

W artykule *Badanie oddziaływania wilgoci i temperatury na ABK*, który został zaprezentowany podczas V Międzynarodowej Konferencji „Autoklawizowany Beton Komórkowy” (2011 r., Bydgoszcz), wykazano na podstawie badań, że ABK na popiołach lotnych jest bardziej wrażliwy na wilgoć niż ABK na bazie piasku, a tym samym w warunkach zawilgocenia szybciej traci swoje właściwości termoizolacyjne. Stwierdzono, że wartość współczynnika konwersji z uwagi na wilgoć określona wg EN ISO 10456 jest prawie dwukrotnie zawyżona.

prof. dr inż. Rostislav Drochytka*
dr inż. Jiří Zach*

Badanie oddziaływania wilgoci i temperatury na ABK

The study of thermal and moisture behavior of AAC

Właściwości użytkowe porowatych materiałów budowlanych zależą od ich wilgotności. Ich struktura umożliwia bowiem transport wilgoci i jej magazynowanie. Wilgoć w materiałach budowlanych powoduje wzrost przewodzenia ciepła i tym samym pogorszenie właściwości termoizolacyjnych. Przewodnictwo cieplne materiału budowlanego zależy m.in. od struktury danego materiału (kształt, rozkład porów, otwartość układu porów, porowatość całkowita), jego gęstości oraz składu chemicznego i mineralnego. Wzrost zawilgocenia powoduje zmianę objętości materiału.

Próbki i zasady badań

Do badania oddziaływania wilgoci i temperatury na autoklawizowany beton komórkowy (ABK) wybrano:

- cztery rodzaje ABK na bazie piasku: P1.8-300, P2-350, P2-400, P2-500;
- dwa rodzaje ABK na bazie popiołów lotnych: P2-420, P4-580.

Wszystkie wyroby zostały otrzymane od producentów. Probki do badań laboratoryjnych przygotowano z każdego rodzaju ABK:

- 5 próbek 300 x 300 x 50 mm do określenia współczynnika przewodzenia ciepła;
- 5 próbek 40 x 40 x 160 mm do określenia gęstości oraz wilgotności sorpcyjnej.

Właściwości próbek określono przy wilgotności: 0%, 3%, 6%, 10%, 20%, 40% i temperaturze: -10 °C do 40 °C stopniowanej co 10 °C. Pierwsze cztery wartości wilgotności wyselekcjonowano jako bliskie wartościom wilgotności sorpcyjnej ABK, a wartości 20% i 40% zostały wybrane jako odpowiadające wilgotności magazynowo-wysyłkowej i produkcyjnej ABK.

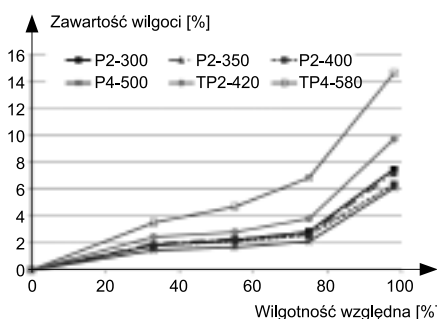
* Uniwersytet Techniczny w Brnie, Wydział Budownictwa Lądowego

Określono następujące charakterystyki cieplno-wilgotnościowe:

- wilgotność sorpcyjną próbek;
- zależność przewodnictwa cieplnego od zawartości wilgoci (40%, 20%, 10%, 6%, 3%, 0%);
- zależność przewodnictwa cieplnego od temperatury (-10 °C, 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C).

Oznaczenie wilgotności sorpcyjnej

Oznaczenie to przeprowadzono zgodnie z normą EN ISO 12571 *Cieplno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie właściwości sorpcyjnych*. Wybrano cztery poziomy wilgotności środowiskowej (33%, 55%, 75%, 98%). Wyniki testów zamieszczono na rysunku 1.



Rys. 1. Krzywa równowagi adsorpcyjnej wilgoci poszczególnych rodzajów ABK w temperaturze +23 °C

Krzywe wskazują, że ABK na popiołach lotnych jest bardziej wrażliwy na wilgotność powietrza niż ABK na piasku (szczególnie ABK P4-580). W przypadku ABK na piasku, wrażliwość na wilgoć wraz ze wzrostem gęstości próbek malała. Odwrotną zależność stwierdzono w ABK na popiołach lotnych.

Badanie właściwości termoizolacyjnych

Oznaczenie właściwości termoizolacyjnych przeprowadzono wg ISO 8301 *Izolacja cieplna – Określanie oporu cieplnego i właściwości z nim związanych w stanie ustalonym – Aparat płytowy z czujnikami gęstości strumienia cieplnego*. Przed rozpoczęciem badań próbki zostały osuszone i nawilżone, aby ich wilgotność była zbliżona do wartości wybranego poziomu możliwie dokładnie, a następnie owinięte folią, aby zapobiec odsychnaniu. Probki ważono przed i po pomiarach w celu obliczenia zmiany wilgotności podczas pomiaru. Określone współczynniki przewodzenia ciepła poszczególnych rodzajów ABK przedstawiono na rysunku 2.

Ocena wyników

Zgodnie z CSN EN ISO 10456:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_m \quad (1)$$

gdzie:

F_m – czynnik konwersji z uwagi na wilgotność:

$$F_m = e^{f_u(u_1 - u_2)} \quad (2)$$

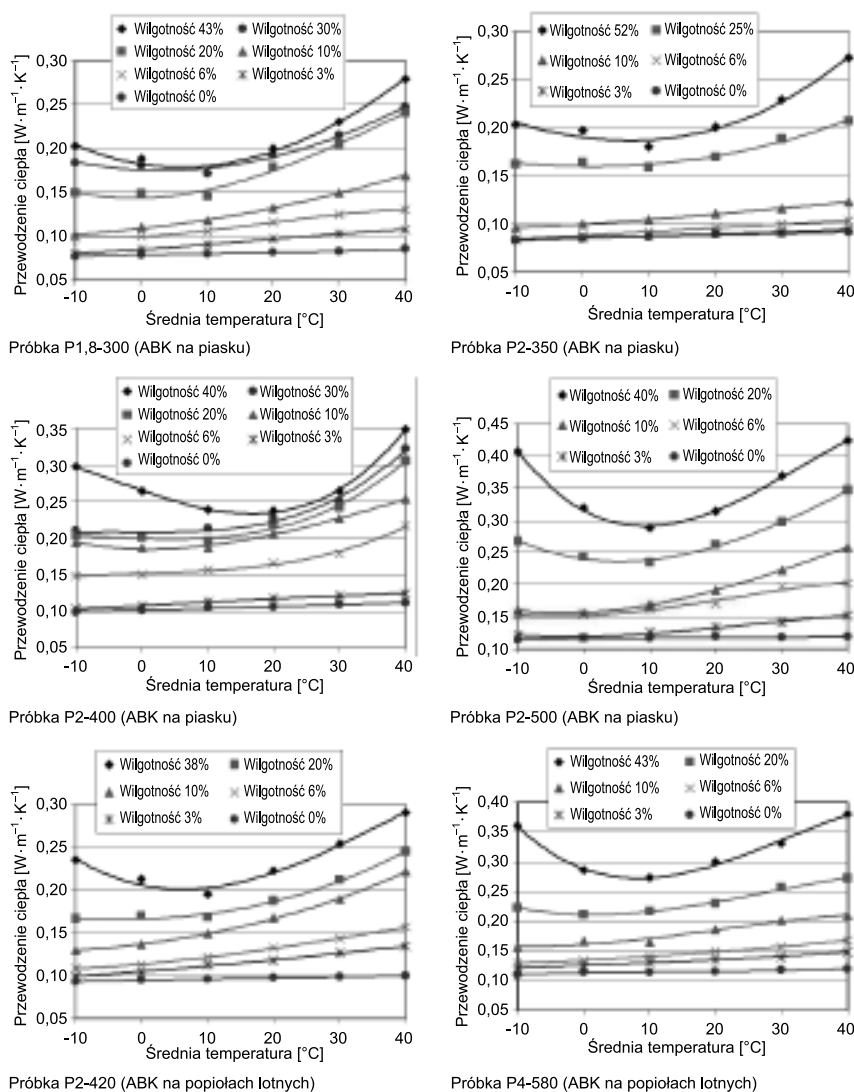
gdzie:

u – wilgotność [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$];

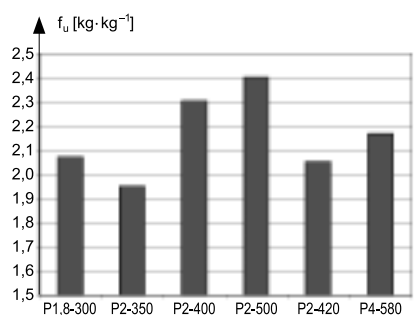
f_u – współczynnik konwersji z uwagi na wilgotność [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$], który wg EN ISO 10456 wynosi $f_u = 4 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

W danym przypadku wartość współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda_{10, \text{dry}}$ została wybrana jako stan początkowy (1), w którym można założyć, że $u_1 \approx 0$. Stwierdzono, że używając współczynnika konwersji z uwagi na wilgotność $f_u = 4 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ obliczona wartość współczynnika przewodzenia ciepła różni się od wartości zmierzonych. Wyniki przedstawiono na rysunku 3.

Otrzymane wartości współczynnika konwersji z uwagi na wilgotność są średnio dwukrotnie mniejsze od wartości wg normy EN ISO 10456. Średnia wartość współczynnika konwersji z uwagi na wilgotność $f_{u, \text{aver}}$ wynosi 2,16 w przypadku wszystkich próbek.



Rys. 2. Zależność współczynnika przewodzenia ciepła ABK od temperatury określona przy różnej wilgotności



Rys. 3. Wartości współczynnika konwersji z uwagi na wilgotność f_u poszczególnych próbek

Wnioski

Zaobserwowano, że ABK na popiołach lotnych jest bardziej wrażliwy na oddziaływanie wilgoci niż ABK na piasku. W przypadku ABK na piasku wrażliwość na wilgoć wraz ze wzrostem gęstości malała. Odwrotną zależność zaobserwowano w ABK na popiołach lotnych.

nowo-wysyłkowa betonu komórkowego często przekracza 35%). Po wzniesieniu budynku i rozpoczęciu jego użytkowania, poziom jego zawilgocenia jest często bardzo wysoki, co prowadzi do pogorszenia właściwości termoizolacyjnych. W niniejszym opracowaniu przedstawiono badania oddziaływania wilgoci i temperatury na różne rodzaje ABK, zwłaszcza na zmiany właściwości termoizolacyjnych.

Słowa kluczowe: ABK, autoklawizowany beton komórkowy, przewodzenie ciepła, wilgoć, wilgotność sorpcyjna

Abstract

In most cases, building materials contain, after their incorporation into a structure, a certain amount of moisture that affects their thermal insulation properties, mechanical properties and ultimately their life. In case of autoclaved aerated concrete (AAC), a large amount of moisture is introduced into the material already during its manufacture (shipping moisture of cellular-concrete products often exceeds 35%). After the erection of a building structure and starting its use, the amount of integrated moisture is often very high, which leads primarily to the degradation of thermal insulation properties. The paper deals with the study of thermal and moisture behavior of different types of AAC products for masonry structures, especially in terms of changes in thermal insulating properties of the materials depending on moisture content and also depending on temperature.

Literatura

- [1] Drochytka R., Zach J., Hroudova, J., 2010. Problematic of Determination of Design Thermal Values of Cellular Concrete Masonry Structures. Conference Testing and Quality in Civil Engineering. Brno, Brno University of Technology, 279-287. ISBN 978-80-214-4144-6.
- [2] Drochytka R., Zach J., 2009. Study of Thermal Technical Behavior of Autoclaved Aerated Concrete. In Maltoviny 2009. Brno, Brno University of Technology. ISBN 978-80-87158-20-3.
- [3] EN ISO 10456. Building materials and products. Hygrothermal properties. Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values, Brussels, 2007.
- [4] EN ISO 12572. Hygrothermal performance of building materials and products. Determination of water vapor transmission properties, Brussels, 2001.
- [5] ISO 8301. Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus, International Organization for Standardization (ISO), Switzerland, 1991.
- [6] Krejci J., 2010. Study of changes of properties of Autoclaved Aerated Concrete in dependence on environmental properties after build-in to the structure. Master thesis. Brno University of Technology.
- [7] Spooner D. C., 1982. Autoclaved Aerated Concrete: Moisture and Properties. Elsevier Scientific Publishing Co. Netherlands, November. ISBN 0 444 42117 3.
- [8] Topçua I. B., Uygunolu T., 2007. Properties of autoclaved lightweight aggregate concrete. Building and Environment vol. 42, issue 12, ISSN 0360-1323.

Zmiany współczynnika przewodzenia ciepła są powiązane ze zmianami wilgotności i temperatury. Przewodzenie ciepła zwiększało się wraz z rosnącą wilgotnością. Współczynnik przewodzenia ciepła wzrastał przy wartości wilgoci powyżej 20% w temperaturze ujemnej. Stwierdzono również, że w badanych próbkach wrażliwość na wilgotność jest mniejsza niż wartości określone wg normy EN ISO 10456.

Wyniki zostały osiągnięte ze wsparciem finansowym projektu MSM 0021630511: Progresywne materiały budowlane z użyciem surowców i ich wpływ na trwałość konstrukcji i GACR 103/09/0016.

Streszczenie

Wbudowane materiały budowlane zawierają najczęściej pewną ilość wilgoci, która oddziałuje na ich właściwości termoizolacyjne, mechaniczne, a także na ich trwałość. W przypadku autoklawizowanego betonu komórkowego (ABK), duża ilość wody jest wprowadzona do materiału podczas jego produkcji (wilgotność magazy-