

WPŁYW TEMPERATUR POŻAROWYCH NA WYBRANE PARAMETRY STRUKTURY BETONÓW

Streszczenie

W pracy zaprezentowano badania i ocenę wybranych parametrów struktury betonu oraz zależności krytycznego współczynnika intensywności naprężeń wg I Modelu pęknięcia (K_{IC}) od zaawansowania procesów destrukcyjnych w zacczynie, zaprawie i betonie cementowym powstałych wskutek działania temperatur pożarowych.

W rozdziale 1 opisano ogólną charakterystykę betonu, jako jednego z podstawowych materiałów konstrukcyjnych stosowanych aktualnie w budownictwie oraz różne podejścia badaczy do opisu zagadnień związanych z tym kompozytem w ciągu minionych dziesięcioleci. Następnie sformułowano problem naukowy i zakres pracy oraz jej praktyczną przydatność.

Rozdział 2 na podstawie literatury polskiej i zagranicznej syntetyzuje aktualny stan wiedzy dotyczący zarówno właściwości kompozytów cementowych jak i teoretycznych zagadnień mechaniki pęknięcia oraz jej zastosowania w przypadku tych materiałów. Omawia również stosowane procedury badawcze, kształty używanych próbek a także wpływ wysokich temperatur pożarowych na właściwości kompozytów cementowych oraz ich pęknięcie.

W rozdziale 3 przedstawiono cel badań, gdzie wskazano, że destrukcje wpływają na właściwości fizyko-mechaniczne zacczynu, zaprawy i betonu, a ich wielkość może być oceniana za pomocą współczynnika intensywności naprężeń. Podano ogólny opis badań własnych: przedstawiono wymiary badanych próbek, skład ich mieszanek oraz opis przyrządów pomiarowych i procedur przebiegu badań.

Rozdział 4 zawiera zestawienia podstawowych cech fizycznych badanych materiałów oraz próbę określenia zależności współczynnika intensywności naprężeń od porowatości i badania struktury na poziomie makro. Obejmuje też analizę struktury badanych kompozytów na podstawie zdjęć wykonanych za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM). Ponadto zamieszczono analizy i wyniki badań odkształceń i dynamicznego modułu sprężystości betonu, zacczynu i zaprawy w zależności od wzrostu temperatury.

W rozdziale 5 omówiono badania własne betonu i ich wyniki w postaciach tabelarycznych i wykresów. Sprecyzowano cel badań: ustalenie wpływu wysokich temperatur, występujących w czasie pożaru, na właściwości fizyko-mechaniczne betonu za pomocą współczynnika intensywności naprężeń. Badania te mogą dać pogląd na zachowanie się betonu w warunkach

pożaru. Podano w nim uzasadnienie wymiarów próbek stosowanych w badaniach własnych. Rozdział zawiera wyniki badań ubytków masy próbek betonu i zmian ich objętości wskutek działania temperatur pożarowych, wartości współczynnika intensywności naprężeń i jego zależności od wskaźnika w/c, wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie przy rozłupywaniu oraz temperatury.

W rozdziałach 6 i 7 przedstawiono badania własne i ich wyniki odpowiednio: zaczynu cementowego i zaprawy w układzie identycznym jak betonu w rozdziale 5.

W rozdziale 8 porównano zależności współczynnika intensywności naprężeń K_{IC} od temperatury betonu, zaczynu i zaprawy; zamieszczono wykresy, na których zaprezentowano te relacje. Wykresy zawierają bardzo interesujące informacje: różnice spadku współczynnika K_{IC} poszczególnych kompozytów w zależności od temperatury.

Rozdział 9 to podsumowanie pracy, w którym ujęto wszystkie zagadnienia wynikające z badań własnych.

Na podstawie przeprowadzonych analiz oryginalnych wyników badań własnych w 10 rozdziale sformułowano wnioski końcowe, z których najważniejszy to konieczność określenia kierunków dalszych badań w celu opracowania wytycznych uwzględniających praktyczne zastosowanie mechaniki pękania w projektowaniu konstrukcji betonowych w warunkach pożarowych.

Summary

This paper presents the studies and assessment of selected parameters of concrete structure and the relationship of the critical stress intensity factor according to the I fracture Model (K_{IC}) from the progress of destructive processes in the paste, mortar and cement concrete created by the fire temperatures.

Chapter 1 describes the general characteristics of the concrete, as one of the basic structural materials currently used in the construction industry and the different approaches researchers to describe the issues associated with the composite over the past decades. Then the scientific problem, the scope of work and its practical usefulness are formulated.

Chapter 2, based on Polish and foreign literature synthesizes the present state of knowledge of both the properties of cement composites and theoretical aspects of fracture mechanics and its application in the case of these materials. The applied research procedures, the forms of the samples used, as well as the effect of high fire temperatures on the properties of cement composites and their cracking are also discussed.

In Chapter 3, “Own research” presents the purpose of the research, which indicated that destructions influences the physico-mechanical properties of paste, mortar and concrete, and their size can be evaluated by the stress intensity factor. Given a general description of own research: shows the dimensions of the samples tested, the composition of the mixtures and the description of measuring instruments and procedures for the tests.

