

Wpływ hydrofobizacji na trwałość powierzchni ceramiki budowlanej^{*)}

Stanisław Fic^{1), **)}, Mariusz Kłonica²⁾, Andrzej Szewczak¹⁾

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2016.046

Streszczenie: Oceniono wpływ hydrofobizacji powierzchni cegły ceramicznej pełnej za pomocą preparatu na bazie nanopolimerów z dodatkiem nanokrzemionki na trwałość powłoki badanego materiału. Twardość powierzchniową wyznaczono po 14 dniach sezonowania próbek po hydrofobizacji oraz po 20 cyklach: zanurzenie w wodzie – suszenie próbek.

Słowa kluczowe: nanopolimery, nanokrzemionka, twardość powierzchniowa, hydrofobizacja, ultradźwięki.

Effect of hydrophobization on the durability of building ceramics

Abstract: The surface of solid ceramic brick was hydrophobized with a preparation based on nanopolymers with added nanosilica. The effect of hydrophobization on the surface durability was evaluated. The surface hardness was determined after seasoning of the samples for 14 days and 20 cycles of immersion in water followed by drying.

Keywords: nanopolymers, nanosilica, surface hardness, hydrophobizing, ultrasounds.

Ceramyczne i kamienne elementy, z których są wykonywane mury, np. obiektów zabytkowych, niezabezpieczone przed działaniem wilgoci i wody ulegają stopniowej degradacji. Duża nasiąkliwość, wynikająca z porowatej struktury tych materiałów i rozwiniętego systemu porów i kapilar, wpływa na ich zdolność do zatrzymywania wody. Zmiany temperatury i wilgotności powodują niszczenie wbudowanych elementów [1], co skutkuje zmniejszeniem ich trwałości [2] oraz pogorszeniem estetyki i komfortu użytkowania obiektów. Zawilgocenie jest też jednym z pierwszych zjawisk sprzyjających korozji biologicznej.

Często stosowanym sposobem zabezpieczania elementów porowatych przed wpływem wilgoci jest hydrofobizowanie ich powierzchni [3] przy użyciu preparatów na bazie polimerów [4, 5]. Spośród dużej grupy środków hydrofobizujących na uwagę zasługują powszechnie wykorzystywane preparaty polimerowe na bazie siloksanów. Roztwory polimerów nieorganicznych wprowadzone w porowatą strukturę, np. cegieł, wypełniają wolne przestrzenie w ich objętości oraz tworzą na powierzchni cienką błonkę, która po zeszkliwieniu i ustabilizowaniu ogranicza wnikanie wilgoci i wody w głąb mate-

riału, co zwiększa trwałość zabezpieczonego elementu w czasie jego eksploatacji.

Celem pracy była ocena wpływu hydrofobizacji za pomocą małocząsteczkowego nanopolimeru na bazie alkilosiloksanów na właściwości fizyko-mechaniczne powierzchni cegły ceramicznej pełnej. Użyty nanopolimer modyfikowano dodatkiem nanokrzemionki i dezintegrowano za pomocą ultradźwięków. Określono właściwości reologiczne – lepkość i napięcie powierzchniowe [6] – zmodyfikowanego nanopolimeru, mające bezpośredni wpływ na wnikanie jego cząstek w pory ceramiki budowlanej. Trwałość elementu ceramicznego określano na podstawie twardości powierzchniowej [7], oznaczonej w odniesieniu do odporności powierzchni cegły na uszkodzenia mechaniczne w czasie eksploatacji. Jako formę badań starzeniowych wybrano cykliczne zanurzenie próbek w wodzie i suszenie w temp. 100 °C – w ten sposób symulowano pracę elementu ceramicznego poddanego warunkom atmosferycznym w okresie letnim.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Materiały i próbki do badań

Użyte materiały oraz sposób przygotowania próbek do badań opisano w [8].

Metody badań

Próbki przechowywano przez 14 dni w warunkach laboratoryjnych w temp. 20–22 °C i wilgotności powietrza

¹⁾ Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin.

