

Agata SIWIŃSKA<sup>1</sup>

## WPLYW WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ POWIETRZA NA SORPCYJNE ZAWILGOCENIE MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Referat dotyczy procesu sorpcji wilgoci w materiałach budowlanych. Przedstawiono w nim badania związane z wyznaczeniem zawilgocenia sorpcyjnego, zrealizowane na ośmiu różnych materiałach w sześciu odmiennych warunkach cieplno-wilgotnościowych. Testowanymi materiałami były cegła ceramiczna CC, cegła silikatowa CS, cztery betony komórkowe BK1, BK2, BK3, BK4 oraz zaprawa cementowa ZC i cementowo-wapienna ZCW. Badania zrealizowano w temperaturze 5°C oraz przy następujących poziomach wilgotności względnej powietrza:  $\varphi \approx 11,3; 33,6; 58,9; 75,7; 87,7; 98,5$  %. Próbkę materiałów o grubości 1 cm zaizolowano na pobocznicy i wysuszono do stałej masy w temperaturze 105°C. Następnie próbki umieszczano nad nasyconymi roztworami odpowiednich soli stabilizującymi wilgotność względną powietrza na określonym poziomie. W danych warunkach wilgotnościowych znajdowało się po 3 próbki każdego materiału. Badania polegały na rejestracji zmiany masy próbek w określonych odstępach czasu. Pomiar zmiany masy próbek rejestrowano przy użyciu wagi elektronicznej o dokładności 1 mg. Najdłużej ustalała się równowaga sorpcyjna przy wilgotności powietrza bliskiej 100 %. Przeprowadzone pomiary dostarczyły ilościowych danych na temat wielkości zawilgocenia sorpcyjnego w zależności od rodzaju, gęstości materiału oraz warunków cieplno-wilgotnościowych, w jakich materiały się znajdują. Oceniano wpływ wymienionych czynników na wielkość zawilgocenia sorpcyjnego. Wraz ze wzrostem wilgotności względnej powietrza obserwowano wzrost zawilgocenia sorpcyjnego. Jedynie w przypadku cegły ceramicznej nie zanotowano wyraźnych różnic w wielkości tego parametru. Największe wartości uzyskiwano dla betonów komórkowych.

**Słowa kluczowe:** sorpcja, wilgoć, beton komórkowy, cegła ceramiczna, cegła silikatowa, zaprawa cementowa, zaprawa cementowo-wapienna

### 1. Wstęp

Materiały stosowane do wykonywania ścian charakteryzują się właściwościami higroskopijnymi. Materiały o tej właściwości mają zwilżalne i łatwo na-

---

<sup>1</sup> Agata Siwińska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Dróg, Mostów i Materiałów Budowlanych, Al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, telefon: 91 449 43 41, e-mail: siwinska@zut.edu.pl

sycające się parą wodną pory. W normach europejskich przyjmuje się, że eksploatacyjna wilgotność materiału w przegrodzie jest to jego wilgotność w stanie równowagi z otaczającym powietrzem o temperaturze 23°C i wilgotności względnej 80 % [3, 8, 21, 25]. W pracy [8] podana jest zawartość wilgoci  $u_{80}$  oraz izotermy sorpcji dla różnych materiałów na podstawie danych zebranych w Fraunhofer-Institut für Bauphysik oraz przez innych badaczy.

Z kolei w normie [3] opisano postępowanie mające na celu określenie równowagowej zawartości wilgoci przy 23°C i 80 % wilgotności względnej powietrza. Podana jest liczba próbek, ich objętość, grubość oraz warunki kondycjonowania potrzebne do wyznaczenia  $u_{80}$ . Na tej podstawie autorzy [5] wykonali między innymi badania na naturalnym kamieniu. Natomiast Krus i Holm [13] określali podstawowe parametry związane z transportem wilgoci w nawiazaniu właśnie do wartości  $u_{80}$  dla kilku materiałów budowlanych.

W niniejszym artykule zamieszczono wyniki badań zawilgocenia sorpcyjnego uzyskane dla wybranych materiałów budowlanych w różnych warunkach cieplno-wilgotnościowych. Badania zostały wykonane w ramach prac badawczych realizowanych w Zakładzie Materiałów Budowlanych i Fizyki Budowli KDMiMB ZUT w Szczecinie.