Chapter 4 contains a list of the main physical characteristics of the materials tested and attempt to determine the relationship of the stress intensity factor on porosity and structure study at macro level. It also includes an analysis of the structure of the studied composites based on images made using scanning electron microscope (SEM). In addition, analyzes and results of deformations tests and dynamic modulus of elasticity of concrete, paste and mortar are also presented, depending on the temperature increase.

Chapter 5 discusses own research of the concrete and their results in tabular forms and charts. Clarifies the purpose of research: to determine the effect of high temperatures that occurring during a fire on the physico-mechanical properties of concrete by means of a stress intensity factor. These studies may give an opinion of the behavior of concrete in fire conditions. Given a justification for the dimensions of the samples used in the own research.

This chapter contains the results of the research on mass loss of concrete samples and their volume changes due to fire temperatures, values of the stress intensity factor and its relationship on the ratio w/c, compressive strength and tensile strength by splitting and temperature.

In chapters 6 and 7 present own research and their results respectively paste cement and mortar in a system identical to that of concrete in Chapter 5.

In Chapter 8 compared relationships on the stress intensity factor K_{IC} from the temperature of the concrete, paste and mortar, contains charts, which presents these relationships. The charts contain very interesting informations: the differences of decrease of factor K_{IC} of each with composites depending on the temperature.

Chapter 9 is a summary of the work, which covers all issues resulting from own research.

Based on the analysis of original own research results in Chapter 10, the final conclusions were formulated, the most important of which is the need to determine the directions of further research in order to develop preparation of standards that take into account the practical application of fracture mechanics in the design of concrete structures in fire conditions.

Резюме

В этой работе представлено исследование и оценку избранных параметров структуры бетона и зависимости критического коэффициента интенсивности напряжений по I Модели трескания (K_{IC}) от прогресса деструктивных процессов в замеси, растворе и цементном бетоне образовавшихся вследствие действия пожарных температур.

В главе 1 описано общую характеристику бетона, как одного из основных конструктивных материалов используемых актуально в строительстве. и разные подходы исследователей к описанию вопросов связанных с этим композитом в течение прошедших десятилетий. Затем сформулировано научную проблему, объём работы и её практическую пригодность.

Раздел 2 на основе польской и зарубежной литературы синтезирует актуальное состояние знаний касающихся как особенностей цементных композитов так и теоретических вопросов механики разрушения и её использования по отношению к этим материалам. Обсуждено также применяемые исследовательские процедуры, формы использованных образцов, а также влияние высоких пожарных температур на свойства цементных композитов и их трескание.

В главе 3 „Собственные исследования” представлено цель исследований. показано, что деструкции влияют на физико-механические свойства замеси, раствора и бетона, а их величину можно оценить при помощи коэффициента интенсивности напряжений. Дано общее описание собственных исследований: показано размеры исследуемых образцов, состояние их смесей и описание измерительных приборов и процедур для проведения исследований.

Раздел 4 содержит сопоставление основных физических характеристик исследуемых материалов и попытку определить зависимость коэффициента интенсивности напряжений от пористости и исследования структуры на уровне макро. Обнимают тоже анализ структуры исследуемых композитов на основе фотографий, сделанных при помощи сканирового электронного микроскопа (СЭМ). Кроме того приведён анализ и результаты исследований деформаций и динамического модуля упругости бетона, цементной замеси и строительного раствора, в зависимости от повышения температуры.

В главе 5 обсуждено собственные исследования бетона и их результаты в виде графиков и табличных форм. Показано цель исследований: определение влияния

высоких температур, выступающих во время пожара, на физико-механические свойства бетона при помощи коэффициента интенсивности напряжений. Эти исследования могут дать взгляд на поведение бетона в условиях пожара. Дано обоснование размеров образцов применяемых в собственных исследованиях. Эта глава содержит результаты исследований убылей массы образцов бетона и изменений их объёма вследствие действия пожарных температур, прочности на сжатие и растяжение, величину коэффициента интенсивности напряжений и его зависимости от показателя v/c , прочности на сжатие и растяжение при раскалывании и температуры.

В идентичной системе как для бетона в главах 6 и 7 представлено собственные исследования и их результаты для цементной замеси и раствора.

В главе 8 сравнено тоже зависимости коэффициента интенсивности напряжений K_{IC} от температуры бетона, цементной замеси и строительного раствора. Помещено графики, на которых показаны эти соотношения. Диаграммы содержат очень интересные информации: понижение показателей отдельных композитов K_{IC} в зависимости от температуры.

В выводе работы (Глава 9) включено все вопросы вытекающие из собственных исследований.

На основе проведённых анализов оригинальных результатов собственных исследований в 10 главе сформулировано окончательные выводы, из которых самый важный это необходимость определения направлений дальнейших исследований для обработки директивов учитывающих практическое использование механики разрушения в проектировании бетонных конструкций в пожарных условиях.