²⁾ Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin.

^{*)} Materiał zawarty w artykule prezentowano na konferencji INCFA'14, jest dostępny na <http://international-ASET.com>

^{**)} Autor do korespondencji; e-mail: s.fic@pollub.pl

50–55 %, po czym zbadano ich twardość powierzchniową metodą Vickersa [8] przy użyciu aparatu Vickersa Zwick-Roell, w zakresie obciążenia 30–1950 N. Oceniano wymiary odcisku powstałego po wgnieceniu ostrosłupa prawidłowego czworokątnego w powierzchnię badanego materiału. Twardość zdefiniowano jako stosunek siły wywieranej na powierzchnię próbki do powierzchni odcisku. Dla każdej próbki wykonano 25 oznaczeń twardości, przyjmując obciążenie bazowe 100 N.

Trwałość powłoki ochronnej powstałej na powierzchni po hydrofobizacji określono na podstawie zmian twardości powierzchniowej próbek po 20 cyklach zanurzania próbek w wodzie i ich osuszania w temp. 100 °C.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki badań lepkości i napięcia powierzchniowego roztworów hydrofobizujących przedstawiono w tabeli 1. Najmniejszą lepkość (0,99 mPa · s) wykazywał roztwór nanopolimeru z dodatkiem 0,5 % nanokrzemionki, dezintegrowany ultradźwiękami (seria C), natomiast najmniejsze napięcie powierzchniowe (21,03 mN/m) – roztwór z dodatkiem 1,5 % nanokrzemionki (seria E).

T a b e l a 1. Wyniki badań lepkości i napięcia powierzchniowego hydrofobizujących roztworów polimerów

T a b l e 1. Results of dynamic viscosity and surface tension tests of hydrophobizing polymer solutions

Seria próbek	Gęstość g/cm ³	Lepkość η mPa · s	Napięcie powierzchniowe σ N/m	σ/η
Seria A	0,81	1,09	0,0235	21,59
Seria B	0,79	1,08	0,0231	21,48
Seria C	0,76	0,99	0,0224	22,71
Seria D	0,78	1,03	0,0257	24,97
Seria E	0,79	1,04	0,0210	20,17

Jak już wspomniano mniejsza wartość lepkości i napięcia powierzchniowego [6] wpływa na szybsze wnikiwanie nanopolimeru w porowatą strukturę cegły oraz dokładniejsze wypełnienie kapilar i porów, umożliwiające wzmocnienie przypowierzchniowej struktury materiału.

Wyniki pomiarów twardości powierzchniowej (po weryfikacji statystycznej) przedstawiono w tabeli 2.

Największą twardością powierzchniową charakteryzowały się próbki serii E (z dodatkiem 1,5 % nanokrzemionki). Twardość ich powierzchni HV14, wynosząca 13,33, była o 71 % większa niż twardość cegły pełnej zwykłej niepoddanej hydrofobizacji. Różnica twardości próbek hydrofobizowanych jednokrotnie (seria A) i próbek serii E wyniosła 44,15 %. Otrzymane wyniki odzwierciedlają zmiany plastyczne badanego materiału, ale ograniczone do powierzchni badanych próbek.

Wyniki pomiarów twardości powierzchniowej próbek poddanych 20 cyklom kontrolowanego starzenia powłoki przedstawia tabela 2. Twardość próbek, w porównaniu z twardością mierzoną po 14 dniach sezonowania, zmniejszyła się o ok. 13,5 %.

