

Wpływ dodatku zeolitu na właściwości fizykomechaniczne tynków renowacyjnych

D. Barnat-Hunek¹, B. Klimek²

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Budownictwa Ogólnego¹, Katedra Konserwacji Zabytków²
Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin, Poland

ABSTRAKT

W pracy przedstawiono możliwość uzyskania tynków renowacyjnych z wykorzystaniem zeolitów. Przeanalizowano wpływ naturalnego zeolitu frakcji 0,5–2,0 mm zastosowanego w ilości 14,76% masowych na właściwości tynków aplikowanych na zasolonych murach. Zeolity jako dodatek uszlachetniający mogą nadawać zaprawom cechy tynków renowacyjnych.

TYNKI RENOWACYJNE – charakterystyka i wymagania

Przy renowacji zawilgoconych i zasolonych ścian istotne jest stosowanie systemu tynków renowacyjnych, którego składniki cechują się odpowiednimi parametrami i są ze sobą kompatybilne [1,2]. Tynki renowacyjne, określane również jako tynki WTA (z niem. Wissenchaftlich – Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege) zaliczane są do kompleksowych systemów osuszająco-odsalamających. Wytwarzane są w postaci gotowych, przygotowanych fabrycznie suchych mieszanek spoiw, wypełniaczy, modyfikatorów i kruszyw. Składają się zasadniczo z trzech warstw: obrzutki tynkowej, warstwy podkładowej i warstwy zewnętrznej. Wymagania im stawiane zostały opisane w niem. instrukcji WTA-2-9-04 „Sanierputzsysteme” [3]. Określono w niej parametry, które musi spełnić tynk, aby można go było zakwalifikować do tynków renowacyjnych WTA. Tynk renowacyjny powinien charakteryzować się m.in. [4]: dużą porowatością (zawartość porów powietrza w świeżej zaprawie powinna być wyższa niż 25%, a porowatość stwardniałej zaprawy przekraczać 40%). Umożliwia to wykrywanie wody w porach tynku oraz szkodliwych soli bez zniszczenia struktury tynku i muru. W ten sposób uzyskuje się podwyższoną mrozoodporność i odporność na sole; współczynnikiem oporu dyfuzyjnego $\mu < 12$, który umożliwia migrację pary wodnej z muru do otoczenia i szybkie wysychanie tynku i muru, a także uniemożliwia koncentrację soli i wilgoci w cienkiej, przypowierzchniowej warstwie muru; odpowiednią nasiąkliwością powierzchniową wody w 24 h $> 0,3 \text{ kg/m}^2$ i głębokością wnikania wody $h < 5 \text{ mm}$, które wpływają na migrację soli z muru do powierzchni tynku i pozwalają na ograniczoną penetrację szkodliwych soli z podłoża; wytrzymałością na ściskanie $\beta_d = 1,5\text{-}5 \text{ MPa}$ i stosunkiem wytrzymałości β_d do wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu $\beta_{bz} < 3$.

SKŁADY ZAPRAW – materiały

Opracowano skład 6 mieszanek mineralnych tynków renowacyjnych o wysokim i niskim stopniu zasolenia, który przedstawiono w tabelach 1 i 2. Do badań przygotowano zestaw próbek prostopadłościennych z tych zapraw o wymiarach 40×40×160 mm zgodnie z normą PN-EN 196-7:2008 [5]. Próbkę rozformowano po 24 godz. i umieszczono w komorze klimatycznej na 21 dni.

Składniki tynku	Tynk wierzchni			Składniki tynku	Tynk podkładowy		
	1	2	3		1	2	3
Żywica proszkowa na bazie kopolimeru octanu winylu-etylenu	0,70%	0,50%	0,90%	Żywica proszkowa na bazie kopolimeru octanu winylu-etylenu	0,70%	0,50%	0,90%
Domieszka stabilizująca – retentor o składzie wodorotlenku metylocelulozy	0,15%	0,15%	0,15%	Domieszka stabilizująca – retentor o składzie wodorotlenku metylocelulozy	0,15%	0,15%	0,15%
Zeolit frakcji 0,5-2,0 mm	14,76%	14,76%	14,76%	Zeolit frakcji 0,5-2,0 mm	14,76%	14,76%	14,76%
Piasek zwykły frakcji 0 - 2 mm	60,33%	60,33%	60,33%	Piasek zwykły frakcji 0 - 2 mm	60,33%	60,33%	60,33%
Wapno hydratyzowane	5,00%	5,00%	5,00%	Wapno hydratyzowane	5,00%	5,00%	5,00%
Mielony granulowany żużel wielkopieczowy	3,45%	3,45%	3,45%	Keramzyt	3,45%	3,45%	3,45%
Cement portlandzki biały CEM I 52,5R	15,54%	15,54%	15,54%	Cement hutniczy CEM III A 32,NA	15,54%	15,54%	15,54%

