



Właściwości wyrobów wapienno-krzemionkowych na bazie szkła opakowaniowego i pyłu z odpylania pieca cementowego

Katarzyna Borek

STRESZCZENIE

W Polsce, do tej pory, nie podjęto badań nad wytworzeniem wyrobów wapienno-krzemionkowych opartych wyłącznie na materiałach odpadowych. Na podstawie przeglądu literatury, za zasadne uznano zatem określenie wpływu pyłu z obejścia pieca cementowego, stosowanego jako zamiennik spoiwa i szkła odpadowego, wykorzystywanego jako kruszywo, na właściwości wyrobów wapienno-krzemionkowych. Poprawa sytuacji ekonomicznej, przy jednoczesnym zwiększeniu stopnia utylizacji odpadów, stanowią nieodłączne korzyści płynące z podjęcia omawianego tematu badań.

Program badań podzielono na trzy etapy. W pierwszej kolejności przeprowadzono badania mające na celu rozpoznanie wpływu białego, zielonego i brązowego szkła opakowaniowego, jako substytutów piasku kwarcowego, na właściwości gotowych wyrobów wapienno-krzemionkowych. Przeprowadzone, długoterminowe badania aktywności pucolanowej wykazują, że skład chemiczny, z którym wiąże się barwa zastosowanych szkieł odpadowych ma wpływ na ich reaktywność. W konsekwencji powoduje to, że w wyniku wiązania wykształcają się struktury o różnym stopniu zagęszczenia i morfologii, jednocześnie wpływając na cechy użytkowe autoklawizowanych wyrobów wapienno-krzemionkowych. Białe szkło opakowaniowe, posiadające największą aktywność pucolanową, pozwala na uzyskanie wyrobów o najwyższych parametrach wytrzymałościowych i jednocześnie najniższej gęstości objętościowej, spośród trzech analizowanych rodzajów szkieł. Bez względu na różnice wynikające z rodzaju zastosowanej słuczki szklanej, należy zaznaczyć, że są to cenne materiały odpadowe, mogące znaleźć zastosowanie w produkcji wyrobów autoklawizowanych.

W drugim etapie badań przedstawiono wyniki wpływu pyłu bypass na właściwości użytkowe oraz skład fazowy i mikrostrukturę wyrobów wapienno-krzemionkowych. Z uwagi na wysoką zawartość wolnego $\text{CaO} > 30\%$ w pyłe, materiał ten, stosowano jako substytut spoiwa wapiennego. Dzięki całkowitej wymianie wapna palonego, uzyskano wyroby o wyższej wytrzymałości na ściskanie (o~5%), absorpcji wody i porowatości otwartej oraz niższej gęstości objętościowej (o~9%), w stosunku do próbek o klasycznym składzie. Zastosowanie pyłu CBPD pozwala na wytworzenie uwodnionych krzemianów wapnia, charakterystycznych dla wyrobów wapienno-krzemionkowych.

W trzecim etapie badano efekty różnego stopnia zastąpienia kruszywa białym szkłem opakowaniowym i spoiwa pyłem bypass, w celu uzyskania mieszanki o optymalnym składzie. Modyfikacja wyrobów autoklawizowanych materiałami odpadowymi pozwala na uzyskanie pełnowartościowych wyrobów. Całkowita wymiana wapna i piasku kwarcowego wpłynęła na ponad 4-krotny wzrost wytrzymałości na ściskanie oraz znaczny spadek gęstości objętościowej, przy jednoczesnym wzroście absorpcji wody i porowatości otwartej. Na podstawie przeprowadzonej analizy składu fazowego, stwierdzono, wytworzenie się uwodnionych krzemianów wapnia w postaci tobermorytu. W zależności od ilości zarówno białego szkła jak i pyłu CBPD, na obrazach SEM zaobserwowano różny poziom zagęszczenia faz oraz kształt i rozmiar powstałych produktów syntezy hydrotermalnej.

Katarzyna Borek



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

The properties of silica-lime products based on container glass and cement bypass dust

ABSTRACT

Until now, no research has been undertaken in Poland into the manufacture of silica-lime products based solely on waste materials. Based on the literature review, it was therefore considered reasonable to determine the effect of cement bypass dust used as a binder substitute, and waste glass used as an aggregate on the properties of silica-lime products. Improvement of the economic situation, with the simultaneous increase in the degree of waste utilisation, are the inherent benefits of undertaking the discussed research topic.

The research programme was divided into three stages. First, studies were carried out to identify the influence of white, green and brown waste glass as substitutes for quartz sand on the properties of finished silica-lime products. The long-term studies on pozzolanic activity shown that the chemical composition associated with the colour of the waste glass used has an influence on its reactivity. This results in the formation of structures with various degrees of density and morphology as a result of bonding, while also influencing the functional characteristics of autoclaved silica-lime products. White packaging glass, which has the highest pozzolanic activity, allows obtaining products with the highest strength parameters and, at the same time, the lowest volumetric density among the three analysed types of glass. Regardless of the differences resulting from the type of glass cullet used, it should be noted that these are valuable waste materials that can be used in the production of autoclaved products.

The second stage of the study presents the results of the influence of bypass dust on the functional properties, phase composition and microstructure of silica-lime products. Due to the high content of free $\text{CaO} > 30\%$ in the dust, this material was used as a substitute for the lime binder. The total lime provided products with higher compressive strength (by $\sim 5\%$), water absorption and open porosity, and lower bulk density (by $\sim 9\%$), compared to samples of classic composition. The use of CBPD makes it possible to produce hydrated calcium silicates, characteristic of silica-lime products.

In the third stage, the effects of varying degrees of replacement of the aggregate with white packing glass and the binder with bypass dust were studied in order to obtain a mixture of optimum composition. Modification of autoclaved products with waste materials allows for obtaining full-fledged products. The complete replacement of lime and quartz sand resulted in an over 4-fold increase in compressive strength and a significant decrease in volume density, with a simultaneous increase in water absorption and open porosity. On the basis of phase composition analysis, the formation of hydrated calcium silicates in the form of tobermorite was observed. Depending on the amount of both white glass and CBPD, different levels of phase density as well as the shape and size of the resulting hydrothermal synthesis products were observed in the SEM images.

Katarzyna Borek