = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 0,2}{\rho \cdot \Delta m_w}$$

gdzie:

m_1 - masa próbki przed ścieraniem, [g]

m_2 - masa próbki po zakończeniu ścierania, [g]

ρ - masa właściwa (gęstość), [g/cm³]

Δm_w - średnia arytmetyczna straty masy trzech próbek mieszanki wzorcowej, [g]

0,2 - teoretyczna strata masy mieszanki wzorcowej, [g]

Za wynik końcowy oznaczenia należy przyjąć średnią arytmetyczną wyników trzech kolejnych oznaczeń. Dopuszczalna różnica między średnią arytmetyczną, a wynikami poszczególnych oznaczeń powinna wynosić 10% wartości średniej. W przypadku uzyskania większej różnicy oznaczenie należy powtórzyć.

2.3. Wagi wykorzystywane w metodzie Schoppera-Schlobacha

Wagi jak każde urządzenia pomiarowe nie są idealne tzn. ich wskazania mogą być obciążone pewnymi błędami. Stosowanie wag we własnych metodach badawczych wymaga znajomości ich charakterystyk w zakresie powtarzalności oraz liniowości. W związku z tym, że w metodzie Schoppera-Schlobacha wykorzystujemy ważenie różnicowe zasadnicze znaczenie ma stabilność wskazań wagi w czasie oraz powtarzalność wskazań. Należy przy tym zwrócić uwagę, że zalecana waga z działką elementarną $d=0,001$ g może być niewystarczająca ze względu na możliwy błąd wskazań. Zgodnie z obowiązującymi przepisami taka waga może mieć max. błąd wskazań przy małych obciążeniach $\pm 0,005$ g przy deklarowaniu zgodności po raz pierwszy. Natomiast w użytkowaniu błąd ten może wynosić $\pm 0,01$ g. Błąd ten może wystąpić nie tylko przy liniowości, ale również przy powtarzalności wagi. Przekładając to na praktykę pomiar masy próbki może być obciążony tym błędem.

Z powyższego zestawienia widać, że dobierając wagę do własnej procedury badawczej należy koniecznie uwzględnić jej parametry metrologiczne. Jedyną obiektywną metodą prowadzącą do tego celu jest wzorcowanie wagi.

3. Metoda Tabera – Ambraser

3.1. Badanie ścieralności lakieru na podłodze

Do określenia jakości lakieru do podłóg służą różne metody badania ich odporności na ścieranie. Jedną z metod najbardziej rozpowszechnioną w badaniu odporności na ścieranie jest metoda badania na przyrządzie Taber-Abraser. Użyteczność lakieru można zbadać tylko na powierzchni podłogi. Procedura badawcza przebiega następująco:

Owinięty na krążkach materiał ścierny o granulacji 100 jest obciążony ciężarem 1kg i wykonuje na lakierze 1.000 obrotów. Ilość zeszlifowanego materiału bardzo dokładnie się waży i oblicza tzw. odporność na ścieranie na 1 m².

Odporność na ścieranie mierzona metodą Taber-Abraser wśród lakierów mieści się w przedziale od 12 do 35 mg/m² (słabe lakiery, np. lakier chemiczny poliuretanowy – jego odporność na ścieranie waha się w granicach 26-35 mg/m², zaś lakiery wodorozcieńczalne poliuretanowe lub akrylowo-poliuretanowe osiągają wartości 12-26 mg/m²).

3.1.1. Wagi wykorzystywane podczas badań lakieru na podłodze

To jaką wagę należy zastosować jako urządzenie pomiarowe wynika z ilości próbki, która będzie analizowana. W związku z tym, że są to próbki o małych masach należy wybierać wagi o niewielkich udźwigach oraz dość dużej dokładności odczytu. Praktycznie wynika to z błędów jakie może mieć waga w czasie użytkowania.

Starając się wybrać wagę optymalną dla tego typu badań należy kierować się w stronę wag z automatyczną adiustacją wzorcem wewnętrznym. Jest to dobre rozwiązanie gwarantujące utrzymanie poprawnej liniowości przez cały czas użytkowania. Co do błędów tych wag należy wybierać wagi o pewnym poziomie zaawansowania technicznego – czyli wagi z certyfikatem jednostki notyfikowanej. Jest to gwarancją poprawnej pracy wagi i małych błędów wskazań w całym zakresie pomiarowym wagi. Zazwyczaj błędy te nie przekraczają kilku działek elementarnych wagi.

