



RADWAG WAGI ELEKTRONICZNE
LABORATORIUM BADAWCZE

26-600 RADOM, ul. Bracka 28
tel. (0-48) 38 48 800 tel./fax (0-48) 385 00 10, Dział sprzedaży: (0-48) 366 80 06
<http://www.radwag.pl>



Badanie
przepuszczalności pary
wodnej przez laminat włókninowy i foliowy
oraz powlekat foliowy z wykorzystaniem wagosuszarek serii
MAX 50 produkcji RADWAG

Badania oraz dokumentację wykonał: Tomasz Czyż
Radom 12/05/2010

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	3
2. Opis referencyjnej metodyki badania przepuszczalności pary wodnej	3
2.1. Wyniki badań przepuszczalności według metody referencyjnej.....	4
3. Opis metodyki badania przepuszczalności pary wodnej z wykorzystaniem wagosuszarek produkcji RADWAG	4
3.1. Warunki badania.....	5
3.2. Stosowane przyrządy i materiały.....	5
3.3. Wykonanie oznaczenia: procedura badawcza	5
4. Wyniki ze zrealizowanego badania.....	7
5. Źródła błędów.....	8
6. Porównanie metod badawczych.....	9

1. Wstęp

Przepuszczalność takich produktów jak plastry jest ważną cechą, która daje z jednej strony bezpieczeństwo a z drugiej strony komfort użytkowania. Z tego też względu badanie tego parametru ma szczególne znaczenie. Należy przy tym zauważyć, że badanie przepuszczalności pary wodnej przez włókniny opatrunkowe nie jest znormalizowane, więc nie ma w zasadzie punktu odniesienia.

W ramach badań porównawczych wykonano serię badań przepuszczalności pary wodnej przez różne próbki plastrów z wykorzystaniem zestawu składającego się z wagosuszarki MAX 50 oraz próbnika 2000. Celem badania było opracowanie alternatywnej metodyki, ze znacznie krótszym czasem analizy. Obecnie stosowana metodyka wymaga okresu 24 godzin.

2. Opis referencyjnej metodyki badania przepuszczalności pary wodnej

Metodyka określona jako metoda referencyjna wymaga naczyń wagowych, wagi analitycznej oraz komory klimatycznej z regulowaną temperaturą oraz wilgotnością. Przebieg badania jest realizowany według poniższego schematu:

- nalanie wody destylowanej do naczyń wagowych (ok. 20ml), naklejenie przygotowanych próbek na wierzch naczynia wagowego, stabilizacja próbek w czasie 15 min.
- pomiar masy naczyń wagowych w stabilnych warunkach laboratoryjnych:
 - temperatura $20^{\circ}\text{C} \div 25^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$
 - wilgotność $30\% \div 50 \pm 2\%$
- umieszczenie próbek w komorze klimatycznej w warunkach badania tzn. temperatura 40°C oraz wilgotność 20%, czas badania w w/w warunkach 24 godziny.
- wyjęcie próbek z komory klimatycznej, stabilizacja próbek w warunkach laboratoryjnych w czasie 15 min oraz zważenie próbek.

Główną wadą tej metody jest dość długi czas badania oraz konieczność sterowania komorą klimatyczną z zachowaniem właściwych parametrów w cyklu 24 godzinnym. Wyniki otrzymane według tej metody znajdują się w dalszej części opracowania.

2.1. Wyniki badań przepuszczalności według metody referencyjnej

Wyniki otrzymane z analizy metodą „referencyjną” zawiera poniższa tabela.

Nazwa	Przepuszczalność pary wodnej	Wartość średnia	Wartość minimalna	Tolerancja
	g/m ² /24h	g/m ² /24h	g/m ² /24h	15% średniej
Laminat włókninowy R21601	2730,6	2441,9	1000	366,3
	2305,7			
	2289,3			
Powlekat Mikroporowy NG	3500,4	3710,3 /nie spełnia/	4200	556,5
	3716,4			
	4033,1			
	3591,1			
Laminat Foliowy Minifol	1599,7	1541,7	1000	231,2
	1672,4			
	1353,1			

3. Opis metodyki badania przepuszczalności pary wodnej z wykorzystaniem wagosuszarek produkcji RADWAG

W odniesieniu do wagosuszarek pomiar przepuszczalności pary wodnej polega na precyzyjnym oznaczeniu ubytku masy wody, która odparowuje z wnętrza próbника poprzez badaną próbkę. Przenikanie pary wodnej następuje na skutek wzrostu jej prężności w wyniku podwyższenia temperatury wody wewnątrz próbника.

