

WYSYCHANIE ZASOLONEJ CERAMIKI ZABYTKOWEJ

Jan KUBIK*, Agnieszka BUŁKA

Politechnika Opolska, Katedra Fizyki Materiałów
ul. Katowicka 48, 45-061 Opole, e-mail: j.kubik@po.opole.pl, agnieszkabulka@wp.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wpływ zasolenia na kinetykę wysychania ceramiki budowlanej. Podjęto próbę wykazania, iż stopień zasolenia znacząco wpływa na szybkość wysychania zabytkowej cegły.

Słowa kluczowe: fizyka budowli, zasolenie, kinetyka wysychania

1. WPROWADZENIE

Ze wszystkich substancji chemicznych to woda ma największe zastosowanie w budownictwie. Wprowadzana jest do obiektów na szereg różnych sposobów. Nie tylko poprzez zastosowanie i wbudowanie materiałów budowlanych, ale również poprzez opady atmosferyczne, podciąganie z gruntu itp. Niemniej jednak sama woda nie przyczynia się bezpośrednio do destrukcji obiektów zabytkowych. W połączeniu z rozpuszczalnymi solami transportowanymi za pomocą wody prowadzi do o wiele poważniejszych procesów powodujących zniszczenia zabytkowej materii. Występujące w materiale budowlanym sole rozpuszczalne w wodzie ulegają krystalizacji w czasie jego wysychania. Woda wraz z solami odparowuje z porów przypowierzchniowych danego materiału i w wyniku wzrostu stężenia roztworu sole zaczynają krystalizować. Jeśli proces wysychania przebiega wolno w niskiej temperaturze, dość znacznej wilgotności powietrza, to krystalizacja soli na powierzchni materiału widoczna jest w formie wykwitów. Natomiast w przypadku, gdy materiał wysycha szybko w warunkach wysokiej temperatury, małej wilgotności powietrza następuje wysychanie w głąb, a krystalizacja soli odbywa się w wewnętrznych porach. Taki rodzaj krystalizacji soli powoduje o wiele większe zniszczenia w strukturze materiału jak również zjawisko to ma wpływ na czas wysychania zawilgoconego obiektu. Z tego powodu w artykule opisano badanie wpływu stopnia zasolenia na kinetykę wysychania zabytkowej ceramiki.

2. BADANIA LABORATORYJNE

W celu opisanego wpływu stopnia zasolenia na czas wysychania materiału ceramicznego przeprowadzono kilka cykli nasączenia i wysychania z wykorzystaniem cegły zabytkowej.

Do badania użyto trzy rodzaje próbek ceglanych pochodzących z różnych epok. Pierwsza grupa próbek, to cegły z XVIII w. (nr 1-5). Drugie datowane na początek XX w. (nr I-V). Trzecia grupa próbek, to cegła współczesna (nr 1.1-1.5).

Próbki moczone w wodnym roztworze siarczanu sodu (Na_2SO_4) w trzech etapach; zwiększając stężenie soli z 1% do 3% i 6% wykonując pomiary aż do pełnego nasycenia. Badane próbki suszono w komorze klimatycznej w trzech cyklach wilgotnościowych: 40%, 60% i 65%, przy temperaturze 20°C dla wszystkich cykli pomiarowych. Krzywe przedstawiające proces wysychania próbek w czasie wraz z aproksymacją wyników pomiarowych przedstawiono na wykresach (rys. 2,3,4). Natomiast wyniki eksperymentu stanowią podstawę do wyliczenia współczynników kinetyki narastania zasolenia w zabytkowej ceramice. Wyniki te mają podstawowe znaczenie w diagnostyce stanu zachowania powierzchni zabytkowej ceramiki.

2.1. Opis procesu wysychania

Rys. 1 przedstawia dwa etapy procesu wysychania badanych próbek. Pierwszy z nich charakteryzuje się stałą szybkością schnięcia i jest to wysychanie konwekcyjne według równania:

$$C(t) = [C_1 - \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1}(t - t_1)]F(t) \quad (1)$$

Natomiast w drugim etapie widoczna jest malejąca szybkość schnięcia i jest to wysychanie dyfuzyjno-konwekcyjne:

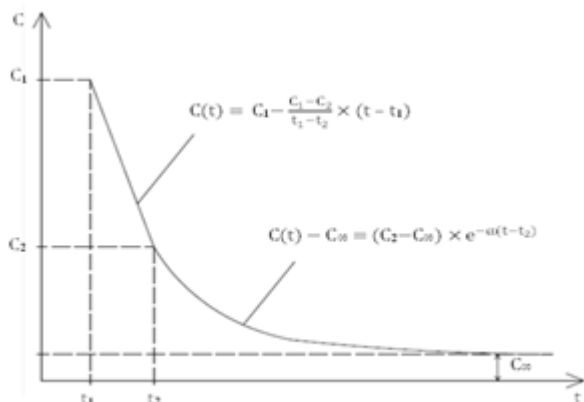
* Autor korespondencyjny, e-mail: j.kubik@po.opole.pl

$$C(t) = [C_{\infty} + (C_2 - C_{\infty})e^{-\alpha(t-t_2)}]F(t) \quad (2)$$

gdzie:

$$\alpha = \frac{1}{(t-t_2)} \ln \frac{C(t)-C_{\infty}}{C_2-C_{\infty}} \quad (3)$$

