

mgr inż. Katarzyna Kubicka

Wydział Budownictwa i Architektury

Politechnika Świętokrzyska

Ocena bezpieczeństwa pożarowego stalowych konstrukcji kratowych w ujęciu probabilistycznym

Streszczenie

Przedmiotem rozważań pracy jest ocena bezpieczeństwa pożarowego stalowych konstrukcji kratowych w ujęciu probabilistycznym. W rozprawie doktorskiej sprawdzono: wpływ opisu krzywych pożarowych na przyrost temperatury w stalowych elementach konstrukcji, wpływ rodzaju i grubości izolacji ogniochronnej na odpowiedź termiczną i mechaniczną konstrukcji w warunkach pożaru oraz wpływ blokady swobodnych odkształceń termicznych na odpowiedź mechaniczną konstrukcji w warunkach pożaru.

Zasadniczą częścią rozprawy jest ocena możliwości oszacowania bezpieczeństwa pożarowego stalowych konstrukcji kratowych, przy wykorzystaniu metod aproksymacyjnych (FORM/SORM), symulacyjnych (Monte Carlo, Importance Sampling) oraz systemowej analizy niezawodnościowej.

Podstawową metodą badawczą z grupy metod aproksymacyjno-symulacyjnych była metoda FORM. Jako miarę niezawodności przyjęto wskaźnik niezawodności Hasofer-Linda, wyznaczany przy użyciu iteracyjnej procedury Rackwitz-Fiesslera. W celu weryfikacji poprawności obliczeń wyniki porównano z rezultatami otrzymanym przy zastosowaniu metody SORM oraz metod symulacyjnych: Monte Carlo i Importance Sampling. Obliczenia wskaźnika niezawodności przy wykorzystaniu powyższych metod wykonano stosując program Numpress Explore, opracowany w IPPT PAN. Funkcje graniczne przyjęte do przeprowadzenia poszczególnych analiz każdorazowo były niejawne, w związku z czym zaistniała konieczność zastosowania zewnętrznej procedury numerycznej, wykorzystującej MES. W tym celu został wykorzystany program MES3D, rozszerzony o analizę pożarową, co umożliwiło monitorowanie wskaźnika niezawodności w poszczególnych minutach trwania pożaru. Efektywność poszczególnych metod była sprawdzana poprzez kontrolowanie czasu potrzebnego na wykonanie kolejnych analiz.

W ramach realizacji przykładów przy wykorzystaniu analizy systemowej zbadano konstrukcje o schematach statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. W przypadku konstrukcji pierwszego typu zastosowano system szeregowy, natomiast konstrukcje statycznie niewyznaczalne wymagają określenia systemu mieszanego poprzez zdefiniowanie odpowiednich kinematycznie dopuszczalnych mechanizmów zniszczenia (KDMZ). Zadanie to zostało zrealizowane poprzez analizę spektralną macierzy sztywności. Dodatkowo sprawdzano czas trwania poszczególnych analiz, co pozwoliło ocenić efektywność zastosowanej metody. Otrzymane wyniki pozwalały na określenie odpowiednich struktur niezawodnościowych, umożliwiających oszacowanie niezawodności konstrukcji.

Kubicka

mgr inż. Katarzyna Kubička
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Świętokrzyska

Probabilistic assessment of fire safety of steel trusses

Summary

The subject of this dissertation is the probabilistic assessment of fire safety of steel trusses. The following issues were analysed: the influence of fire curves description on the increment of steel elements' temperature, the influence of type and thickness of fire insulation on thermal and mechanical response of structures under fire and the influence of free thermal strain blockade on mechanical response of the structure under fire.

The assessment of the possibility of steel trusses' fire safety evaluation using approximation (FORM/SORM), simulation (Monte Carlo, Importance Sampling) and system reliability analysis methods is the principal part of the study.

FORM was the basic method from the approximation-simulation group. The Hasofer-Lind reliability index, determined using Rackwitz-Fiessler procedure, was used as the reliability measure. In order to verify the correctness of calculations, the results were compared with the values estimated using SORM and simulation methods: Monte Carlo and Importance Sampling. The Numpress Explore program, developed by IPPT PAN, was used to calculate reliability index using the methods above. The boundary function adopted for analyses was implicit each time, which generated the need to use an external FE numerical procedure. The program MES3D, extended to cover fire analysis, was used for this purpose, which enabled the monitoring of reliability index in the individual minutes of fire duration. The effectiveness of each method was checked by controlling the time of consecutive analyses.

During realization of examples with system analyses, the structures with statically determinate and indeterminate scheme were checked. For the first type structures, the series system was adopted, but statically indeterminate structures need the determination of mixed system by definition of appropriate kinematically admissible failure mechanisms (KAFM). This task was realized by the spectral analysis of stiffness matrix. Additionally, the time of each analysis was checked, enabling the assessment of the method effectiveness. The results allowed defining appropriate reliability frameworks and evaluation of the reliability of structures.

Kubička