Urządzeniem pomiarowym podczas badań jest wagosuszarka, która składa się z:

- precyzyjnej wagi o dokładności odczytu 1mg,
- komory suszenia z układem halogenów,
- czujnika temperatury oraz układów przetwarzających z wyświetlaczem cyfrowym.

Zadaniem wagi jest precyzyjny pomiar masy w ciągu cyklu badawczego. Układ automatyki poprzez sprzężenie zwrotne czujnik temperatury – halogeny zapewnia utrzymanie zadanej temperatury, natomiast układy elektroniczne przetwarzają zebrane dane i eksponują je na wyświetlaczu wagosuszarki. Rejestrowanie danych odbywa się automatycznie bez ingerencji operatora zgodnie z ustalonym interwałem. Urządzeniem rejestrującym jest komputer z aktywnym programem PomiarWin, lub drukarka.

Przy zastosowaniu komputera z programem PomiarWin, z pobranych danych kreślony jest na bieżąco wykres pokazujący szybkość przenikania pary wodnej przez badaną próbkę.

Miarą przepuszczalności pary wodnej jest wyrażona w $[\frac{mg}{cm^2 * h}]$ ilość pary wodnej przepuszczanej przez materiał (plaster).

3.1. Warunki badania

W zakresie warunków środowiskowych należy monitorować temperaturę oraz wilgotność pomieszczenia. Temperatura pomieszczenia powinna zawierać się w zakresie 20°C do 25°C a wilgotność względna w granicach 30% do 50%. Zmiany temperatury w czasie cyklu badania nie powinny przekraczać $\pm 2^\circ\text{C}$ a wilgotności $\pm 5\%$. Zakłada się, że temperatura komory suszenia wagosuszarki w której umieszczony jest próbnik jest stabilna w ciągu badania.

3.2. Stosowane przyrządy i materiały

Stanowisko do badań przepuszczalności pary wodnej powinno być wyposażone w następujące przyrządy i materiały:

- Wagosuszarka z działką elementarną 1mg
- Próbnik 2000
- Termohigrometr /rejestrowanie warunków środowiskowych/
- Pipeta /do transportu wody destylowanej/
- Woda destylowana
- Termometr kontrolny PT 101 /kontrola temperatury wody destylowanej oraz temperatury wewnątrz komory wagosuszarki – wyposażenie opcjonalne/
- Komputer z programem PomiarWin /wyposażenie opcjonalne/
- Drukarka termiczna KAFKA /wyposażenie opcjonalne/

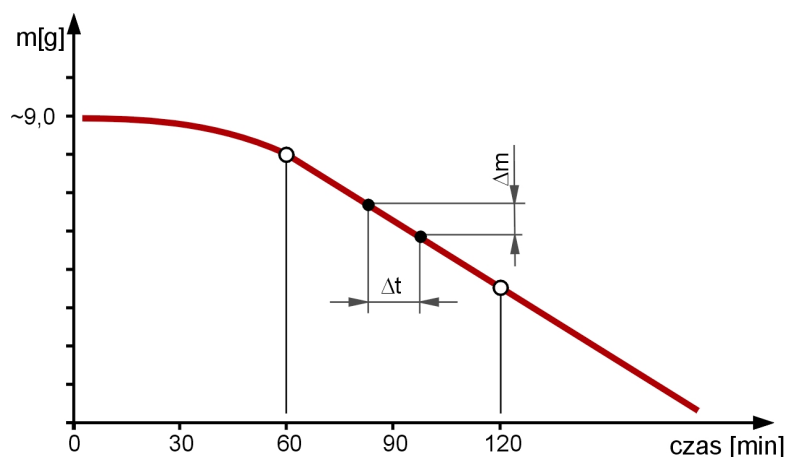
3.3. Wykonanie oznaczenia: procedura badawcza

Badanie poziomu przenikalności pary wodnej powinno się odbywać w stabilnych warunkach środowiskowych. Przyjmuje się, że są one stabilne jeżeli temperatura oraz wilgotność zawiera się w granicach i tolerancjach podanych w punkcie 3.1.

