

ARTYKUŁY – REPORTS

Joanna Kokowska\*

## PRZEPUSZCZALNOŚĆ POWŁOK MALARSKICH NA RÓŻNYCH PODŁOŻACH BUDOWLANYCH

W artykule podano wyniki badań przenikalności pary wodnej i dwutlenku węgla przez powłoki malarskie na podłożach mineralnych. Przeprowadzono badania na podłożach z zaprawy cementowej, na płycie gipsowo-kartonowej, cegle zwykłej oraz na podłożu ze spieku szklanego o odpowiedniej granulacji, traktując spiek jako normowe podłoże odniesienia. Badane powłoki dobrano ze względu na ich przepuszczalność w stosunku do pary wodnej i dwutlenku węgla (w zakresie szczelne – przepuszczalne). W zależności od rodzaju powłoki i podłoża budowlanego zaznacza się wpływ tego podłoża na przenikalność pary wodnej i dwutlenku węgla.

### 1. Wprowadzenie

Powłoki malarskie są szeroko stosowane w budownictwie nie tylko do zabezpieczania konstrukcji stalowych, ale także do elewacji obiektów betonowych, murowych oraz ścian i sufitów wewnątrz pomieszczeń. W tych obiektach zabezpieczane powierzchnie są wykonane z wyrobów mineralnych: betonu, cegły, tynków, płyt gipsowo-cementowych itp.

Jedną z istotnych właściwości użytkowych powłok malarskich na podłożach mineralnych jest przepuszczalność pary wodnej oraz gazów występujących w powietrzu, głównie dwutlenku węgla.

Wymagania stawiane malarskim powłokom elewacyjnym, a także powłokom zabezpieczającym wnętrza pomieszczeń, są podawane są w normach i ZUAT [1, 2].

Korzystne są właściwości powłoki pozwalające na swobodny przepływ pary wodnej, jednocześnie ograniczające lub uniemożliwiające dostęp do konstrukcji gazów kwaśnych  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ .

Do oceny przenikalności pary wodnej, a także  $\text{CO}_2$  przez powłoki służą różne parametry, takie jak: natężenie przepływu, opór dyfuzyjny lub opór dyfuzyjny wyrażony jako zastępcza warstwa powietrza  $S_d$ , czyli grubość warstwy nieruchomego powietrza, której opór jest równy oporowi powłoki.

\* mgr – asystent w Zakładzie Trwałości i Ochrony Budowli ITB

Parametry te są wyznaczane za pomocą znormalizowanych metod [3,4,5] na ściśle zdefiniowanych podłożach, na przykład na spieku szklanym lub zaprawie cementowej o odpowiednio dobranym składzie. Podłoża te charakteryzują się określoną w normie, znaczną przepuszczalnością pary wodnej.

Powłoki o wyznaczonej w powyższy sposób charakterystyce przepuszczalności są następnie w praktyce nakładane na różne podłoża budowlane, na przykład ceramiczne, gipsowo-kartonowe, tynki wapienne itp. Podłoża te charakteryzują się odmienną od podłoży normowych przepuszczalnością pary wodnej i gazów kwaśnych – z tego względu mogą wywierać wpływ na przepuszczalność malarskich powłok dekoracyjno-ochronnych.

W ramach prac statutowych ITB w grupie problemowej „Trwałość obiektów budowlanych” przeprowadzono badania przepuszczalności powłok malarskich odnośnie do pary wodnej i CO<sub>2</sub> na kilku typowych podłożach budowlanych. Badania miały na celu sprawdzenie, czy rodzaj podłoża wpływa na spełnienie przez powłoki stawianych im wymagań przepuszczalności.

## 2. Opis badań

Do badań wytypowano stosowane od lat w budownictwie dwie powłoki malarskie:

- powłokę akrylową, która jest powłoką paroprzepuszczalną,
- powłokę epoksydową o zwiększonej szczelności wobec pary wodnej.

Powłoki te badano na następujących podłożach:

- zaprawie cementowej o składzie normowym,
- płycie gipsowo-kartonowej,
- cegle zwykłej,
- spieku szklanym o granulacji g1.

W ramach badań określono również przenikalność pary wodnej i dwutlenku węgla przez wymienione podłoża budowlane i przez spiek szklany. Następnie określono przenikalność pary wodnej przez powłoki akrylową i epoksydową w postaci swobodnych folii.