T a b e l a 2. Wyniki badań twardości powierzchniowej

T a b l e 2. Results of surface hardness test

Seria próbek	Średnia twardość HV po 14 dniach	σ	Średnia twardość HV po 20 cyklach	σ	Zmiana twardości, %
Cegła zwykła	7,77	0,34	6,72	0,08	13,51
Seria A	9,89	0,50	9,65	0,29	2,43
Seria A1	10,82	0,22	10,31	0,31	4,71
Seria B	11,23	0,38	10,47	0,39	6,77
Seria B1	13,03	0,68	10,86	0,35	16,65
Seria C	12,66	0,51	10,85	0,56	14,31
Seria D	12,88	0,32	10,32	0,36	19,88
Seria E	13,33	0,63	12,32	0,49	7,58

Największy spadek wartości (niemal 20 %), zaobserwowano w odniesieniu do próbki serii D. Największą twardością odznaczały się próbki serii E, w tym przypadku zmiana w stosunku do wartości wyjściowej wynosiła 7,8 %, jednak była o 45 % większa niż twardość próbek cegły pełnej niehydrofobizowanej. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że dodatek nanokrzemionki do roztworu nanopolimeru wpływa korzystnie na zwiększenie odporności na odkształcenie plastyczne – podstawowego parametru odpowiadającego za trwałość powłoki hydrofobizującej. Zmiany wartości HV po 20 cyklach nawilżenie – suszenie odzwierciedlają trwałość wytworzonych powłok.

Oznaczona trwałość ma istotne znaczenie w przypadku powierzchni hydrofobizowanych, ponieważ w warunkach eksploatacji, pod wpływem zmian temperatury i wilgotności, wynikających z cyklicznego nagrzewania, suszenia, zawilgacania, zamrażania i odmrażania struktury materiału, mogą powstawać odkształcenia plastyczne prowadzące do zniszczenia powierzchni elementów ceramicznych.

PODSUMOWANIE

Ultradźwięki stanowią skuteczny czynnik prowadzący do dezintegracji nanostruktury mieszaniny alkilosiłoksanów i nanokrzemionki. Otrzymany w ten sposób środek hydrofobizujący tworzy błonę na powierzchni materiału i zabezpiecza go przed działaniem wody i wilgoci, a także zwiększa twardość powierzchniową (maksymalnie o 71 %), a tym samym ich trwałość. Przedstawione wyniki mogą być pomocne w opracowywaniu nowych metod zwiększania trwałości i odporności na usz-

kodzenia mechaniczne materiałów budowlanych poddawanych hydrofobizacji.

LITERATURA

- [1] Tittarelli F.: *Cement and Concrete Research* **2009**, 39, 924. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2009.06.021>
- [2] Hall C., Hoff W.D., Nixon H.R.: *Building and Environment* **1984**, 19, 13.
- [3] Fowkes F.M.: "Hydrophobic surfaces", Academic Press, New York 1969.
- [4] Barnat-Hunek D.: „Hydrofobizacja opoki wapniowej w obiektach zabytkowych Kazimierza Dolnego”, Wyd. Uczelniane, Politechnika Lubelska, Lublin 2010, 10–11, str. 96.
- [5] Fic S., Barnat-Hunek D.: *IMSE CN1002* **2014**, 2 (2), 93.
- [6] Schramm G.: "Reology – basis and applications", Centre of the Science Publications, Poznań 1998, str. 10–50.
- [7] Dietrich L. i in.: 6th framework program "New Automotive Components Designed and Manufactured by Intelligent Processing of Light Alloys", NADIA Contract No. 026563-2, 2009, IPPT, str. 90.
- [8] Fic S., Kłonica M., Szewczak A.: *Polimery* **2015**, 60, 730.
- [9] http://www.calce.umd.edu/TSFA/Hardness_ad_.html, University of Maryland (data dostępu: 18.05.2014 r.).

Otrzymano 11 VII 2014 r.

Rapid Communications

Przypominamy P.T. Autorom, że publikujemy artykuły typu **Rapid Communications**. **Prace oryginalne wyłącznie w języku angielskim** o objętości 3–4 stron maszynopisu z podwójną interlinią (plus ewentualnie 2–3 rysunki lub 1–2 tabele), którym umożliwiamy szybką ścieżkę druku (ok. 4–5 miesięcy od chwili ich otrzymania przez Redakcję). Artykuł należy przygotować wg wytycznych zamieszczonych we wskazówkach dla Autorów.