Wielkość tych błędów określają przepisy (PN-EN 45501). Natomiast rzeczywiste wartości są określane podczas wzorcowania wagi. Wpływ ewentualnych błędów wagi na wynik pomiaru przy założeniu, że analizowana masy wynosi 30mg pokazuje poniższa tabela.

		Błąd wskazań wagi [mg]	Błąd pomiaru [%]
Waga precyzyjna	działka elementarna d=1mg	5mg	16%
		2mg	6,6%
		1mg	3,3%
Waga analityczna	działka elementarna d=0,1mg	0,5mg	1,6%
		0,2mg	0,6%

Z powyższego zestawienia widać, że dokładna analiza wymaga zastosowania dokładnych wag. Przy czym nie uwzględniamy tu dodatkowych błędów pochodzących z innych urządzeń lub materiałów użytych w tej metodzie.

Wykonując analizę należy również zwracać uwagę na wpływ czynników zewnętrznych na próbkę. Jej masa może wzrosnąć na wskutek absorpcji wilgoci z otoczenia. Z drugiej strony ważenie próbek o podwyższonej temperaturze jest również niekorzystne. Powinno się je stabilizować termicznie a następnie ważyć. Zabezpieczeniem przed absorpcją wilgoci są naczynia wagowe, które w tym przypadku są w zupełności wystarczające.

Wagi serii PS stosowane w metodzie Tabera

Posiadają 12-to przyciskową elewację membranową oraz podświetlany wyświetlacz LCD. Szalka w tych wagach ma wymiar 128×128mm i posiada szklaną osłonę zabezpieczającą ładunek ważony przed ewentualnymi podmuchami. Wagi posiadają system automatycznej adiustacji wzorcem wewnętrznym. Każda waga posiada standardowo RS 232 oraz możliwość podłączenia dodatkowego wyświetlacza. Na szczególną uwagę zasługuje waga dwuzakresowa PS 200/2000, która łączy w sobie precyzję pomiaru oraz duże obciążenie maksymalne.



	PS 200/2000/C/2	PS 110/C/2	PS 210/C/2
Obciążenie Max.	200/2000 g	110 g	210 g
Działka elementarna	1/10 mg	1 mg	1 mg
Zakres tary	-2000 g	-110 g	-210 g
Powtarzalność	1/10 mg	1 mg	1 mg
Liniowość	±2/10 mg	±2 mg	±2 mg
Wymiar szalki	128×128 mm		
Temperatura pracy	+15° - +30° C		

Więcej informacji na stronie: www.radwag.pl

3.2. Zastosowanie metody Tabera w poligrafii

Metoda Tabera dzięki swej uniwersalności znalazła zastosowanie również w przemyśle poligraficznym. Wykorzystywana jest podczas badania jakości lakieru, którym pokrywane są kartony oraz opakowania. Głównym problemem jest uzyskanie cienkiej i twardej powłoki, która zachowa swoje właściwości w czasie transportu. Ogólnie mówiąc produkt musi dotrzeć do miejsca przeznaczenia bez śladów zarysowań. Występowanie takich defektów praktycznie wyklucza go z obiegu jako niepełnowartościowy – stary. Z drugiej strony producent opakowania stara się opracować taką metodę produkcji, która zagwarantuje dobrą jakość powłoki przy niewielkim zużyciu lakieru – aspekt ekonomiczny.

Podobnie jak w poprzednich przypadkach ocena jakości lakieru na opakowaniu opiera się na ważeniu różnicowym. Oczywiście próbka musi być odpowiednio przygotowana. Można skorzystać z gotowego urządzenia np. Sample Cutter 5000.

Głównym problemem jaki występuje podczas analiz jest niestabilność próbki. Pod tym pojęciem należy rozumieć zmianę masy próbki w wyniku działania czynników zewnętrznych takich jak temperatura oraz wilgotność.

Możliwe jest również występowanie ładunków elektrostatycznych. Jak pokazały testy praktyczne skutecznym rozwiązaniem jest zastosowanie szklanych naczyń wagowych co eliminuje wpływ warunków zewnętrznych. Masa naczyń wagowych jest stała i określono ją jako średnią masę z serii kilku ważeń. W analizach używano wagi analitycznej XA 60/220/x firmy RADWAG.

