

STRESZCZENIE

Praca doktorska dotyczy zagadnienia oceny odporności ogniowej wielkogabarytowych obiektów halowych o konstrukcji stalowej. Celami pracy są weryfikacja dostępnych metod oceny bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji budowlanych, ocena możliwości praktycznego zastosowania zaawansowanych metod wyznaczania odporności ogniowej, wskazanie kluczowych czynników determinujących rozwój pożaru oraz wskazanie zalecanych strategii bezpieczeństwa pożarowego dla rozpatrywanej kategorii obiektów. Na potrzeby pracy sformułowano dwie tezy główne: *"Ocena odporności ogniowej ustrojów nośnych wielkogabarytowych hal stalowych wymaga zastosowania zaawansowanych metod obliczeniowych wykorzystujących modele obliczeniowej mechaniki płynów oraz modele jedno- i dwustrefowe"* oraz *"Alternatywą wobec zaawansowanych metod oceny odporności ogniowej wielkogabarytowych hal stalowych są kosztowne i dyskusyjne zabezpieczenia ogniochronne elementów stalowych wyznaczone za pomocą krzywej standardowej i metody temperatury krytycznej"*. Praktycznym efektem przeprowadzonych badań jest sformułowanie zaleceń w zakresie modelowania komputerowego rozwoju pożaru oraz odpowiedzi mechanicznej konstrukcji, które mogą stanowić podstawę do opracowania załącznika krajowego do kolejnej edycji norm PN-EN 1991-1-2 i PN-EN 1993-1-2. Tezy pracy, jej cele oraz zakres podano w rozdziale 1. W rozdziale tym omówiono także aktualny stan wiedzy w zakresie bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji stalowych.

W rozdziale 2 dokonano przeglądu dostępnych analitycznych oraz zaawansowanych modeli pożaru. Koncentrowano się na tych spośród modeli, które mogą mieć praktyczne zastosowanie w odniesieniu do rozpatrywanej kategorii obiektów. Szczególną uwagę poświęcono analitycznym modelom pożaru lokalnego, modelom jedno- i dwustrefowemu oraz modelom obliczeniowej mechaniki płynów. Omówiono założenia poszczególnych modeli, a także zjawiska fizyczne zachodzące podczas pożaru oraz fazy jego rozwoju. W rozdziale 2 podano również zebrane przez autora szczególnie wartościowe, niezbędne do komputerowego modelowania rozwoju pożaru, dane takie jak przykładowo maksymalne moce pożaru lokalnego w zależności od sposobu użytkowania danego pomieszczenia czy wartości temperatury zapłonu składowanych materiałów. Omówiono wybrane praktyczne zagadnienia związane z opracowaniem modeli w stosowanych w ramach pracy doktorskiej programach Fire Dynamics Simulator oraz OZone.

Najistotniejszym fragmentem pracy są rozdziały 3 i 4 w których przedstawiono wyniki własnych symulacji komputerowych dotyczących rozwoju pożaru oraz modelowania odpowiedzi mechanicznej konstrukcji. W rozdziale 3 omówiono rezultaty walidacji stosowanego oprogramowania Fire Dynamics Simulator i OZone w odniesieniu do wyników eksperymentu w skali naturalnej. Następnie zaprezentowano wyniki własnych symulacji komputerowych dla różnego rodzaju obiektów halowych. Rozpatrywano pożary lokalne o z góry określonej maksymalnej mocy oraz pożary lokalne z możliwością dalszego zapłonu składowanego paliwa. Dokonano porównania rezultatów otrzymanych za pomocą metod analitycznych i modeli numerycznych. W efekcie przeprowadzonych symulacji wskazano kluczowe czynniki determinujące rozwój pożaru w obiektach wielkogabarytowych takie jak przykładowo początkowa moc pożaru, gęstość obciążenia ogniowego, wysokość składowania paliwa, geometrię obiektu oraz warunki wentylacji. Przeanalizowano także zagadnienia związane z rozkładem temperatury oraz ilością dostępnego tlenu.

W rozdziale 4 omówiono rezultaty analizy odporności ogniowej trzech różnych obiektów wielkogabarytowych to jest obiektu przemysłowego, obiektu magazynowego oraz hali sportowej. W obliczeniach stosowano programy Safir, Elefir oraz własne arkusze kalkulacyjne. W przypadku programu Safir dokonano jego walidacji względem wyników badań eksperymentalnych. Przedstawiono wartości odporności ogniowej oszacowane za pomocą metod o różnym stopniu skomplikowania. Rozpatrywano kompletne modele konstrukcji oraz modele wydzielonych fragmentów konstrukcji, ogrzewanych równomiernie i nierównomiernie. Omówiono także wpływ impefekcji, przyjętych warunków brzegowych, zmiany wartości sił wewnętrznych oraz fazy pracy konstrukcji w warunkach ekspozycji pożarowej. Zaprezentowano potencjalne modele zniszczenia, które porównano z zaobserwowanymi skutkami rzeczywistych incydentów pożarowych. Wykazano, że za pomocą zastosowania zaawansowanych metod oceny odporności ogniowej możliwa jest rezygnacja lub ograniczenie kosztownych izolacji ogniochronnych. Poruszono kwestię modelowania przekrojów różnych klas w rozumieniu PN-EN 1993-1-1, ze szczególnym uwzględnieniem przekrojów klasy 4.

W rozdziale 5 przedstawiono wnioski z przeprowadzonych badań oraz ich dalsze proponowane kierunki. W rozdziale 6 zestawiono zalecenie projektowe w zakresie oceny bezpieczeństwa pożarowego wielkogabarytowych obiektów halowych. Następnie przedstawiono spis literatury. W załącznikach nr 1 i nr 2 umieszczono kody plików tekstowych programów Fire Dynamics Simulator i Safir dla wybranych przykładów przedstawionych w ramach pracy doktorskiej.