

## STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Autor rozprawy: **mgr inż. Jarosław Strzałkowski**

Promotor: **prof. dr hab. inż. Halina Garbalińska**

Temat rozprawy: **Modyfikacja kompozytów betonowych pod względem izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości**

Zaostrzone przepisy Warunków Technicznych obowiązujące od 1 stycznia 2018 r. narzucają dalszą radykalizację działań w zakresie oszczędności energii w budynkach, które w bliskiej perspektywie mają być projektowane w standardzie niemal zeroenergetycznym. Podejmowane działania wynikają z konieczności ograniczenia zużycia energii zarówno przez budynki, jak i przemysł budowlany. Z jednej strony zachodzi potrzeba ograniczenia do minimum strat ciepłych (dzięki zastosowaniu przegród zewnętrznych o znakomitej izolacyjności), z drugiej strony konieczność poprawy zdolności do akumulowania ciepła (dzięki zastosowaniu w przegrodach materiałów o wysokim ciepłe właściwym). Powszechnie uznaje się te wymagania za rozbieżne – tym bardziej, gdy stawia się przegrodom jeszcze dodatkowe wymagania wytrzymałościowe.

Przeprowadzone w ramach rozprawy doktorskiej badania poświęcono poszukiwaniu skutecznych metod modyfikacji składu kompozytów betonowych w celu poprawy ich pojemności i izolacyjności cieplnej, ale także zapewnienia wymaganej wytrzymałości. Założono, że program badawczy będzie obejmował trzy zasadnicze grupy kompozytów betonowych, wykonane na trzech różnych kruszywach grubych. Pierwsza grupa mieszanek wykonana została na kruszywie kamiennym. W drugiej grupie mieszanek zastosowano lekkie kruszywo popiołoporytowe. Natomiast mieszanki z trzeciej grupy wykonane zostały na bazie keramzytu.

W rozprawie doktorskiej przewidziano przebadanie szerokiej palety kompozytów betonowych skrajnie zróżnicowanych składem, ale też i technologią wykonania. Stąd w programie przewidziano wprowadzenie do mieszanek zarówno suchego, nasyconego wodą, jak również specyficznym przygotowanego pod względem wilgotnościowym kruszywa lekkiego o ziarnach w jądrze nasyconych wodą i suchych strefach przypowierzchniowych, w które wnika zaczyn cementowy, zapewniając dobre spójenie tych dwóch komponentów.

W przypadku kruszywa kamiennego, jak i obydwu kruszyw lekkich założono przetestowanie różnych wariantów mieszanek – o matrycy nienapowietrzanej oraz napowietrzanej w wyniku wprowadzenia do świeżej mieszanki odpowiednio dobranej domieszki napowietrzającej lub zastosowania proszku aluminium. Dodatkowo w grupie mieszanek na kruszywie kamiennym przewidziano ich dogęszczenie pyłami krzemionkowymi. Ponadto założono przetestowanie mieszanki z dodatkiem grafitu płatkowego, który charakteryzuje się dobrą akumulacyjnością, ale też wysoką przewodnością cieplną.

Z kolei w przypadku kompozytów na kruszywach lekkich podjęto decyzję o dodatkowym zwiększeniu ich porowatości poprzez dodatek granulatu wykonanego z aerożelu, który wykazuje bardzo niskie przewodnictwo cieplne.

W efekcie program badawczy objął dwadzieścia jeden kompozytów betonowych, zróżnicowanych rodzajem zastosowanego kruszywa i sposobem jego przygotowania do badań oraz alternatywnie wprowadzanymi domieszkami (napowietrzającą i upłynniającą) oraz dodatkami (pyły krzemionkowe, granulatu aerożelowy, grafit, proszek aluminium). Nie różnicowano natomiast cementu, z uwagi na jego niewielki wpływ na akumulacyjność i izolacyjność cieplną kompozytu betonowego.

Wykonane w ramach rozprawy badania objęły swoim zakresem wstępne prace diagnostyczne i przygotowawcze, systematycznie prowadzone w trakcie pierwszego roku dojrzewania (i wysychania) pomiary współczynnika przewodzenia ciepła i objętościowego ciepła właściwego oraz pomiary wytrzymałości na ściskanie, a także badania parametrów mikrostrukturalnych, w których wykorzystane zostały różne techniki – porozymetria optyczna, porozymetria rtęciowa, analiza SEM i EDS.

Dodatkowo wykonano badania niestacjonarnych procesów cieplnych, wskazujących na dużą rozpiętość wyników (jakościową i ilościową) w dynamicznych reakcjach testowanych 21 kompozytów na skokową zmianę temperatury otoczenia. Spuentowaniem przeprowadzonych badań laboratoryjnych były obliczenia dynamicznych charakterystyk cieplnych odniesione do konkretnych przegród, wymodelowanych w taki sposób, aby warstwa konstrukcyjna była wykonana z każdego kompozytu o przebadanych wcześniej parametrach. W ramach rozprawy przewidziano także opracowanie zależności wiążących ze sobą poszczególne badane parametry.

Celem badań było uzyskanie obszernych zbiorów danych nt. poszczególnych właściwości, dowodzących ze przyjęte w programie modyfikacje struktury wewnętrznej zaprojektowanych

kompozytów bardzo silnie różnicowały wartości przewodności cieplnej i ciepła właściwego oraz wytrzymałości na ściskanie, dając możliwość wyboru najkorzystniejszego rozwiązania z uwagi na perspektywiczne zastosowanie danego kompozytu.

Uzyskane wyniki służyć mają efektywniejszemu określeniu rodzaju, ilości i wzajemnych proporcji poszczególnych składników w odniesieniu do kompozytu betonowego, któremu stawia się określone wymagania cieplne i wytrzymałościowe, uwzględniające specyfikę przewidywanych warunków eksploatacyjnych.

28.06.2010 r. Jarosław Strzałkowski