Wagosuszarka powinna być załączona do sieci na co najmniej 30 minut przed rozpoczęciem pomiarów. Woda destylowana używana w czasie analizy powinna mieć temperaturę zbliżoną do temperatury pomieszczenia w którym badanie będzie wykonywane. Okres 24 godzinny przechowywania wody w pomieszczeniu badawczym jest wystarczający do osiągnięcia stabilizacji termicznej.

Pobieranie i przechowywanie próbek:

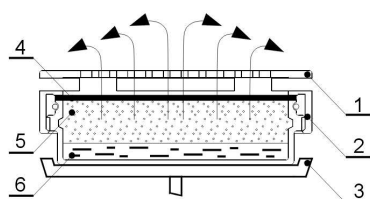
Z przygotowanego kawałka plastra wykroić krążki o średnicy 56mm -1mm. Po wykrojeniu umieścić je w pomieszczeniu, gdzie będą wykonywane badania. Zalecane jest, żeby temperatura próbki była zbliżona do temperatury pomieszczenia, gdzie badanie będzie wykonywane.



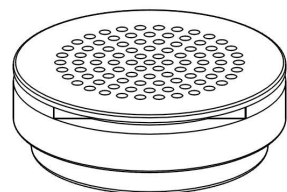
Schemat wykonania próby

Przebieg procedury:

1. Uruchomić wagosuszkarkę zgodnie z procedurami opisanymi w dokumentacji urządzenia
2. Uruchomić komputer z programem PomiarWin (jeżeli przewidywany jest ten sposób rejestracji danych) lub włączyć drukarkę
3. Zaprogramować parametry suszenia jako:
 - temperatura 45°C
 - czas analizy 2h /wyłączenie czasowe/
4. Do pierścienia dociskowego przykleić próbkę plastra (czynność wykonać w rękawiczkach ochronnych, aby zapobiec zanieczyszczeniu próbki).
5. Umieścić wewnątrz komory wagosuszarki próbnik wraz z próbką i po ustabilizowaniu się wskazania nacisnąć przycisk ZERO/TARE
6. Za pomocą pipety zadozować do wnętrza próbnika wodę destylowaną w ilości około 9g - [M0]. Jeżeli wagosuszkarka nie współpracuje z innymi urządzeniami należy zanotować masę zadozowanej wody /rejestracja ręczna/
7. Umieścić próbkę na próbniku, nad lustrem wody, stroną z klejem w kierunku wody i dokręcić pokrywkę do korpusu próbnika.
8. Umieścić próbnik w komorze.
9. Procedura suszenia rozpocznie się automatycznie. W trakcie pomiaru na wyświetlaczu wagosuszarki eksponowana jest aktualna ilość wody destylowanej oraz dodatkowe informacje takie jak upływający czas badania, temperatura w komorze wagosuszarki itp.
10. W 60 min odczytać i zapisać masę wody w próbniku [M1].
11. Po zakończeniu procesu analizy, wyświetlacz wagosuszarki pokazuje masę końcową wody w próbniku [M2]. Odczytać ją i zapisać.



- 1 – pokrywka próbnika
- 2 – korpus próbnika
- 3 – szalka wagosuszarki
- 4 – badana próbka, doklejona do pierścienia dociskowego
- 5 – para wodna
- 6 – woda destylowana



Widok próbnika

4. Wyniki ze zrealizowanego badania

Do badań przepuszczalności pary wodnej użyto 3 różnych rodzajów plastrów, które zostały dostarczone przez producenta. Specyfikację zawiera poniższa tabela:

Numer próbki	Nazwa próbki
1	Laminat włókninowy R21601
2	Powlekat Mikroporowy NG
3	Laminat foliowy Minifol

Podczas badania ustalono, że stała wartość ubytku masy wody destylowanej jest po upływie 60 minut od rozpoczęcia badania. W związku z tym do wyliczeń przyjęto pomiar masy w:

- 60 minucie testu oraz w
- 120 minucie testu.