Warunki prowadzenia badania przenikalności pary wodnej były następujące: różnica stężeń pary wodnej po obu stronach próbki złożonej z:

- a) powłoki i danego podłoża,
- b) podłoża,
- c) powłoki

wynosiła  $(80 \pm 5)\%$ , a temperatura układu pomiarowego  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Naczynie z badaną próbką ważono w określonych odstępach czasu do uzyskania ustalonego w czasie przepływu pary wodnej.

Warunki prowadzenia badania przenikalności dwutlenku węgla przez próbki jw. były analogiczne, jedynie różnica stężeń dwutlenku węgla po obu stronach próbki wynosiła 10% objętościowych.

## 3. Omówienie wyników badań

Z danych prezentowanych w literaturze wynika, że przepuszczalność powłoki na powierzchni betonu jest kształtowana nie tylko przez rodzaj wyrobu powłokotwórczego,

ale także przez wierzchnią warstwę betonu. W przypadku powierzchni porowatych i nierównych wpływ na przenikalność pary wodnej przez powłokę będą miały nierówności powierzchni i duże pory w materiale podłoża. Istotnymi czynnikami mającymi wpływ na przenikalność pary wodnej są też grubość i mikrostruktura powłoki.

Badane powłoki różniły się mikrostrukturą. Powłoka akrylowa z farby dyspersyjnej miała odmienną mikrostrukturę od powłoki epoksydowej z farby bezrozpuszczalnikowej. Różnice w mikrostrukturze tych powłok uwidoczniły się w ich paroprzepuszczalności. Wyniki badań zestawiono w tabelicy 1.

Tablica 1. Zestawienie parametrów przenikalności pary wodnej przez badane powłoki: akrylową i epoksydową (w postaci swobodnej folii)

Table 1. Parameters of water-vapour permeability through the tested coatings: acrylic and epoxy (as a free membrane)

Rodzaj powłoki	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $S_d$ , m (wartości średnie)
Akrylowa	$1,5 \cdot 10^{-7}$	3,1
Epoksydowa	$7,8 \cdot 10^{-9}$	60

Jak wynika z danych przedstawionych w tabelicy 1, badane powłoki różnią się zasadniczo pod względem przepuszczalności pary wodnej.

Zgodnie z wymaganiami przepuszczalności pary wodnej stawianymi powłokom w dokumentach krajowych i unijnych [1,2] powłoki paroprzepuszczalne charakteryzują się oporem  $S_d$  niższym niż 4 m, natomiast powłoki paroszczelne wykazują opór  $S_d$  wyższy niż 50 m.

Pod badane powłoki zastosowano podłoża o zróżnicowanej porowatości i nierównościach; gładką płytę gipsowo-kartonową, „zatartą na ostro” zaprawę cementową, bardzo porowatą cegłę zwykłą oraz podłoże ze spieku szklanego o odpowiedniej granulacji, zalecane w normach badawczych.

Wyniki badania przenikalności pary wodnej przez te podłoża zestawiono w tabelicy 2.

Tablica 2. Zestawienie parametrów przenikalności pary wodnej przez badane podłoża

Table 2. Parameters of water-vapour permeability through the tested substrates

Rodzaj podłoża	Natężenia przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $S_d$ , m (wartości średnie)
Spiek szklany	$1,1 \cdot 10^{-5}$	0,04
Płyta gipsowo-kartonowa	$5,1 \cdot 10^{-6}$	0,09
Zaprawa cementowa	$2,7 \cdot 10^{-6}$	0,17
Cegła zwykła	$2,4 \cdot 10^{-6}$	0,20

Jak wynika z tablicy 2, badane podłoża w świetle wymagań technicznych są paroprzepuszczalne. Najbardziej paroprzepuszczalny jest spiek szklany, zbliżoną przepuszczalność wykazuje płyta gipsowo-kartonowa. Zaprawa cementowa i cegła zwykła charakteryzują się niższą i zbliżoną do siebie przepuszczalnością pary wodnej.

Badania przenikalności pary wodnej przez powłokę akrylową na wymienionych wyżej podłożach wykazały, że nie wywierają one wpływu na przepuszczalność powłoki w porównaniu do przepuszczalności powłoki badanej bez podłoża, jak i w odniesieniu do podłoża normowego ze spieku szklanego.

Wyniki badań przenikalności pary wodnej przez powłokę akrylową na różnych podłożach zestawiono w tablicy 3.