Skład mineralny tynku renowacyjnego wierzchniego

Skład mineralny tynku renowacyjnego podkładowego

WYNIKI BADAŃ

CECHY FIZYCZNE ŚWIEŻYCH I STWARDNIAŁYCH TYNKÓW

Określono gęstości świeżych i wysuszonych stwardniałych zapraw według normy PNEN 1015-6 i 10. Do badań przyjęto po 6 próbek na każdy zarób. Wykonano również badanie zawartości porów powietrza w świeżych zaprawach według normy PN-EN 1015-7. Badania porowatości otwartej stwardniałych zapraw wykonano na podstawie normy PN-EN 1936:2010. Określono współczynnik absorpcji wody spowodowanej podciąganiem kapilarnym stwardniałej zaprawy według normy PN-EN 1015-18. Badania przeprowadzono na 6 próbkach każdej z zapraw w kształcie prostopadłościanu w określonych warunkach, przy ciśnieniu atmosferycznym. Po wysuszeniu do stałej masy cztery ścianki próbki zostały zabezpieczone żywicą epoksydową w celu wyeliminowania wpływu środowiska zewnętrznego. Próbkę zanurzono powierzchnią niezabezpieczoną w wodzie do głębokości od 5 do 10 mm przez 24 godz., po czym określany był przyrost masy. Według wymagań instrukcji WTA 2-9-04 wartość gęstości tynków renowacyjnych nie powinna przekraczać 1400 kg/m^3 . Tylko 3 spośród 6 badanych tynków spełniły te wymagania (2, 3, 5). Tynki 1, 4, 6 nieznacznie (o 20–30 kg/m^3) przekroczyły maksymalną gęstość, którą powinny charakteryzować się tynki renowacyjne. Tynki cechują się wysoką porowatością otwartą, której wartość waha się w przedziale 26,6–30,0%. Nie można

porównać porowatości otwartej z wartością wymaganą przez normę lub instrukcję WTA, gdyż normy te nie podają wartości porowatości otwartej tynków renowacyjnych. WTA precyzuje natomiast, jaka powinna być porowatość całkowita. Wszystkie badane tynki charakteryzują się wyższą porowatością całkowitą niż 40% w przypadku tynku wierzchniego oraz 45% w przypadku tynku podkładowego. Współczynnik absorpcji wody tynku renowacyjnego po 24 godz. badania powinien być większy od 0,3 kg/m². Wszystkie badane tynki charakteryzują się bardzo wysokim współczynnikiem absorpcji, którego wartość wahała się w przedziale 20,4–22,4 kg/m².

WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE I ŚCISKANIE

Wytrzymałość na zginanie i na ściskanie zbadano na podstawie normy PN-EN 1015-11 odpowiednio na 3 i 6 próbkach. Parametr ten był oznaczany przez trzypunktowe obciążenie stwardniałych beleczek zapraw, aż do niszczenia. Próbkki do badań wytrzymałości na ściskanie otrzymano w wyniku wcześniej przeprowadzonego oznaczania wytrzymałości na zginanie. Wyznaczono również stosunek wytrzymałości na ściskanie β_d do wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu β_{bz} . Wszystkie badane tynki nie przekroczyły wymaganego przez WTA 2-9-04 [3] stosunku wytrzymałości β_d do wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu $\beta_{bz} < 3$. Najwyższą wytrzymałość na ściskanie (7,062 N/mm²) i na zginanie (2,418 N/mm²) osiągnął tynk nr 3 na bazie cementu portlandzkiego białego CEM I 52,5 R, który modyfikowany był żywicą proszkową na bazie kopolimeru octanu winyluetylenu. Jej zawartość w badanych tynkach (1–3) była najwyższa i wynosiła 0,90% masowych.