Uwzględniając wszelkie problemy oraz testy praktyczne jakie zostały wykonane, Laboratorium Badawcze Radwagu stworzyło **Procedurę Badawczą dla przemysłu poligraficznego**. Procedura ta opisuje wszystkie czynności związane z pomiarem masy w metodzie Tabera dla poligrafii. Przebieg procedury zawarty jest w załączniku A tej publikacji. Jest to oczywiście pewien szablon, który należy adaptować do własnych potrzeb wzbogacając go o stosowne elementy własnego Systemu Jakości. Dokumentem związanym z w/w procedurą jest Arkusz Badań, który jest zawarty w załączniku B.

3.2.1. Wagi stosowane w metodzie Tabera dla przemysłu poligraficznego

Wybór wagi którą należy zastosować jako element pomiarowy wynika z wielkości próbki, która będzie ważona. Ponieważ ubytek masy próbki podczas ważenia różnicowego wynosi około $2 \div 3$ mg, to wskazane jest stosowanie wag z działką elementarną co najmniej $d=0,1$ mg. Wprawdzie sama próbka ma niewielką masę bo tylko około 2,5g, ale dodatkowe szklane naczynia wagowe determinują stosowanie wag o znacznym udźwigu. Proponowane rozwiązanie to waga analityczna XA 60/220/X produkcji RADWAG. Waga ta posiada szalkę o wielkości ϕ 85mm osłoniętą szafką przeciwpodmuchową. Wyświetlacz wagi jest zainstalowany na 0,5m kablu – możliwość ustawienia obok wagi.



Dokładność wagi jest automatycznie regulowana poprzez system automatycznej adiustacji wzorcem zabudowanym wewnątrz wagi. Menu tej wagi posiada strukturę hierarchiczną opartą na wyświetlaczu graficznym co zapewnia czytelność i ergonomię. Może ono mieć różne wersje językowe (angielski, niemiecki, francuski itd.). Dodatkową zaletą tej wagi jest możliwość pomiaru z dokładnością 0,01mg oraz tzw. „Ruchomy Zakres”

	XA 60/220/X	XA 220/X	XA 310/X
Obciążenie maksymalne	60/220 g	220 g	310 g
Dokładność odczytu	0,01/0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg
Zakres tary	-220 g	-220 g	-310 g
Powtarzalność	0,02/0,1 mg	0,1 mg	0,2 mg
Liniowość	$\pm 0,05/0,2$ mg	$\pm 0,2$ mg	$\pm 0,3$ mg
Wymiar szalki	ϕ 85 mm	ϕ 100 mm	
Temperatura pracy	$+10^{\circ} \div +45^{\circ} \text{C}$		

Więcej informacji na stronie: www.radwag.pl

4. Badanie ścieralności kruszywa z wykorzystaniem metody Los Angeles

Badanie ścieralności metodą Los Angeles ma na celu odtworzenie warunków pracy kruszywa w nawierzchni i ocenę jego odporności na ścieranie. Badanie ścieralności wg. tej metody polega na określeniu procentowego ubytku masy ziarn kruszywa w wyniku ich wzajemnego ścierania, z udziałem kul stalowych w bębnie Los Angeles. Określa się współczynnik Los Angeles, LA: tj. część masy próbki analitycznej, wyrażona w procentach, która po zakończeniu badania przeszła przez sito 1,6 mm. Należy oczywiście znać masę próbki przed testem oraz masę próbki, która przeszła przez sito. Zależnie od wymaganej precyzji oraz wielkości analizowanej próbki może być konieczne stosowanie dwóch wag o różnych dokładnościach odczytu.

5. Badanie ścieralności tabletek

Badanie ścieralności tabletek odbywa się z wykorzystaniem obrotowego bębna oraz wagi. Urządzeniem wykonawczym może być aparat do badań ścieralności serii TDR firmy ERWEKA. Tabletki umieszczone są w obrotowym bębnie. Wykonuje się pomiar masy tabletek przed testem oraz po jego zakończeniu. Wyniki ważenia tabletek są przekazywane do aparatu TDR, który pokazuje wyniki testu (masa przed testem, masa po teście oraz ubytek masy w %).

Aparat do badania ścieralności i kruchości tabletek oferuje możliwość regulacji prędkości w zakresie 20-100 obr/min. W pomiarze ścieralności tabletek zasadnicze znaczenie ma pomiar masy próbki. Wykorzystuje się tutaj tzw. ważenie różnicowe, które w ogólnym zarysie polega na określeniu masy próbki przed testem oraz po jego zakończeniu. W związku z tym waga poza odpowiednią dokładnością odczytu musi cechować się stałością parametrów w czasie. Uwzględniając wielkość badanej próbki należy w tej metodzie stosować wagi o niewielkich udźwigach, co gwarantuje odpowiednią powtarzalność a tym samym precyzję pomiaru.