Faza początkowa analizy nie może być uwzględniona w pomiarach ponieważ warunki analizy są jeszcze niestabilne. W wyniku badania określono przepuszczalność pary wodnej dla wyszczególnionych próbek zgodnie z poniższą zależnością:

$$P = \frac{M1 - M2}{t * P_p} \left[\frac{mg}{cm^2 * h} \right]$$

gdzie:

- P – przepuszczalność pary wodnej wyrażona w $\left[\frac{mg}{cm^2 * h} \right]$
M1 – masa wody destylowanej zarejestrowana w 60 min. testu [mg]
M2 – końcowa masa wody destylowanej zarejestrowana w 120 min. testu w [mg]
t – czas trwania próby w [h] – (1h)
P_p – pole powierzchni parowania w [cm²] - (19,625cm²)

Powyższy warunek przyjęto ze względu na to, że obserwowany czas stabilizacji przepuszczalności wynosi około 30-40 min od momentu rozpoczęcia analizy. W tym czasie następuje stabilizacja komory suszenia a co za tym idzie i warunków wykonywania analizy. Po tym czasie przepuszczalność stabilizuje się na stałym poziomie – warunek $\Delta m / \Delta t = \text{const}$.

Analizy kolejnych próbek plastrów były wykonywane z odpowiednimi przerwami około 30min. Wyniki z badania przepuszczalności pary wodnej z wykorzystaniem wagosuszarki zawiera tabela.

Zestawienie wyników:

Numer próbki	Nazwa próbki	Wynik przepuszczalności [$\frac{mg}{cm^2 * h}$]	Wartość średnia [$\frac{mg}{cm^2 * h}$]
1.1	Laminat włókninowy R21601	10,60	9,86
1.2		9,94	
1.3		9,38	
1.4		9,38	
1.5		10,03	
2.1	Powlekat Mikroporowy NG	14,42	14,20
2.2		14,98	
2.3		13,04	
2.4		15,34	
2.5		31,20	
3.1	Laminat foliowy R21601	9,58	8,41
3.2		7,59	
3.3		9,32	
3.4		8,00	
3.5		7,54	

5. Źródła błędów

Niedokładność i rozbieżność wyników końcowych przy badaniu przepuszczalności pary wodnej omawianą metodyką może wynikać z kilku czynników.

5.1. Wagosuszarka

Błędy urządzenia wynikające z budowy i dość długiego czasu trwania próby (2h). Należy też zwrócić uwagę na błędy w sterowaniu i utrzymaniu temperatury w komorze wagosuszarki, podczas trwania badania.

5.2. Warunki środowiskowe

Wpływ warunków środowiskowych należy rozpatrywać względem wagosuszarki jak i badanej próbki. Można przyjąć, że przy stabilnych warunkach zewnętrznych szybkość parowania wody destylowanej jest stała dla badania próbek plastra.

6. Porównanie metod badawczych

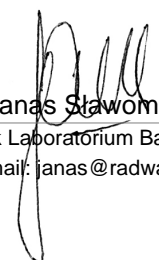
Zasadnicza różnica pomiędzy metodami polega na czasie analizy. W metodzie przyjętej jako referencyjna jest to czas 24 godziny, dla wagosuszarki jest to 2 godziny z tym, że do analizy pobierane są dane z 60 minuty oraz 120 minuty testu.

Celem określenia zbieżności wyników obydwu metod należy ujednoczyć miano otrzymanych wartości oraz czas trwania analizy. Zestawienie zawiera poniższa tabela.

Numer próbki	Nazwa próbki	Metoda badania	
		wagosuszarka	komora klimatyczna
		$\bar{x} \rightarrow [\frac{mg}{cm^2 * h}]$	$\bar{x} \rightarrow [\frac{mg}{cm^2 * h}]$
1	Laminat włókninowy R21601	9,86	10,17
2	Powlekat Mikroporowy NG	14,20	15,46
3	Laminat foliowy R21601	8,41	6,42

Wartości przepuszczalności pary wodnej uzyskanej w komorze klimatycznej przedstawiono w $mg/cm^2/h$. Wyniki te uzyskano po transformacji danych według poniższego schematu:

1. A – wartość w mg/cm^2 ; A = otrzymana wartość z komory klimatycznej / 10
2. B – przepuszczalność /h B = A/24


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