

dr hab. inż. Ryszard Dachowski, prof. PŚk¹⁾
mgr inż. Sylwia Kapala^{1*)}

Wpływ regranulatu polistyrenu wysokoudarowego na właściwości użytkowe autoklawizowanego betonu komórkowego

The influence of the high impact polystyrene regranulate on the properties of autoclaved aerated concrete

DOI: 10.15199/33.2015.12.04

Streszczenie. Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań właściwości fizykochemicznych, tj. gęstości, absorpcji wody oraz wytrzymałości na ściskanie autoklawizowanego betonu komórkowego (ABK) modyfikowanego odpowiednio wyselekcjonowanym dodatkiem w postaci regranulatu polistyrenu wysokoudarowego (HIPS). Modyfikacja ma na celu poprawę przede wszystkim wytrzymałości na ściskanie i ograniczenie nasiąkliwości betonu komórkowego z zachowaniem optymalnej ceny wyrobu. Prezentowane rezultaty badań dotyczą eksperymentów rozpoznawczych, które będą kontynuowane ze względu na otrzymane wyniki pokazujące widoczną, choć niewielką poprawę właściwości betonu komórkowego przy ilości HIPS ok. 10% w porównaniu z ABK niemodyfikowanym.

Słowa kluczowe: autoklawizowany beton komórkowy, polistyren wysokoudarowy.

Abstract. The purpose of this paper is to present the results from the tests for physical and mechanical properties, that is, bulk density, water absorption, and compressive strength of the autoclaved aerated concrete (AAC) modified with an adequately selected additive – high impact polystyrene regranulate (HIPS). The aim of modification first of all was to improve compressive strength and reduced absorption of ACC, while maintaining the optimal price of the final product. The results presented here are from evaluative experiments which will be continued due to observed improvement, albeit a slight one, of the AAC primary parameters. The improvement was achieved with HIPS content of about 10%.

Keywords: autoclaved aerated concrete, high impact polystyrene.

Autoklawizowany beton komórkowy (ABK) jest jednym z najbardziej powszechnych w Polsce materiałów budowlanych stosowanych do wznoszenia ścian. ABK charakteryzuje się wytrzymałością na ściskanie 1,5 – 7 MPa, przy małej gęstości (300 – 1000 kg/m³) oraz dobrą izolacyjnością cieplną wpływającą na oszczędność energii podczas eksploatacji obiektu. Beton komórkowy otrzymany z rozbiórki obiektu może być ponownie zastosowany lub przetworzony. Współczesny proces wytwarzania ABK jest bezodpadowy, bezpieczny dla organizmów żywych i środowiska oraz charakteryzuje się małym zużyciem surowców i energii. Podane cechy autoklawizowanego betonu komórkowego powodują, iż wpisuje się w zasady zrównoważonego rozwoju.

Pomimo niewątpliwych zalet ABK, prowadzone są badania [6, 7, 8] mające na celu udoskonalenie jego właściwości oraz opracowanie nowych rozwiązań konstrukcyjno-technologiczno-materiałowych. Poprawa cech fizykochemicznych możliwa jest m.in. w wyniku modyfikacji składu autoklawizowanego betonu komórkowego. Korzystne byłoby zwiększenie wytrzymałości na ściskanie i ograniczenie absorpcji wody przez zastosowanie wybranego dodatku [5].

Celem badań laboratoryjnych było określenie wpływu polistyrenu wysokoudarowego (HIPS) na wybrane właściwości fizykochemiczne zmodyfikowanego autoklawizowanego betonu komórkowego [1, 8].