Takie wymagania spełnia waga XA 52/X, która posiada działkę elementarną $d=0,01\text{mg}$ oraz udźwig 52g. Szczegółowa charakterystyka tej wagi zawarta jest w serwisie internetowym firmy RADWAG.

6. Badanie ścieralności kół zębatach z wykorzystaniem komparatorów

Komparatory masy są urządzeniami przeznaczonymi do wyznaczania różnicy pomiędzy masą wzorca badanego (B), a znaną masą wzorca odniesienia (A) według metody ABA lub ABBA.

Komparatory są najczęściej stosowane w laboratoriach do wzorcowania wzorców masy i odważników. Istnieją również inne potencjalne miejsca zastosowania m.in. do sprawdzania zużycia kół zębatach. Zasadniczym problemem jest dość duża masa koła zębatego bo około 1500g przy jednocześnie małym ubytku masy po zrealizowaniu cyklu badania. Jak pokazały testy zastosowanie standardowej wagi z działką elementarną $d=1\text{mg}$ jest niewystarczające. Z drugiej strony nie ma wag analitycznych z $d=0,1\text{mg}$ i udźwigu 1500g. Zastosowano więc zmodyfikowaną konstrukcję komparatora, który jest zrównoważony masą koła zębatego. W tym przypadku jest to nowe koło traktowane jako wzorzec. Zakres równoważenia komparatora wynosi -50g do $+50\text{g}$ tak więc możliwy jest montaż i diagnoza różnych kół – nie jest wymagana ścisła masa wzorca.



Opis rozwiązania, które zostało wdrożone na Politechnice Radomskiej:

Zastosowano komparator WAX 2100/KO ze specjalną nakładką, dzięki której koło zębate jest dokładnie pozycjonowane. Oczywiście po nałożeniu koła wskazanie komparatora wynosi zero. Zadaniem komparatora jest wykazanie stopnia użycia koła zębatego typu OILFZG-A (696) na wskutek normalnej pracy. Podczas testów koło jest założone na specjalną maszynę, która symuluje odpowiednie prędkości obrotowe jak i obciążenia. Po zakończeniu testów, koło jest dokładnie myte i suszone a następnie ważone. Na podstawie różnicy mas przed



testami oraz po ich zakończeniu ocenia się stopień zużycia. Ponieważ badania ścieralności kół zębatych obejmują również inne typy kół zębatych wykonano dodatkowo inny typ nakładki.

Literatura:

1. <http://vitold.ovh.org>
2. <http://www.podlogi-siany.pl>
3. <http://tworzywastuczne.webpark.pl>
4. <http://www.erweka.com>
5. Badania grawimetryczne powłoki lakieru w Laboratorium Badawczym RADWAG

7. Procedura badawcza nr 1

Badanie powłoki lakieru na opakowaniach kartonowych

7.1. Cel procedury

Celem procedury jest wyjaśnienie czynności, które występują podczas kontroli jakości lakieru na powierzchni opakowań metodą TABERA

7.2. Przedmiot i zakres stosowania

Przedmiotem procedury są wszystkie opakowania wytwarzane w firmie oraz wszystkie inne próbki, które mogą zostać ocenione według metody Tabera z wykorzystaniem metody grawimetrycznej

7.3. Dokumenty związane

Z niniejszą procedurą związane są następujące dokumenty:

- 3.1. Instrukcja obsługi urządzenia Sample Cutter Model 500
- 3.2. Instrukcja obsługi urządzenia Rotary Platform Ambraser 5135
- 3.3. Instrukcja obsługi wagi XA 60/220/X
- 3.4. Arkusz badań AK-01

7.4. Odpowiedzialność

Za stosowanie niniejszej procedury odpowiedzialna (y) jest

Za nadzór nad stosowaniem procedury odpowiedzialny

7.5. Wymagania dotyczące personelu laboratorium

- znajomość podstawowych zasad posługiwania się wagą analityczną XA 60/220/X
- znajomość podstawowych zasad posługiwania się urządzeniami Sample Cutter oraz Rotary Platform Ambraser
- znajomość niniejszej procedury

7.6. Przebieg procedury

Warunki klimatyczne w laboratorium

Powinny być utrzymane na stałym poziomie w zakresie temperatury i wilgotności. Temperaturę uznaje się za stałą jeżeli jej zmiany są nie większe niż 0,5°C na godzinę. Zmiany wilgotności nie powinny być większe niż +/- 5% względem wartości ustalonej. Rzeczywista temperatura w laboratorium może być regulowana w zakresie 20 -25°C. Wilgotność powinna być nie mniejsza niż 40%.