Tablica 3. Zestawienie parametrów przepuszczalności pary wodnej przez powłokę akrylową na różnych podłożach i bez podłoża

Table 3. Parameters of water-vapour permeability through acrylic coating on different substrates and without the substrate

Rodzaj podłoża	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $S_d$ , m (wartości średnie)
Bez podłoża	$1,5 \cdot 10^{-7}$	3,1
Spiek szklany	$1,5 \cdot 10^{-7}$	3,1
Płyta gipsowo-kartonowa	$2,2 \cdot 10^{-7}$	2,1
Zaprawa cementowa	$1,8 \cdot 10^{-7}$	2,4
Cegła zwykła	$2,0 \cdot 10^{-7}$	2,3

Analogiczne badania szczelnej wobec pary wodnej powłoki epoksydowej dały odmienne wyniki, które zestawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Zestawienie parametrów przenikalności pary wodnej przez powłokę epoksydową na różnych podłożach i bez podłoża

Table 4. Parameters of water-vapour permeability through epoxy coating on different substrates and without the substrate

Rodzaj podłoża	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $S_d$ , m (wartości średnie)
Bez podłoża	$7,8 \cdot 10^{-9}$	60
Spiek szklany	$6,0 \cdot 10^{-9}$	77
Płyta gipsowo-kartonowa	$9,7 \cdot 10^{-9}$	48
Zaprawa cementowa	$7,1 \cdot 10^{-9}$	66
Cegła zwykła	$1,3 \cdot 10^{-9}$	3,9

Jak wynika z danych zawartych w tabelicy 4, w przypadku epoksydowej powłoki paroszczelnej zaznacza się wpływ rodzaju podłoża na przepuszczalność powłoki. Na spieku szklanym, zaprawie cementowej i płycie gipsowo-kartonowej powłoka epoksydowa pozostaje powłoką paroszczelną, natomiast na podłożu z cegły zwykłej staje się powłoką paroprzepuszczalną.

Powłoki malarskie kładzione na podłoża mineralne, a szczególnie na beton, powinny wykazywać wobec dwutlenku węgla opór  $S_d$  nie mniejszy niż 50 m [1,2]. Badane powłoki – akrylowa i epoksydowa spełniają stawiane im wymagania, tzn. odcinają dostęp dwutlenku węgla do wnętrza konstrukcji, o czym świadczą opory  $S_d$  zestawione w tabelicy 5.

Tabela 5. Zestawienie parametrów przenikalności dwutlenku węgla przez badane powłoki – akrylową i epoksydową (w postaci swobodnej folii)

Table 5. Parameters of carbon dioxide permeability through tested coatings: acrylic and epoxy (as a free membrane)

Rodzaj powłoki	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $S_d$ , m (wartości średnie)
Akrylowa	$1,5 \cdot 10^{-8}$	200
Epoksydowa	$6,9 \cdot 10^{-10}$	4200

Wyniki badań przenikalności dwutlenku węgla przez podłoża ze spieku szklanego, płyty gipsowo-kartonowej, zaprawy cementowej i cegły zwykłej zestawiono w tabelicy 6.

Tabela 6. Zestawienie parametrów przepuszczalności dwutlenku węgla przez badane podłoża

Table 6. Parameters of carbon dioxide permeability through tested substrates

Rodzaj podłoża	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $S_d$ , m (wartości średnie)
Spiek szklany	$8,4 \cdot 10^{-5}$	0,04
Płyta gipsowo-kartonowa	$3,2 \cdot 10^{-6}$	0,09
Zaprawa cementowa	$1,7 \cdot 10^{-6}$	0,17
Cegła zwykła	$1,6 \cdot 10^{-6}$	0,18

Podłoża te są przepuszczalne wobec dwutlenku węgla w praktycznie takim samym stopniu, jak wobec pary wodnej.

Przenikalność dwutlenku węgla przez powłokę akrylową naniesioną na te podłoża różni się w zależności od rodzaju podłoża. Największą przepuszczalność wykazała powłoka akrylowa na podłożu z płyty gipsowo-kartonowej i na zaprawie cementowej, natomiast przepuszczalność powłoki akrylowej na spieku szklanym i cegle zwykłej uległa kilkakrotnemu zmniejszeniu. Wystąpiły znaczne różnice w przenikalności dwutlenku

węgla przez powłokę akrylową w zależności od rodzaju podłoża – jednak na badanych podłożach powłoka akrylowa spełniła wymaganie techniczne  $Sd > 50$  m.

