

W artykule pt. „Możliwości zastosowania betonu komórkowego jako materiału izolującego przed wysoką temperaturą”, który był wygłoszony podczas 5. Międzynarodowej Konferencji Autoklawizowanego Betonu Komórkowego (wrzesień 2011 r.), opisano możliwości wykonywania betonu komórkowego o zwiększonym oporze cieplnym. Dzięki odpowiednim dodatkom materiał może uzyskać odporność na temperaturę 500 °C, a jego koszt produkcji jest niższy od innych materiałów o porównywalnych właściwościach.

Rostislav Drochytka*
Lenka Mészárosová*

Możliwości zastosowania betonu komórkowego jako materiału izolującego przed wysoką temperaturą

Possibilities of aerated concrete used as an insulating material for higher temperatures

Istnieje wiele urządzeń technicznych i budowli (fotografia) wymagających odpowiedniego zabezpieczenia przed działaniem wysokiej temperatury, których obecna izolacja jest niewystarczająca lub nie ma jej w ogóle. W przypadku tych urządzeń wykryto znaczne straty ciepła. Rozwiązanie problemu może prowadzić do zmniejszenia nakładów finansowych i zredukowania niekorzystnego wpływu na środowisko naturalne.



Urządzenia przeznaczone do izolacji

Obecnie stosowane materiały termoizolacyjne

Urządzenia techniczne i budowle, takie jak np. kominy, kotły, piece, charakteryzują specyficzne wymagania, które należy uwzględnić podczas ich izolacji. Niektóre z nich mają prosty kształt, a więc można je izolować, wykorzystując np. bloczki prefabrykowane. Wśród nich są jednak także układy o bardziej złożonym kształcie, których powierzchnie nie mogą zostać łatwo pokryte prostymi kształtkami, stąd konieczność zastosowania materiału wyprodukowanego na miejscu.

Obecnie wśród najczęściej używanych materiałów termoizolacyjnych niewątpliwie wymienić można szkło piankowe, które jest

odporne na działanie wody i wilgoci, a ze względu na szczelną budowę nie jest paroprzepuszczalne. Ponadto jest odporne na działanie rozpuszczalników organicznych, a także ognia i wysokiej temperatury (500 °C). Do innych zalet szkła piankowego zaliczyć można także stabilność wymiarową i przyjazność dla środowiska. Wadą tego rozwiązania są wysokie koszty produkcji, a więc i cena. Inne materiały do zastosowania w wysokiej temperaturze to wełna mineralna, szklana czy perlit. Wszystkie te materiały mają znakomite parametry techniczne, ale ich produkcja wymaga znacznej ilości energii, co oznacza wysokie koszty. Rozwiązaniem problemu może być opracowanie nowego materiału, który mógłby zostać wyprodukowany za pomocą nowoczesnej, niskokosztowej technologii z jednoczesnym zachowaniem odpowiednich właściwości. Na podstawie własnych analiz przydatności uznaliśmy, że najlepszy jest beton komórkowy wytwarzany wg zmodyfikowanej technologii produkcji. W celu zwiększenia jego odporności na wysoką temperaturę można zastosować jako spoiwo cement z wysoką zawartością aluminium, a jako wypełniacz popiół lotny (dodatek do piasku krzemionkowego). Przy określaniu zalecanego składu betonu komórkowego konieczne jest uwzględnienie znacznej wrażliwości betonu na substancje, takie jak siarczany, alkalia itp. Do krótkiej listy składników odpowiednich do optymalizacji procesu produkcyjnego można zaliczyć także surowce wtórne (żużel, sadzę, pył z kotłów, odpady piasków i popiół lotny). Wszystkie z nich są odporne na oddziaływanie wysokiej temperatury.

Innowacyjne rozwiązania

Punktem wyjścia jest zastosowanie takiego procesu produkcji, w którym kluczowej roli nie będzie odgrywać wypalanie lub ogrzewanie do wysokiej temperatury zwiększające koszty produkcji. Beton komórkowy może zostać zastosowany w postaci prefabrykowanych paneli i bloczków, odpowiednich do izolowania urządzeń i budowli o prostym kształcie. Z drugiej strony, przy izolowaniu układów o bardziej złożonych kształtach należy raczej stosować materiał, który może zostać wyprodukowany bezpośrednio na miejscu, w celu pełnego wypełnienia wszystkich trudno dostępnych miejsc i szczelin. W tym przypadku nie można zastosować procesu utwardzania w autoklawie i wykorzystać zachodzących w nim reakcji hydrotermicznych.

* Uniwersytet Techniczny w Brnie

Materiał może zostać wyprodukowany w uprzednio przygotowanych formach, którymi owinięte zostanie urządzenie. Surowiec można także natryskiwać, aby dopasować izolację dożądanego kształtu po rozszerzeniu materiału i jego odpowiednim stwardnieniu. Konieczne jest, aby materiał wytrzymał oddziaływanie temperatury do 500 °C, a ponadto powinien charakteryzować się odpowiednią stabilnością i właściwościami termoizolacyjnymi, nawet przy tak wysokiej temperaturze.

Wyroby prefabrykowane. Proces produkcji takich wyrobów do izolowania jest praktycznie taki sam jak klasycznego autoklawizowanego betonu komórkowego. Jediną różnicą jest zastosowanie wypełniaczy bardziej odpornych na wysoką temperaturę, co prowadzi do powstania materiału zdolnego wytrzymać oddziaływanie temperatury nawet do 500 °C, lub wymiana spoiwa na cement o dużej zawartości aluminium. Takie wyroby z ABK, jak już wspomniano, można jednak stosować tylko przy izolowaniu urządzeń i budowli o prostym kształcie. W przypadku bardziej złożonego kształtu odpowiednie są wyroby wykonywane w technologii monolitycznej lub rozpylony pianobeton.

Izolacje monolityczne. Najpierw należy wykonać precyzyjne deskowanie o żądanym kształcie dookoła elementu poddawanego izolacji, a następnie wylać mieszankę surowców do szalunku po krawędziach izolowanego obiektu. Środek spieniający powinien zostać dodany do mieszanki nie wcześniej niż na miejscu wylewania w celu uniknięcia przedwczesnego rozszerzenia mieszanki, co powinno nastąpić na późniejszym etapie po rozmontowaniu deskowania. Po odpowiednim stwardnieniu mieszanki możliwe jest zdjęcie deskowania i dokonanie drobnych prac wykończeniowych na powierzchni, a po odcięciu nadmiarów materiału nie trzeba wykonywać żadnych modyfikacji powierzchni.

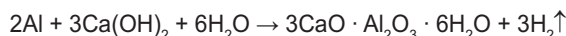
Rozpylany pianobeton może być nakładany na mokro i na sucho. W przypadku sposobu **na sucho** mieszanka kruszywa ze spoiwem powinna być dozowana specjalnym dozownikiem do gumowego węża i tam zmieszana z wodą, substancją spieniającą i dodatkowym składnikiem przyspieszającym proces twardnienia. Mieszanka pod ciśnieniem wydostaje się na powierzchnię, gdzie tworzy ciekłą warstwę. Następnie występuje proces rozszerzania się mieszanki. Po odpowiednim stwardnieniu, które powinno nastąpić w ciągu kilkunastu godzin, za pomocą ręcznego narzędzia mechanicznego mieszancie nadawany jest żądany kształt.

Sposób **na mokro** polega na tym, że wszystkie składniki (spoiwo, wypełniacz i woda) mieszane są na wcześniejszym etapie, z wyjątkiem substancji spieniającej i składników przyspieszających proces twardnienia. Mieszanka wylewana jest z gumowego węża do końcówki wylotowej, gdzie mieszanka jest z dodatkiem środka spieniającego i składnikiem przyspieszającym twardnienie. Podobnie jak poprzednio, mieszanka aplikowana jest cienkimi warstwami, co zmniejsza jej zużycie i dzięki czemu po stwardnieniu można nadać jej żądany kształt.

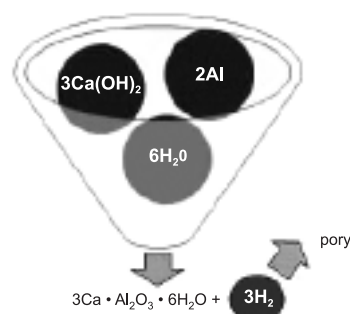
Nadanie porowatej struktury materiałowi izolacyjnemu

Istnieje możliwość wytworzenia porowatej struktury z zastosowaniem dodatkowej substancji spieniającej (piana stabilna). Może to nastąpić w trakcie procesu dojrzewania w normalnych warunkach (w ten sposób ma powstać beton komórkowy) lub

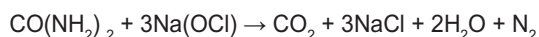
na drodze reakcji chemicznej z domieszką substancji porotwórczej w warunkach wysokiej temperatury i ciśnienia (autoklawizacja). Podczas spieniania można skorzystać z kilku podstawowych reakcji spieniających. Bez autoklawizacji nie można osiągnąć wyrobów o dużej wytrzymałości, ale nie jest ona niezbędna w przypadku elementów do termoizolacji.



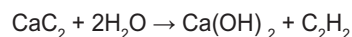
W trakcie reakcji proszku aluminiowego z wodorotlenkiem wapnia powstaje gazowy wodór, co powoduje spienianie mieszanki (rysunek). Zaletą obecności wodorotlenku wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w spoiwie jest fakt, że związek ten nie musi być już dodawany do mieszanki.



Reakcja chlorku wapnia z nadtlakiem wodoru prowadzi do otrzymania tlenu w postaci gazowej, dzięki czemu wytwarzana jest porowata struktura.



Mocznik wchodzi w reakcję z podchlorynem sodu. Produktem tej reakcji jest azot.



Interakcja z węglikiem wapnia i wodą prowadzi do powstania gazowego acetyleny, co powoduje spienianie mieszanki.

Wnioski

W artykule zaprezentowano możliwości wykorzystania betonu komórkowego do izolacji urządzeń i budowli pracujących w wysokiej temperaturze. Powinien on łączyć w sobie niektóre zalety obecnie wytwarzanych rodzajów betonu komórkowego i pianobetonu (mała gęstość, znaczna wytrzymałość na wysoką temperaturę, niskie koszty produkcji). Zaletą nowego materiału jest zachowanie właściwości nawet przy wysokiej temperaturze. Produkując beton komórkowy wypełniony surowcami wtórnymi o zwiększonym oporze cieplnym i następnie napowietrzany, otrzymujemy materiał wytrzymały na temperaturę do 500 °C o odpowiednim oporze cieplnym, którego produkcja jest mniej kosztowna w porównaniu z produkcją innych materiałów izolacyjnych o porównywalnych właściwościach. Produkcja, zastosowanie i wykorzystanie prezentowanego materiału wciąż pozostaje na wczesnym etapie badań.

Abstract

This article is dedicated to possibilities of use of aerated concrete as an insulating material for higher temperatures. We will also point out the benefits of insulating elements made of aerated concrete against current insulating systems, which are used with temperatures up to 500 °C. Today, there has been strong effect to push the price down and to make the building cost more effective. It is important to look for savings within operations along heat installations. This is possible by use of the right type of insulating material.