Modyfikacja składu ABK

Do modyfikacji składu ABK, w celu poprawy jego właściwości użytkowych, zastosowano polistyren wysokoudarowy HIPS w postaci regranulatu. Ilość dodatku w poszczególnych próbach przedstawiono w tabeli. HIPS (High Im-

Zawartość dodatku w poszczególnych próbach w stosunku do objętości próbki

Percent mass of additive contents in particular specimen

Nr próby	Zawartość dodatku HIPS w próbce [%]
1	–
2	10
3	30
4	50

pact Polystyrene) cechuje się dużą sztywnością oraz odpornością na pękanie. W badaniach zastosowano regranulat HIPS o gęstości nasypowej 0,62 g/cm³, jednorodnym uziarnieniu i budowie walcowej o wymiarach 0,4 x 0,3 cm. Dodatek został wybrany na podstawie wstępnie przeprowadzonej wielokryterialnej analizy techniczno-ekonomicznej. W przypadku każdej zawartości dodatku w próbce (w stosunku do jej objętości) przeprowadzono po trzy równoległe badania. Oceniano wytrzymałość na ściskanie próbek, absorpcję wody oraz gęstość.

¹⁾ Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury

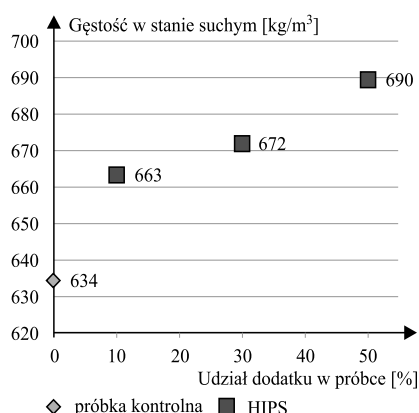
^{*)} Autor do korespondencji:
e-mail: skapala@tu.kielce.pl

Próbki z serii numer 1, to próbki kontrolne zawierające masę surowcową składającą się ze składników standardowo wykorzystywanych do wytworzenia autoklawizowanego betonu komórkowego, tj. bez dodatku HIPS. Probki te wykonano w celach porównawczych, w celu określenia wpływu dodatku na właściwości użytkowe zmodyfikowanego autoklawizowanego betonu komórkowego. Probki z kolejnych serii (nr 2, 3 i 4) zawierają masę surowcową z dodatkiem regranulatu HIPS, w ilości 10%, 30% i 50% w stosunku do objętości pojedynczej próbki.

Wyniki badania właściwości ABK

Proces wytwarzania próbek został przeprowadzony w warunkach laboratoryjnych w zakładzie produkcyjnym betonu komórkowego. W przypadku każdej z czterech prób wykonano po trzy sześciennie próbki o wymiarach 10 x 10 x 10 cm. Przedstawione wyniki stanowią średnią arytmetyczną otrzymanych wyników. W badaniach określono gęstość w stanie suchym, wytrzymałość na ściskanie oraz absorpcję wody. Przeprowadzone badania będą kontynuowane.

Gęstość w stanie suchym określono na podstawie normy PN-EN 772-13 [2]. Wyraża ona stosunek masy betonu komórkowego do jego objętości (łącznie z porami) po wysuszeniu do stałej masy. Wyniki gęstości w stanie suchym przedstawiono na rysunku 1. Deklarowana przez producenta gęstość wyrobu z masy surowcowej, na bazie której wykonano próbki, wynosi 600 kg/m³.

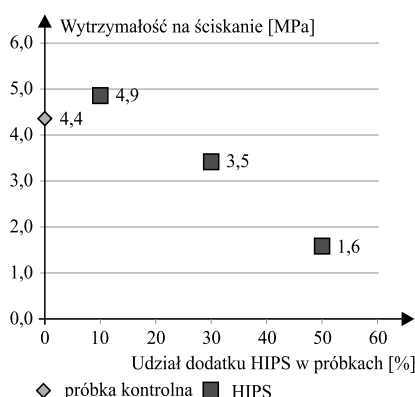


Rys. 1. Gęstość w stanie suchym modyfikowanego autoklawizowanego betonu komórkowego oraz kontrolnego

Fig. 1. Dry mass density of the autoclaved aerated concrete

nosi 600 kg/m³. Stwierdzono, że dodatek w postaci regranulatu HIPS spowodował wzrost gęstości w porównaniu z próbką kontrolną. Jej gęstość (bez dodatku HIPS) wyniosła 634 kg/m³, a w przypadku 10, 30 i 50% dodatku HIPS zwiększyła się odpowiednio o: 4,6; 6 oraz 8,8%.