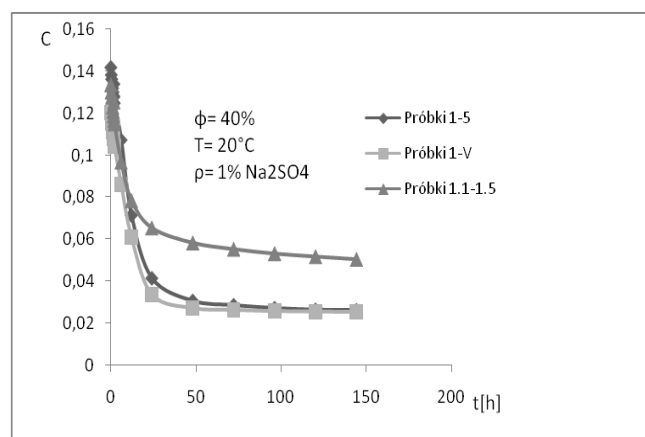
na podstawie którego wyliczono współczynniki kinetyki procesu. Natomiast $F(T)$ jest funkcją starzenia się materiału, zależną od wieku zabytku T ($T \gg t$). Funkcja ta opisuje długotrwałe zmiany materiału zabytku.



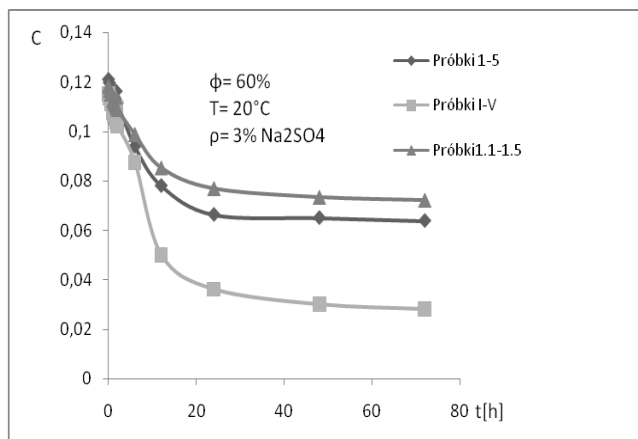
Rys. 1. Schemat wysychania próbek ceglanych
Fig. 1. Scheme of brick samples drying

2.2. Wyniki pomiarów

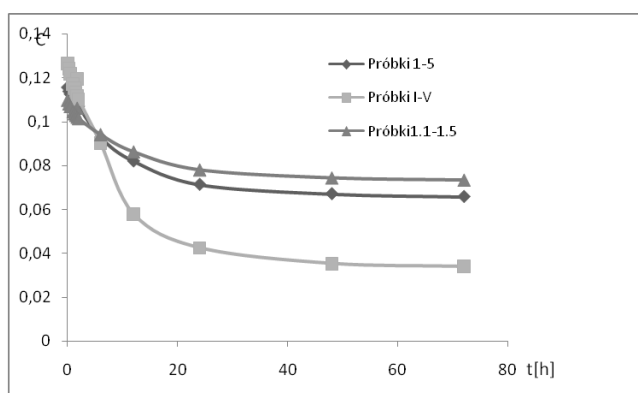
W wyniku eksperymentu uzyskano następujące rezultaty:



Rys. 2. Krzywa suszenia próbki ceglanej
Fig. 2. Curve of the brick sample drying



Rys. 3. Krzywa suszenia próbki ceglanej
Fig. 3. Curve of the brick sample drying

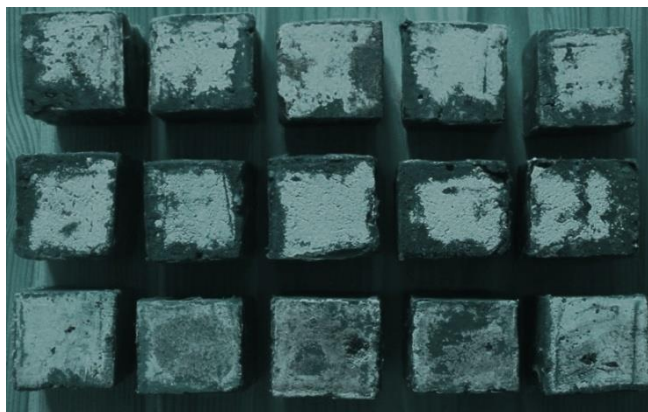


Rys. 4. Krzywa suszenia próbki ceglanej
Fig. 4. Curve of the brick sample drying

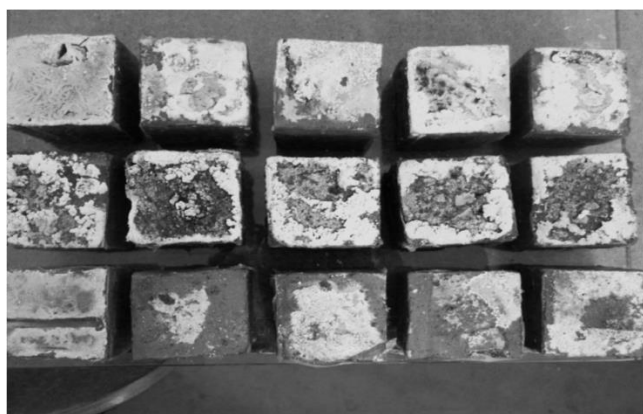
Tabela 1. Tabela wartości współczynnika kinetyki wysychania próbek

Table 1. The table of kinetics ratio of brick samples drying

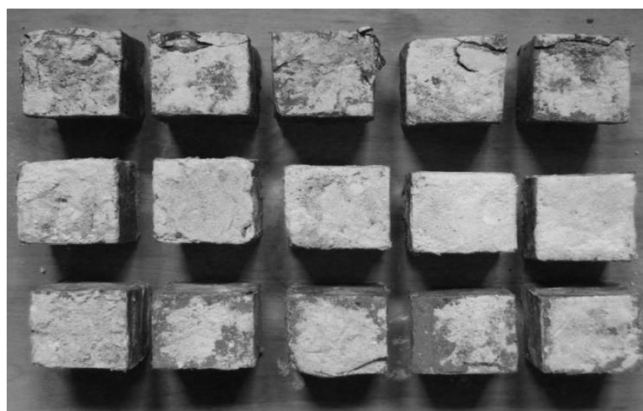
Wilgotność	Nr próbki	Stężenie soli		
		1%	3%	6%
40%	1-5	0,021	0,002	0,008
	I-V	0,025	0,002	0,003
	1.1-1.5	0,011	0,001	0,004
60%	1-5	0,029	0,002	0,003
	I-V	0,024	0,016	0,022
	1.1-1.5	0,016	0,004	0,006
65%	1-5	0,026	0,010	0,053
	I-V	0,016	0,015	0,022
	1.1-1.5	0,004	0,002	0,005



Rys. 5. Wygląd próbek po 1 cyklu eksperymentu
Fig. 5. Illustration of samples after 1th test cycle



Rys. 6. Wygląd próbek po 2 cyklu eksperymentu
Fig. 6. Illustration of samples after 2th test cycle



Rys. 7. Wygląd próbek po 3 cyklu eksperymentu
Fig. 7. Illustration of samples after 3th test cycle

2. WNIOSKI

W eksperymencie mierzono ubytki wilgoci w czasie, w próbkach zabytkowych cegieł o zróżnicowanym zasoleniu. Na podstawie wyników wyliczono współczynnik kinetyki wysychania, na podstawie którego można zdiagnozować wpływ zasolenia na czas wysychania ceramiki. Jednoznacznie można przyjąć, że im większe stężenie soli w materiale tym współczynnik kinetyki rośnie, a jednocześnie proces wysychania przebiega wolniej.

KINETICS OF SALTETED CERAMICS DRYING

Summary: This paper intends to report the experimental work carried out with brick specimens, aiming to evaluate the effect of salt solution in the capillary absorption of brick specimen in comparison with water. Also the experiment was conducted to define the kinetics ratio of brick samples drying and determine the influence on the degradation of historical material.

Literatura

- [1] Domasłowski W. *Zabytki kamienne i metalowe, ich niszczenie i konserwacja profilaktyczna*. Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2011
- [2] Domasłowski W., Łukasiewicz J. *Badania nad konserwacją murów ceglanych*. Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2004
- [3] Kubik J. *Przepływ wilgoci w materiałach budowlanych*. Oficyna Wydawnicza PO, Opole 1999
- [4] Kubik J. *Trwałość zabytków. Studia z zakresu fizyki budowli*. Łódź 2006
- [5] Rouba B.J. *Pielęgnacja świątyni i innych zabytków*. Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2014
- [6] Domasłowski W. *Test krystalizacyjny jako miernik odporności kamieni na działanie soli rozpuszczalnych w wodzie*. Zeszyty Konserwatorskie nr 129, Wydawnictwo UMK, Toruń 1983
- [7] Kubik J. *Bilans wilgoci w zabytkach*. Roczniki Inżynierii Budowlanej, zeszyt nr 12, Katowice-Opole 2012
- [8] Kucharczyk A. *Przepływy roztworów soli w zabytkowych budynkach*. P.O. Opole 2016
- [9] Kucharczyk A. *Diagnostyka murów Kościoła Franciszkanów w Opolu*, Roczniki Inżynierii Budowlanej, zeszyt 8, Katowice-Opole 2009
- [10] Kubik J., Kucharczyk A. *Ogólne własności przepływów przypowierzchniowych*. Roczniki Inżynierii Budowlanej, zeszyt 8, Katowice-Opole 2009