## 2. Zawilgocenie sorpcyjne materiałów budowlanych

„Praktyczna” wilgotność materiałów budowlanych jest definiowana jako ilość wody znajdująca się we wbudowanych materiałach, która nie jest przekroczona z prawdopodobieństwem 90 %. W celu oszacowania tej wilgotności można posługiwać się wilgotnością higroskopijną przy wilgotności względnej powietrza 80÷85 %. Rząd wielkości praktycznego masowego zawilgocenia materiałów budowlanych  $u_m$  podany jest w [30]. I tak np. dla cegły ceramicznej wynosi on 1 %, cegły wapienno-piaskowej 3 %, a betonu komórkowego 6,5 %.

Badacze z różnych ośrodków podejmują się wyznaczenia sorpcyjności materiałów budowlanych, np. [12, 20]. Właściwości wilgotnościowe dla materiałów do izolacji cieplnej oraz materiałów murowych można znaleźć również w [8, 21]. Badacze podają wielkość zawilgocenia masowo bądź objętościowo [8, 14, 15]. Zamieszczone w [8] i [21] wilgotności masowe  $u$  oraz objętościowe  $\psi$  odpowiadają wilgotności w warunkach równowagi z powietrzem o temperaturze 23°C i wilgotności względnej 50 % oraz 80 %. Płoński i Pogorzelski [20] podają sorpcyjność w temperaturze 20°C.

Z powodu złożonej geometrii porów materiałów budowlanych wyznaczenie ich równowagowego zawilgocenia sorpcyjnego stwarza czasami trudności ze względu na to, iż tradycyjna metoda pomiaru wymaga kondycjonowania próbek przez wiele tygodni a nawet miesięcy. Poszukiwane są nowe metody skracające czas pomiaru. Zastosowanie tzw. Sorptionsprüfschrank przedstawiono w pracy [5]. Badacze uzyskali zadawalającą zgodność wyników przy wykorzystaniu tradycyjnej metody oraz komory do badań sorpcji.

Do najmniej higroskopijnych materiałów należą wyroby ceramiczne [24]. Cegła ceramiczna charakteryzuje się bardzo niską sorpcyjnością, która nie przekracza 1,5 %. Najmniejszą wilgotność sorpcyjną wśród materiałów budowlanych obok ceramiki ma również beton zwykły, wełna mineralna, gipsobeton, przy czym nie przekracza ona 3 % masy. Natomiast największą wilgotność sorpcyjną przekraczającą 20 % mają materiały drewnopochodne [9]. W grupie zapraw niską sorpcyjnością charakteryzują się zaprawy wapienne a wyraźnie wyższą zaprawy cementowe oraz cementowo-wapienne [12].

W literaturze naukowej można znaleźć wiele prac poświęconych ocenie wpływu różnych parametrów na wielkość zawilgocenia sorpcyjnego. Generalnie sorpcyjność materiałów zmienia się w bardzo szerokich granicach, a zależy głównie od rodzaju materiału, jego struktury porowatości, gęstości, składu, proporcji składników, zastosowanych dodatków i domieszek, technologii wykonania, a także warunków cieplno-wilgotnościowych, czyli wilgotności względnej powietrza i temperatury.

Zdecydowanie odmienne charaktery izoterm uzyskane dla rozmaitych materiałów budowlanych o różnych strukturach porowatości wskazują na duży wpływ tego czynnika na wielkości zawilgocenia sorpcyjnego. W przypadku gęstości nie można stwierdzić jednoznacznej tendencji, gdyż dla różnych materiałów zależność zawilgocenia sorpcyjnego od gęstości przedstawia się inaczej. I tak np. dla cegły ceramicznej wzrost gęstości powoduje obniżenie sorpcyjności, a dla cegły wapienno-piaskowej na odwrót. W przypadku betonu komórkowego zależność ta jest taka sama jak dla cegły silikatowej.

Kolejnymi ważnymi parametrami różnicującymi sorpcyjność materiałów budowlanych jest ich skład, proporcje zastosowanych składników, dodatki, domieszki a także technologia produkcji. Przykładowe orientacyjne wartości wilgotności sorpcyjnej wybranych materiałów budowlanych zamieszczono w pracy [12]. Wartości podawane przez różnych badaczy w kraju i za granicą wykazują niekiedy znaczne zróżnicowanie. W pracy [12], na podstawie przeprowadzonych badań sorpcji cegły ceramicznej stwierdzono, że uzyskane duże różnice między ceglami o zbliżonej gęstości, ale pochodzącymi z różnych cegielni, mogą wynikać ze składu surowcowego gliny i technologii produkcji. Czynniki te powodowały nawet trzykrotne zróżnicowanie wyników. Podobne rozbieżności badacze zaobserwowali w przypadku cegły silikatowej, tłumacząc to zastosowaniem popiołów lotnych.