Wytrzymałość na ściskanie została oznaczona wg PN-EN 772-1 [3] przez poddanie próbek testowi na prasie znajdującej się w laboratorium Politechniki Świętokrzyskiej. Probki przed badaniem poddano sezonowaniu do uzyskania wilgotności $6 \pm 2\%$ masy. Wyniki na rysunku 2 zostały przedstawione jako średnia wartość wytrzymałości na ściskanie próbek.

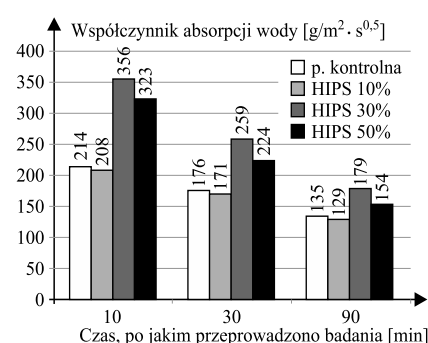


Rys. 2. Wytrzymałość na ściskanie modyfikowanego autoklawizowanego betonu komórkowego oraz kontrolnego

Fig. 2. Compressive strength of the autoclaved aerated concrete

Na podstawie analizy wyników przedstawionych na rysunku 2 stwierdzono, iż najwyższą wytrzymałość na ściskanie 4,9 MPa osiągnęła próbka zawierająca 10% dodatku HIPS. Próbka zawierająca 10% regranulatu polistyrenu wysokoudarowego osiągnęła o 11% większą wytrzymałość na ściskanie niż próbka kontrolna, ale również większą o 4,6% gęstość. Natomiast próbka zawierająca regranulat HIPS w ilości 30% miała wytrzymałość na ściskanie 3,5 MPa, czyli o 20% mniejszą od próbki kontrolnej przy zwiększeniu gęstości o 6,0%, a próbka zawierająca dodatek w ilości 50% o 63,5% mniejszą wytrzymałość na ściskanie od próbki kontrolnej przy większej o 8,8% gęstości.

Absorpcja wody została określona zgodnie z normą PN-EN 772-11 [4] po 10, 30 i 90 min (rysunek 3). Uzyskane dotychczas wyniki badań absorpcji wo-



Rys. 3. Absorpcja wody modyfikowanego autoklawizowanego betonu komórkowego oraz kontrolnego

Fig. 3. Water absorption of the autoclaved aerated concrete

dy ABK, podane w książce *Autoklawizowany beton komórkowy, technologia, właściwości, zastosowanie* [8] są następujące:

- 47 – 204 g/(m² · s^{0.5}) po 10 min;
- 41 – 179 g/(m² · s^{0.5}) po 30 min;
- 37 – 162 g/(m² · s^{0.5}) po 90 min.

Dowiedziano, iż różnice wartości absorpcji wody zależą od właściwości materiału i są charakterystyczne dla wyrobów danej wytwórni [8].

Z badań wynika, że najmniejszy współczynnik absorpcji wody we wszystkich trzech pomiarach uzyskała próbka zawierająca 10% dodatku w postaci regranulatu HIPS (średnio o 3% niższy niż próbka kontrolna). Probki zawierające 30% i 50% dodatku HIPS wykazały dużo większy współczynnik absorpcji wody, w pierwszym pomiarze odpowiednio o 66% i 51%, a w ostatnim o 21% i 19%.

Porównując otrzymane wyniki z dotychczasowymi, znajdującymi się w literaturze, stwierdzono, że wartość współczynnika absorpcji wody wszystkich próbek w pierwszym pomiarze jest wyższa niż górna granica przedziału podanego w literaturze [8]. Jednak w przypadku próbki kontrolnej oraz próbki zawierającej 10% regranulatu HIPS współczynnik absorpcji wody jest wyższy odpowiednio o 5% i o 2% od wyników podanych w [8], natomiast próbek zawierających 30% i 50% regranulatu HIPS odpowiednio o 71% i o 55%. W kolejnych dwóch pomiarach współczynnik absorpcji wody próbki kontrolnej oraz zawierającej 10% regranulatu HIPS znajduje się w przedziale podanym w [8], a w ostatnim pomiarze jest niższy odpowiednio o 17% i 20%.