MROZOODPORNOŚĆ

Badanie mrozoodporności zostało przeprowadzone zgodnie z metodą bezpośrednią według procedury opisanej w normie PN-88/B-06250. Wszystkie analizowane tynki renowacyjne wykazały się wysoką mrozoodpornością. Ubytek masy nie przekroczył 1%, a najwyższy był w przypadku tynku nr 4 (0,80%), który też charakteryzował się najniższą wytrzymałością na ściskanie. Najniższy, praktycznie zerowy ubytek masy wykazały tynki 2, 3, 5 i 6, zarówno z dodatkiem żużla wielkopieczowego, jak i keramzytu. Tynki z największym udziałem procentowym kopolimeru octanu winylu-etylenu (0,90%) charakteryzują się najwyższą mrozoodpornością.

ODPORNOŚĆ NA KRYSZALIZACJĘ SOLI

Badanie odporności na krystalizację soli zostało wykonane według zaleceń normy PN-EN12370:2001. Prawie wszystkie próbki użyte w badaniu wykazały odporność na krystalizację soli. Próbkki tynków 2, 3, 5, 6 podczas trwania 15 cykli badania nie uległy zniszczeniu. Tynki oznaczone jako 1 i 4 charakteryzują się niewielkim ubytkiem masy, wynoszącym odpowiednio 0,20 i 0,50%.

WNIOSKI

Najbardziej znaczące wyniki uzyskane w prezentowanych badaniach są następujące.

- Wszystkie badane tynki nie przekroczyły wymaganego przez WTA stosunku wytrzymałości β_d do wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu $\beta_{bz} < 3$. Zaprawy z użyciem cementu CEM 52,5 R uzyskały wyższą niż wymagana wytrzymałość na ściskanie > 5 Mpa, co świadczy o tym, że należałoby używać cementów niższych klas przy wykonywaniu tynków renowacyjnych.
- Zawartość w zaprawach kopolimeru octanu winylu (VA) jest ważnym czynnikiem wpływającym na właściwości mechaniczne tynków. Zaprawy z największą zawartością polimeru (0,9% masowych) uzyskały wyższe parametry wytrzymałościowe, największą mrozoodporność oraz odporność na krystalizację soli.
- Tynki charakteryzują się wysoką porowatością otwartą oraz całkowitą, której wartość waha się w przedziale odpowiednio 26,6-30,0% oraz 40,7-46,4%. Uzyskano bardzo wysoki współczynnik absorpcji, którego wartość wahała się w przedziale 20,4-22,4 kg/m². Wpływ na tak wysoką wartość mają wysokie zdolności absorpcyjne zeolitów. Może to świadczyć o dobrej absorpcji wody i akumulacji soli krystalizujących w porach zaprawy
- Wszystkie analizowane tynki renowacyjne wykazały się wysoką mrozoodpornością. Ubytek masy nie przekroczył 1%, a w większości wypadków był prawie zerowy przy 200 cyklach mrożenia .
- Tynki wykazały odporność na krystalizację soli. Jedynie zaprawy z najmniejszą zawartością kopolimeru octanu winylu (0,50%) charakteryzują się niewielkim ubytkiem masy – wynoszącym 0,20-0,50% .
- Zeolity o bardzo dobrych właściwościach sorpcyjnych, unikalnej strukturze porów mogą być stosowane jako składnik tynków aplikowanych na zasolonych murach.

Literatura:

- [1] M.J. Mosquera, D. Benitez, S.H. Perry, (2002). Pore structure in mortars applied on restoration. Effect on properties relevant to decay of granite buildings. „Cement and Concrete Research 32, 1883–1888;
- [2] P. Degryse, J. Elsen, M. Waelkens, (2002) Study of ancient mortars from Salassos (Turkey) in view of their conservation. Cement and Concrete Research 32,1457–1563;
- [3] WTA Merkblatt 2-9-04. Sanierputzsysteme;
- [4] C. Maggot, M. Rokieli, (2009). Tynki renowacyjne w świetle normy PN-EN 998-1:2004 oraz instrukcji WTA nr 2-9-04. Materiały Budowlane 9, 6–8;
- [5] PN-EN 196-7:2008. Metody badania cementu. Część 7:Sposoby pobierania i przygotowania próbek cementu.

Badania sfinansowano w ramach projektu No IPBU.01.01.00-06-570/11-00.