Jeśli chodzi o beton komórkowy to również duży wpływ na wielkość jego zawilgocenia sorpcyjnego wywiera skład surowcowy. Większą sorpcyjnością wykazują się betony nieautoklawizowane, produkowane z cementu i popiołów lotnych. Natomiast pojawiające się różnice w wynikach badań mogą mieć związek również z doborem parametrów autoklawizacji [12]. Z danych przytoczonych w [20] wynika, że w przypadku betonu komórkowego sorpcyjność różni się nawet o 20 % w zależności od odmiany. Badania przeprowadzone na betonach komórkowych piaskowych i popiołowych wykazały, że średnie wilgotno-

ści sorpcyjne przy 50 % i 80 % wilgotności względnej powietrza są zbliżone, natomiast przy wilgotności 100 % betony popiołowe mają o około 20 % wyższą wilgotność sorpcyjną [1].

W przypadku tych samych zapraw wyniki uzyskiwane przez różnych badaczy [12, 20] wykazują znaczne zróżnicowanie. Różnice w sorpcyjności betonów i zapraw wynikają z zastosowania różnych kruszyw i spoiw oraz wprowadzenia do mieszanki różnych domieszek i dodatków. W efekcie uzyskuje się kompozyty nowej generacji o właściwościach znacznie odbiegających od tradycyjnych materiałów. Przykładowo wyniki badań sorpcyjności betonu wysokowartościowego w pięciu izotermicznych warunkach wilgotnościowych znaleźć można w [2].

Kolejnym czynnikiem decydującym w znacznej mierze o wielkości zawilgocenia sorpcyjnego jest wilgotność względna powietrza. Ujawnia się tutaj jednoznaczna tendencja zwiększenia zawilgocenia materiału wraz ze wzrostem  $\varphi$  potwierdzona wynikami badań wielu badaczy [5, 6, 10, 11, 14]. Instrukcja [30] redukuje liczbę punktów potrzebnych do wyznaczenia izotermy sorpcji. Zakłada, że wystarczy jedynie określenie zawilgocenia sorpcyjnego przy trzech poziomach wilgotności względnej powietrza, a mianowicie 75 %, 80 % i 85 %. W praktyce jednak wielu badaczy wykonuje badania przy większej liczbie poziomów wilgotności względnej powietrza z zakresu od 0 % do 100 %, i tak np. Gawin [6] wykonywał badania przy siedmiu, Franzen i Griesser [5] przy dziewięciu, Janz [10] przy dziesięciu. W każdym przypadku badacze uzyskiwali potwierdzenie wspomnianej zależności.

Ostatnim z wymienionych czynników jest wpływ temperatury. Pogorzelski [23] na podstawie badań Płońskiego stwierdza słabą zależność wilgotności sorpcyjnej materiałów od temperatury. Badania Płońskiego wykazały bowiem, że izotermy sorpcji otrzymane dla różnych temperatur charakteryzują się zbliżonym przebiegiem. Dlatego badania przeprowadza się w pomieszczeniach o temperaturze niekontrolowanej z reguły wynoszącej około 20÷25°C. Autorzy [7] badania na cegle glinianej wykonywali w temperaturze 23°C przy siedmiu poziomach wilgotności względnej powietrza. Przy 25°C i przy dziesięciu poziomach wilgotności względnej powietrza pomiary na piaskowcu, betonie komórkowym, zaprawie cementowej, cementowo-wapiennej, cegle oraz cegle wapienno-piaskowej wykonywali Janz i Johansson [10, 11]. Izotermy sorpcji stwardniałego zaczynu cementowego badali Espinosa i Franke [4]. Pomiary wykonywano również przy temperaturze 23°C oraz przy dziewięciu poziomach wilgotności względnej powietrza. Zawilgocenie sorpcyjne materiałów w temperaturze 20°C począwszy od wilgotności względnej powietrza równej 0 % nad żelazem krzemionkowym do 100 % nad czystą wodą testował także Min-Seok Lee [14].

W przypadku materiałów budowlanych nie ma jednoznacznej zależności zawilgocenia sorpcyjnego od temperatury w całym zakresie wilgotności względnej powietrza. Zależność ta przedstawia się inaczej w różnych przedziałach wilgotności, co zaobserwował Min Seok Lee [14] badając izotermy sorpcji

trzech materiałów przy trzech temperaturach 10, 20 i 30°C. Na podstawie wyników pomiarów autor zaobserwował jedynie niewielki wpływ temperatury na wielkość zawilgocenia sorpcyjnego.

### 3. Opis eksperymentu

Do badania sorpcji materiałów budowlanych stosuje się metodę statyczną, polegającą na oznaczaniu ilości zaadsorbowanej masy adsorbantu na podstawie dokładnych pomiarów: masy próbki przed, w trakcie oraz po zakończeniu doświadczenia, a także pomiaru temperatury. Sposób określania właściwości sorpcyjnych standardową metodą omówiony jest w normie [22]. Jej wady oraz zastosowanie nowej metody (APM Augenblicksprofilmethode, IPM Instantaneous Profile Method) skracającej czas pomiaru zaprezentowali Plagge, Funk, Scheffler, Grunewald, Häupl [17, 18, 19, 26]. Z kolei Markova, Sparr i Wadsö [16, 29] zaprezentowali nowatorską technikę pomiaru tzw. mikrokalorymetru, który pozwala na termodynamiczne scharakteryzowanie procesu sorpcji.

Przedstawiane w artykule badania mające na celu określenie zawilgocenia sorpcyjnego zrealizowano zgodnie z normą [22]. Założony program badawczy obejmował wyznaczenie zawilgocenia sorpcyjnego ośmiu materiałów budowlanych przy sześciu poziomach wilgotności względnej powietrza. Były to poziomy  $\varphi \approx 11,3; 33,6; 58,9; 75,7; 87,7; 98,5$  %. Badania wykonano przy stałej temperaturze wynoszącej 5°C.

Do badań przyjęto osiem różnych hydrofilowych materiałów budowlanych. Były to: cegła ceramiczna (CC), cegła silikatowa (CS), beton komórkowy (BK1, BK2, BK3, BK4), zaprawa cementowa (ZC) oraz zaprawa cementowo-wapienna (ZCW). W grupie betonów komórkowych analizowano cztery betony pochodzące od różnych producentów oraz o różnej gęstości. Dane dotyczące gęstości objętościowej testowanych materiałów zebrano w Tabeli 1 [27, 28]. Przyjęte do badań materiały charakteryzowały się odmienną strukturą, porowatością oraz gęstością.

Tabela 1. Średnia gęstość objętościowa próbek

Table 1. Average bulk density of samples

Material	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
BK1 Termalica 500	609
BK2 Prefabet Łagisza 600	585
BK3 Ytong 400	595
BK4 Prefbet 600	626
CC Cegła ceramiczna	1547
CS Cegła silikatowa	1727
ZC Zaprawa cementowa	2053
ZCW Zaprawa cementowo-wapienna	1681

Prace przygotowawcze polegały na pocięciu materiałów gotowych oraz zapraw wykonanych w laboratorium na próbki o grubości 1 cm, zaizolowaniu ich pobocznic silikonem oraz wysuszeniu do stałej masy w temperaturze 105°C (Rys. 1).



Rys. 1. Próbkki – izolowanie i suszenie

Fig. 1. Samples – insulating and drying

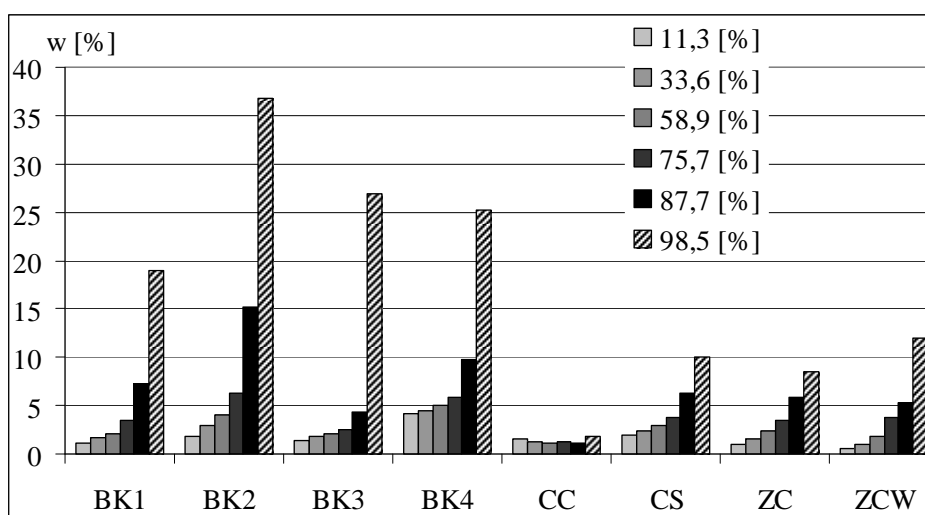
W ten sposób przygotowane próbki danego materiału umieszczano na rusztach, nad nasyconymi roztworami odpowiednich soli, stabilizujących wilgotność względną powietrza na określonym poziomie. W danych warunkach wilgotnościowych znajdowało się po 3 próbki każdego materiału. Ruszty z próbkami zamykano w szczelnych pojemnikach, które z kolei lokowano w termostatach utrzymujących stałą temperaturę na poziomie 5°C. Badania polegały na rejestracji zmieniającej się masy próbek w danych warunkach ciepłowo-wilgotnościowych w określonych odstępach czasu. Pomiar zmiany masy próbek rejestrowano przy użyciu wagi elektronicznej o dokładności 1 mg. Najdłużej ustalała się równowaga sorpcyjna przy wilgotności powietrza bliskiej 100 %. Były to najtrudniejsze do stabilizacji warunki pomiaru. Przy  $\varphi \approx 98,5$  % następowało np. wykraplanie się pary wodnej w górnej części pojemnika. Aby zapobiec skapywaniu kropeł i zawilgoceniu próbek zastosowano specjalne bibułowe wkładki, co pozwoliło wyeliminować grube błędy pomiaru. Po przeprowadzeniu wielomiesięcznych pomiarów dokonywano obliczeń zawilgocenia sorpcyjnego [27, 28]. Uśrednione wyniki obliczeń dla testowanych materiałów zebrano w Tabeli 2.

Tabela 2. Średnia ustabilizowana wilgotność sorpcyjna w [%]

Table 2. Average equilibrium sorption moisture content w [%]

$\varphi$ [%]	BK1	BK2	BK3	BK4	CC	CS	ZC	ZCW
11,3	1,14	1,85	1,36	4,13	1,51	2,01	0,94	0,59
33,6	1,69	2,96	1,76	4,51	1,25	2,37	1,51	0,97
58,9	2,12	4,11	2,04	4,95	1,09	2,96	2,42	1,84
75,7	3,48	6,29	2,54	5,89	1,24	3,76	3,53	3,76
87,7	7,24	15,17	4,27	9,78	1,17	6,28	5,80	5,25
98,5	18,98	36,84	26,9	25,25	1,88	10,07	8,49	11,96

Z kolei na wykresie (Rys. 2) zestawiono graficznie uzyskane wyniki zawilgocenia sorpcyjnego dla poszczególnych materiałów przy danej wilgotności względnej powietrza.



Rys. 2. Zawilgocenie sorpcyjne materiałów

Fig. 2. Sorption moisture content of materials

#### 4. Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary dostarczyły ilościowych danych na temat wielkości zawilgocenia sorpcyjnego w zależności od rodzaju i gęstości materiału oraz warunków ciepłno-wilgotnościowych, w jakich materiały się znajdują.

Mianowicie wraz ze wzrostem wilgotności względnej powietrza obserwowano wzrost zawilgocenia sorpcyjnego. Jedynie w przypadku cegły ceramicznej nie zanotowano wyraźnych różnic w wielkości zawilgocenia, plasowało się ono na poziomie od 1,09 do 1,88 %, co potwierdziły przytoczone powyżej źródła literaturowe. Największe wartości zawilgocenia uzyskiwano dla betonów komórkowych. W tej grupie materiałów wyraźnie uwidocznili się wpływ gęstości i składu surowcowego na otrzymywane wartości. W zakresie wilgotności względnej powietrza do 58,9 % największe zawilgocenie sorpcyjne otrzymywano dla betonu BK4. Powyżej tego poziomu wyższe wartości zawilgocenia notowano dla betonu BK2. Rozbieżności w wielkości zawilgocenia sorpcyjnego tych samych wyrobów o zbliżonej gęstości wynikać mogą z faktu, iż powstały one w różnych zakładach, przy zastosowaniu odmiennych sposobów produkcji i odmiennych składników.

W przypadku cegły silikatowej przy niższych wilgotnościach sorbowała ona od dwóch do trzech razy więcej, natomiast przy wyższych powyżej 87,7 %,

przeszło pięciokrotnie więcej niż cegła ceramiczna. W porównaniu z materiałem BK4 cegła silikatowa sorbowała około 2,5 razy mniej wilgoci niż beton komórkowy w temperaturze 5°C.

W grupie zapraw generalnie niższą sorpcyjnością charakteryzowała się zaprawa cementowo-wapienna. Jednak przy najwyższym poziomie wilgotności względnej powietrza, tj. przy  $\varphi \approx 98,5\%$ , dla ZCW zanotowano zwilgocenie sorpcyjne bliskie 12%.

Jak wykazano w trakcie przeprowadzonych badań równowaga sorpcyjna w danych warunkach temperatury i ciśnienia zależy od rodzaju adsorbentu, jego struktury porowatości i powierzchni właściwej oraz wzrasta wraz ze wzrostem wilgotności względnej powietrza. Materiały o różnej strukturze wewnętrznej wykazują odmienną dynamikę tego procesu i różne zależności równowagowe.

## Literatura

- [1] Bobociński A.: Wpływ wilgotności sorpcyjnej na przewodność cieplną betonów komórkowych. Prace Instytutu Techniki Budowlanej. Kwartalnik nr 4 (128) Warszawa 2003.
- [2] Bogucka J., Grabiec-Mizera T., Jasiczak J.: Ocena właściwości sorpcyjnych betonu wysokowartościowego. XLV Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, Wrocław-Krynica 1999, s. 167-172.
- [3] DIN 52 620 Wärmeschutztechnische Prüfungen. Bestimmung des Bezugsfeuchtegehalts von Baustoffen. Ausgleichsfeuchtegehalt bei 23°C und 80% relative Luftfeuchte.
- [4] Espinosa R. M., Franke L.: Influence of the age and drying process on pore structure and sorption isotherms of hardened cement paste. Cement and Concrete Research 36 (2006) 1969-1984.
- [5] Franzen C., Griesser U. J.: Neue Perspektiven für die Bestimmung des Feuchte-sorptionsverhaltens von Naturbausteinen. Universität Innsbruck, Innsbruck 2002, 221-227.
- [6] Gawin D.: Modelowanie sprzężonych zjawisk ciepłno-wilgotnościowych w materiałach i elementach budowlanych. Zeszyty naukowe nr 853, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej Łódź 2000.
- [7] Hansen E. J., Hansen K. K.: Unfired clay bricks – moisture properties and compressive strength. Building Physics 2002 – 6th Nordic Symposium, 453-460.
- [8] Hohmann R., Setzer M. J., Wehling M.: Bauphysikalische Formeln und Tabellen. Wärmeschutz – Feuchteschutz – Schallschutz. Werner Verlag, München 2004.
- [9] Ickiewicz I., Sarosiek W., Ickiewicz J.: Fizyka budowli. Wybrane zagadnienia. Politechnika Białostocka, Białystok 2000.
- [10] Janz M.: Moisture transport and fixation in porous materials at high moisture levels. Lund 1997.
- [11] Johannesson B. F.: Prestudy on diffusion and transient condensation of water vapor in cement mortar. Cement and Concrete Research 32(2002) 955-962.

- [12] Kisielewicz T., Królak E., Pieniżek Z.: Fizyka cieplna budowli. Politechnika Krakowska, Kraków 1998.
- [13] Krus M., Holm A. H.: Simple methods to approximate the liquid transport coefficients describing the absorption and drying. Proceedings of the 5th Symposium "Building Physics in the Nordic Countries", Göteborg 1999, 241-248.
- [14] Lee Min-Seok: Versuche und kritische Anmerkungen zu einigen Grundlagen der Feuchtespeicherung und des Feuchtetransports in Baustoffen. Dissertation, Dortmund 1996.
- [15] Lohmeyer G.: Praktische Bauphysik. Wydawnictwo B.G. Teubner, Stuttgart 1992.
- [16] Markova N., Sparr E., Wadsö L.: On application of an isothermal sorption microcalorimeter. *Thermochimica Acta* 374 (2001) 93-104.
- [17] Plagge R., Funk M., Scheffler G., Grunewald J.: Experimentelle Bestimmung der hygryschen Sorptionsisotherme und des Feuchtetransportes unter instationären Bedingungen. *Bauphysik* 28 (2006), Heft 2, s. 81-87.
- [18] Plagge R., Grunewald J., Häupl P.: Simultane Bestimmung der hygryschen Sorptionsisotherme und der Wasserdampfpermeabilität. *Feuchtetag 1999, Umwelt, Meßverfahren, Anwendungen DGZfP-Berichtsband BB 69-CD Poster 22.*
- [19] Plagge R., Scheffler G., Grunewald J.: Measurement of water retention and moisture conductivity at transient conditions. *Research in Building Physics and Building Engineering, Proceedings of the Third International Building Physics Conference, Concordia University, Montreal, Canada 2006, Taylor & Francis Group, London 2006, s. 129-136.*
- [20] Płoński W., Pogorzelski J. A.: Fizyka budowli. Arkady, Warszawa 1979.
- [21] PN-EN 12524:2003 Materiały i wyroby budowlane. Właściwości cieplno-wilgotnościowe. Tabełaryczne wartości obliczeniowe.
- [22] PN-EN ISO 12571:2002 Ciepłno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie właściwości sorpcyjnych.
- [23] Pogorzelski J. A.: Fizyka cieplna budowli. PWN, Warszawa 1976.
- [24] Praca zbiorowa pod kierunkiem B. Stefańczyka: Budownictwo ogólne. Tom 1. Materiały i wyroby budowlane. Arkady, Warszawa 2005 156.
- [25] Praca zbiorowa pod kierunkiem P. Klemma: Budownictwo ogólne. Tom 2. Fizyka budowli. Arkady, Warszawa 2005.
- [26] Scheffler G., Plagge R., Grunewald J., Häupl P.: Evaluation of instantaneous profile measurements indicating dependencies of moisture transport on hysteresis and dynamics. *Research in Building Physics and Building Engineering, Proceedings of the Third International Building Physics Conference, Concordia University, Montreal, Canada 2006, Taylor & Francis Group, London 2006, s. 121-128.*
- [27] Siwińska A.: Związek między izotermą sorpcji a współczynnikiem przewodzenia ciepła porowatego materiału budowlanego. Rozprawa doktorska, Szczecin 2008.
- [28] Szczeciński M., Szubert L.: Ocena izoterm sorpcji wybranych materiałów budowlanych. Praca inżynierska, Szczecin 2014.
- [29] Wadsö I., Wadsö L.: A new method for determination of vapour sorption isotherms using a twin double microcalorimeter. *Thermochimica Acta* 271 (1996) 179-187.
- [30] WTA-Merkblatt 4-11-02/D Messung der Feuchte von mineralischen Baustoffen. Deutsche Fassung von Oktober 2003.

## THE INFLUENCE OF THE RELATIVE HUMIDITY OF AIR ON SORPTION MOISTURE CONTENT OF BUILDING MATERIALS

### Summary

The paper is devoted to the moisture sorption process in building materials. Presented research carried out on eight different materials in six diverse hygrothermal conditions were aimed on determining sorption moisture content. Ceramic brick CC, calcium silicate brick CS, four autoclaved aerated concretes BK1, BK2, BK3, BK4, cement mortar ZC and cement-lime mortar ZCW were tested. The measurements were conducted in temperature of 5°C and in the following levels of air relative humidity:  $\varphi \approx 11.3; 33.6; 58.9; 75.7; 87.7; 98.5$  %. The materials samples of 1 cm thickness were insulated on sides and dried up in temperature of 105°C to a constant mass. Subsequently, the samples were placed over saturated salt solutions which were stabilizing air relative humidity at definite level. In given humidity conditions 3 samples of every material were kept. The experiments consisted in recording changes of samples mass in pre-defined time intervals. Measurements of the changing mass of samples were recorded with the electronic scale with accuracy of 1 mg. The sorption equilibrium settled the longest at the relative humidity close to 100%. The carried out measurements provided quantitative data regarding sorption moisture content, depending on material type, material density and hygrothermal conditions. Influence of the factors in question on the value of sorption moisture content was evaluated. With the increase of air relative humidity the increase of sorption moisture content was observed. Merely in case of ceramic brick no distinct differences of this parameter was noted. The highest values were obtained for autoclaved aerated concretes.

**Keywords:** sorption, humidity, autoclaved aerated concrete, ceramic brick, silica brick, cement mortar, cement-lime mortar

DOI:10.7862/rb.2014.114

*Przesłano do redakcji: 27.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*