Pobieranie próbki

Próbka powinna być pobrana w sposób reprezentujący w miarę możliwości całość arkusza papieru uwzględniając poziom jego nasycenia różnymi barwami. Zakłada się, że powłoka lakieru jest jednakowa na całej powierzchni arkusza.

- wyciąć obszar kartonu o wymiarach 140mm x 140mm
- włożyć wycięty karton do Urządzenia Sample Cutter i wyciąć próbkę
- po wycięciu próbki włożyć ją do szklanego pojemnika (szalka Petriego)
- pobrać w ten sam sposób kilka próbek z badanego arkusza

Procedura wagowa

Badanie powłoki lakieru jest pomiarem różnicowym, w którym należy określić masę początkową próbki M_1 oraz masę końcową próbki M_2 . Przed pomiarem wagę należy wykalibrować celem ustalenia dokładności.

1. Wykalibrować wagę
2. Jeżeli waga wskazuje stan zera przystąpić do procedury, jeżeli wskazanie jest różne od zera należy nacisnąć przycisk ZERO
3. Odsunąć szyby boczne i położyć na szalce próbkę w szklanym naczyniu
4. Po ustabilizowaniu się wskazania zanotować wynik ważenia jako M_{1-1}
5. Wykonać 3 pomiary tej samej próbki. Określić rzeczywistą masę próbki M_1 jako wartość średnią według wzoru:

$$M_1 = \frac{M_{1-1} + M_{1-2} + M_{1-3}}{3} \quad (1.)$$

6. Wyjąć próbkę ze szklanego pojemnika i założyć na Rotary Platform Ambraser
7. Uzbroić urządzenia do badań i ustawić określoną ilość obrotów
8. Po zakończeniu testu zdjąć badaną próbkę i umieścić ją w szklanym pojemniku
9. Wykonać 3 pomiary próbki. Określić rzeczywistą masę próbki M_2 jako wartość średnią według wzoru:

$$M_2 = \frac{M_{2-1} + M_{2-2} + M_{2-3}}{3} \quad (2.)$$

10. Obliczyć ubytek masy próbki U_p według poniższego wzoru:

$$U_p = M_1 - M_2 \quad (3.)$$

7.7. Elementy kontroli i weryfikacji

Ponieważ podczas badań wykorzystywane jest ważenie różnicowe /różnica masy próbki przed i po teście/ - kontrola metrologiczna wagi może się odbywać poprzez sprawdzenie wskazania wagi dla wzorca masy 100g. Sprawdzenie należy wykonać po kalibracji wagi.

Legalizacja urządzenia Rotary Platform Ambraser powinna się odbywać zgodnie z przyjętymi okresami dla tego typu urządzeń.

7.8. Postępowanie w przypadku niezgodności

Wszystkie odstępstwa w procedurze oraz wykryte niezgodności należy rejestrować oraz zgłaszać do

7.9. Przywołane załączniki

Wyszczególnione w punkcie 3.

8. Arkusz badań AK-01

Badanie powłoki lakieru na opakowaniach kartonowych

Nazwa próbki:

Data:

WYNIKI BADAŃ

Masa początkowa próbki

 $M_{1-1} =$ $M_{1-2} =$ $M_{1-3} =$

Masa końcowa próbki

 $M_{2-1} =$ $M_{2-2} =$ $M_{2-3} =$

Oblicz rzeczywistą masę próbki M_1 jako wartość średnią według zależności (1.) oraz rzeczywistą masę próbki M_2 jako wartość średnią według zależności (2.)

$$M_1 = \frac{M_{1-1} + M_{1-2} + M_{1-3}}{3} \quad (1.)$$

$$M_2 = \frac{M_{2-1} + M_{2-2} + M_{2-3}}{3} \quad (2.)$$

 $M_1 =$ $M_2 =$ Obliczyć ubytek masy próbki U_p

$$U_p = M_1 - M_2 = \dots\dots\dots$$

Badanie wykonał: