

Politechnika Lubelska
Wydział Budownictwa i Architektury



**MODYFIKOWANIE WŁAŚCIWOŚCI MŁODEGO BETONU PRZEZ
ZASTOSOWANIE DODATKU KRZEMIONKOWYCH POPIOŁÓW
LOTNYCH i NANODOMIESZKI C-S-H**

**MODIFICATION OF THE PROPERTIES OF YOUNG CONCRETE BY
USING THE ADDITION OF SILICEOUS FLY ASH AND C-S-H
NANODOMIXTURE**

mgr inż. Bartosz Szostak

Opiekun naukowy:

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Golewski

Lublin 2020

STRESZCZENIE

Współczesna technologia betonu dąży do tworzenia kompozytów betonowych jak najbardziej zrównoważonych. Poprzez zrównoważenie rozumie się poprawienie warunków ekonomicznego i ekologicznego przy jednoczesnym uzyskaniu tych samych bądź lepszych parametrów wytwarzanych betonów.

Na podstawie analizy stwierdzono, że uzyskanie powyższych założeń możliwe jest stosując popioły lotne krzemionkowe. Oprócz tego, że są one odpadem poprawiają szereg właściwości betonów takich jak m.in.: wytrzymałość mechaniczną, plastyczność, urabialność, szczelność i wpływają na poprawienie trwałości elementów betonowych. Oprócz zalet, występują również wady. Zastosowanie dodatku popiołów lotnych krzemionkowych w znacznym stopniu ogranicza przyrost wytrzymałości kompozytów betonowych w pierwszych godzinach i dniach dojrzewania.

W dysertacji przedstawiono badania i analizy betonów modyfikowanych zarówno dodatkiem popiołów lotnych krzemionkowych, jak i innowacyjną domieszką powodującą zaszczerpienie wcześniej już uwodnionych krzemianów wapnia w strukturę świeżej matrycy cementowej. Domieszka stosowana jest do przyspieszenia przyrostu wytrzymałości w betonach, jednak jej zastosowanie w przypadku betonów modyfikowanych popiołami nie zostało do końca zbadane. Autor dysertacji skupił się na poznaniu zależności oraz mechanizmów, do których zachodzi we wczesnych okresach dojrzewania zaczynów i betonów w mieszankach modyfikowanych zarówno popiołami lotnymi krzemionkowymi jak i nanodomieszką.

W ramach eksperymentów przeprowadzono następujące badania: badanie czasu wiązania, badanie skurczu reologicznego, badanie ciepła hydratacji, badanie na obecność związków soli, badanie pH, badanie mikrostruktury SEM i analizy SEM-EDS, badanie cech wytrzymałościowych zaczynów cementowych, badanie cech wytrzymałościowych betonów i określenie odporności na pękanie.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz, potwierdzono skuteczność zastosowanej nanodomieszki. Wykazano, że wpływ zastosowanej nanodomieszki jest większy w betonach zawierających dodatek popiołów lotnych krzemionkowych. Analizy chemiczne nie wykazały negatywnego wpływu na strukturę oraz trwałość (pH dojrzałego betonu). Szczegółowe analizy mikrostruktury pozwoliły na określenie wpływu zastosowanych modyfikacji, i z badaniami cech wytrzymałościowych potwierdzono, że zastosowane dodatki i domieszki mają jedynie pozytywny wpływ na cechy mechaniczne zaczynów i betonów.

ABSTRACT

Concrete technology aims to create concrete composites as balanced as possible. Balancing is understood as improving the economic and ecological conditions while obtaining the same or better parameters of the produced concrete.

Based on the analysis, it was found that balanced concrete could be obtained by using siliceous fly ashes. Apart from the fact that they are waste, they improve a lots of concrete properties, such as mechanical strength, plasticity, workability, tightness, and improve the durability of concrete elements. Besides the advantages, there are also disadvantages. The use of siliceous fly ashes significantly reduces the increase in strength of concrete composites in the first hours and days of curing.

The dissertation presents tests and analyzes of modified concretes both with the addition of siliceous fly ash and with an innovative admixture that causes the injection of previously hydrated calcium silicates into the structure of a fresh cement matrix. The admixture is used to accelerate the strength growth in concrete, but its use in the case of ash-modified concrete has not been fully researched. The author of the dissertation focused on understanding the dependencies and mechanisms that occur in the early curing of cement pastes and concretes in mixtures modified with both siliceous fly ash and nanoadmixture.

As part of the experiments, the following tests were carried out: test of setting time, test of rheological shrinkage, test of hydration heat, test of salt compounds, pH test, test of SEM microstructure and SEM-EDS analysis, test of strength properties of cement pastes, test of concrete strength properties and determination of resistance for cracking.

According to conducted research and analyzes, the effectiveness of the applied nanoparticles was confirmed. It has been shown that the influence of the applied nanoadmixture is greater in concretes containing the addition of siliceous fly ashes. Chemical analyzes did not show any negative impact on the structure and durability (pH level of concrete). Detailed analyzes of the microstructure allowed to determine the influence of the applied modifications, and the strength properties tests confirmed that the additives and admixtures had a positive effect on the mechanical properties of the pastes and concretes.