Wyniki badania przenikalności dwutlenku węgla przez powłokę akrylową na różnych podłożach zestawiono w tabelicy 7.

Tablica 7. Zestawienie parametrów przenikalności dwutlenku węgla przez powłokę akrylową na różnych podłożach i bez podłoża

Table 7. Parameters of carbon dioxide permeability through acrylic coating on different substrates and without the substrate

Rodzaj podłoża	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $Sd$ , m (wartości średnie)
Bez podłoża	$1,5 \cdot 10^{-8}$	200
Spiek szklany	$1,8 \cdot 10^{-8}$	160
Płyta gipsowo-kartonowa	$5,3 \cdot 10^{-8}$	58
Zaprawa cementowa	$4,7 \cdot 10^{-8}$	72
Cegła zwykła	$1,9 \cdot 10^{-8}$	170

Analogiczne badania szczelnej powłoki epoksydowej, których wyniki zestawiono w tabelicy 8, wykazały istotny wpływ podłoża na przenikalność dwutlenku węgla.

Tablica 8. Zestawienie parametrów przenikalności dwutlenku węgla przez powłokę epoksydową na różnych podłożach i bez podłoża

Table 8. Parameters of carbon dioxide permeability through epoxy coating on different substrates and without the substrate

Rodzaj podłoża	Natężenie przepływu pary wodnej, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (wartości średnie)	Opór dyfuzyjny $Sd$ , m (wartości średnie)
Bez podłoża	$6,9 \cdot 10^{-10}$	4200
Spiek szklany	–	–
Płyta gipsowo-kartonowa	$5,3 \cdot 10^{-9}$	2000
Zaprawa cementowa	$1,4 \cdot 10^{-9}$	3300
Cegła zwykła	$8,0 \cdot 10^{-7}$	4,2

#### 4. Podsumowanie wyników badań

Typowe podłoża budowlane: cementowe, ceramiczne, gipsowo-kartonowe zabezpieczone powłokami malarskimi nie wywierają wpływu na przenikalność pary wodnej przez powłokę paroprzepuszczalną akrylową ( $Sd < 4$  m).

W przypadku szczelnej epoksydowej powłoki ( $S_d > 50$  m) wpływ badanych podłoży na przepuszczalność powłoki ujawnił się na podłożu z cegły zwykłej, której powierzchnia była bardzo porowata i nierówna. Powłoka epoksydowa przestała być powłoką szczelną.

W trakcie przenikania dwutlenku węgla rodzaj podłoża wywiera wpływ na przepuszczalność zarówno powłoki przepuszczalnej akrylowej, jak i szczelnej epoksydowej.

## Bibliografia

- [1] PN-EN 1504-2:2005 Wyroby do ochrony i naprawy konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 2: Systemy ochrony powierzchni betonu
- [2] Zalecenia Udzielania Aprobat Technicznych ITB ZUAT-15/VI.05-3/2005 Wyroby do zabezpieczania powierzchni betonowych przed korozją. Część III: Wyroby do powłok ochronnych ograniczających dostęp agresywnych środowisk
- [3] PN-EN ISO 7783-1:2001 Farby i lakiery. Oznaczanie współczynnika przenikania pary wodnej. Część 1: Metoda szalkowa dla swobodnych powłok
- [4] PN-EN ISO 7783-2:2001 Farby i lakiery. Wyroby lakierowe i systemy powłokowe stosowane na zewnątrz na mury i beton. Część 2: Oznaczanie i klasyfikacja współczynnika przenikania pary wodnej (przepuszczalności)
- [5] PN-EN 1015-19:2000 Metody badań zapraw do murów. Określenie współczynnika przenoszenia pary wodnej w stwardniałych zaprawach na obrzutkę i do tynkowania

## PERMEABILITY OF PAINTER'S COATS ON DIFFERENT BUILDER'S SUBSTRATES

### Summary

In paper, the test results of water-vapour and carbon dioxide permeability through paint coatings made on mineral substrates are shown. Tests were conducted on the following substrates: cement mortar, gypsum-plaster board, brick and sintered glass – as a standard, reference substrate. Tested coatings were selected in respect of their water-vapour and carbon dioxide permeability (in the range: tight – permeable). The influence of substrate on the water-vapour and carbon dioxide permeability is dependent on both – the kind of building substrate and the kind of coating.

*Praca wpłynęła do Redakcji 27 IX 2005*