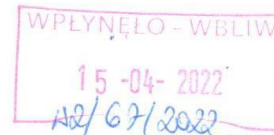


Politechnika Wroclawska
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Katedra Budownictwa Ogólnego

MGR INŻ. PAWEŁ NOSZCZYK



LOKALIZACJA WTRĄCEŃ MATERIAŁOWYCH W WYBRANYCH PRZEGRODACH BUDOWLANYCH ZA POMOCĄ TERMOGRAFII AKTYWNEJ

Promotor: prof. dr hab. inż. Henryk Nowak

Streszczenie

W praktyce inżynierskiej często zachodzi potrzeba analizy struktury materiałowej elementów istniejących. W budownictwie, za pomocą różnych technik pomiarowych określa się np. rozstaw i rodzaj zbrojenia w elementach żelbetowych, miejsca występowania pustek powietrznych, defektów i wtrąceń materiałowych. Uogólniając, określa się wewnętrzną strukturę badanych elementów. W rozprawie doktorskiej podjęto temat lokalizowania wtrąceń materiałowych w wybranych elementach budowlanych z zastosowaniem termowizji aktywnej, która należy do nieniszczących metod badawczych.

W pracy usystematyzowano aktualny stan wiedzy z podziałem na krajowe i zagraniczne źródła literaturowe. Krytyczną analizę literatury dokonano na podstawie ponad 200 opracowań naukowych i na jej podstawie określono 14 nierozwiązanych dotąd zagadnień w poruszanej tematyce badawczej i postawiono 5 tez naukowych.

Głównym celem wykonywanych badań była lokalizacja wtrąceń materiałowych w elementach i przegrodach budowlanych, których grubości wynosiły co najmniej kilka centymetrów. Lokalizacja wtrąceń polegała na wyznaczeniu ich głębokości zalegania pod badaną powierzchnią oraz szerokości tych wtrąceń jedynie na podstawie analizy cyklicznie rejestrowanych termogramów w fazie stygnięcia tych elementów po ich wcześniejszym ogrzaniu długim impulsem cieplnym. Dodatkowymi celami pracy była analiza wpływu odległości źródła ciepła od badanego elementu, jego mocy, czasu nagrzewu, rodzaju materiału jednorodnego oraz rodzaju materiału wtrącenia na możliwość lokalizacji tych wtrąceń.

Rozprawa zawiera opis teoretycznych aspektów prowadzenia badań metodą termowizji aktywnej. Przedstawiono w niej podstawy teoretyczne związane z przepływem ciepła (analiza 20 wzorów), pomiarem termowizyjnym (metodyka pomiaru i jego rodzaje) oraz analizie przetwarzania obrazu termowizyjnego (opis 8 kontrastów termicznych).

Badania doświadczalne wykonano na modelach ściany szkieletowej z płyty OSB i płyty GK z zamodelowanymi wewnątrz jednocześnie 3 rodzajami prostopadłościennych

wtrąceń materiałowych (styropian, granit oraz stal), dodatkowo w pracy przebadano słupy żelbetowe umieszczone w płaszczyźnie ściany murowanej z bloczków z betonu komórkowego, gdzie lokalizowanym wtręceniem były pręty zbrojenia głównego wewnątrz słupów. Średnice prętów pod otuliną grubości 26 mm wynosiły 12, 16, 20 i 25 mm. W rozprawie doktorskiej przeprowadzono również badania terenowe lokalizacji konstrukcji drewnianej w ścianie szachulcowej zabytkowego kościoła. Łącznie wykonywano na 3 stanowiskach badawczych laboratoryjnych i jednym stanowisku terenowym 21 wariantów pomiarowych.

W pracy przedstawiono metodykę rozwiązania geometrycznych odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła. Do obliczania głębokości zalegania wtręcenia materiałowego zaproponowano zmodyfikowaną metodę Echo Defect Shape, która polegała na analizie kontaktu bieżącego, natomiast do określania szerokości wtręcenia zastosowano autorską metodę analizy profilu temperatury, która polegała na wyznaczeniu funkcji wielomianowej profilu temperatury zaburzonego wtręceniem, wyznaczeniu ekstremów tej funkcji i na tej podstawie geometrycznym wyznaczeniu szerokości wtręcenia. W pracy przeanalizowano również wpływ warunków pobudzenia cieplnego (jego czas działania, moc i odległość od ogrzewanej powierzchni) i rodzaju użytych materiałów badanych elementów oraz wtrąceń na możliwości lokalizacji tych wtrąceń materiałowych. Wyznaczone parametry lokalizacyjne porównano z wartościami rzeczywistymi i oceniono otrzymane rozwiązanie obliczając błąd względny wyznaczenia głębokości zalegania i szerokości wtrąceń materiałowych.

Na podstawie wykonanych badań doświadczalnych stwierdzono, że dla przedstawionej metodyki badawczej czas nagrzewu i jego odległość od ogrzewanej powierzchni nie wpływały znacząco na otrzymywane wyniki lokalizacji defektów; w przypadku elementów żelbetowych o dużej masie termicznej moc nagrzewu wpływa na szacowane średnice zbrojenia głównego, podobnie jak rodzaj materiału bazowego i materiału wtręcenia wpływa na możliwość detekcji wtrąceń materiałowych w postaci styropianu, granitu i stali w lekkich ścianach szkieletowych.

Uogólniając nieniszczące badania z wykorzystaniem termowizji aktywnej umożliwiają lokalizację defektów w postaci wtrąceń materiałowych w lekkich szkieletowych przegrodach budowlanych z okładziną wykonaną z płyt OSB i płyt GK. Wtręcenia o wymiarze ponad 100 mm szerokości mogą być lokalizowane zarówno pod względem głębokości zalegania jak i ich wielkości. Termowizja aktywna z długim pobudzeniem promiennikiem podczerwieni może być również z powodzeniem stosowana do lokalizacji zbrojenia w elementach żelbetowych.

W podsumowaniu rozprawy doktorskiej sformułowano 7 wniosków ogólnych i 17 wniosków szczegółowych potwierdzających w całości lub częściowo postawione tezy, określono zakres stosowania otrzymanych wyników badań, ograniczenia przedstawionej metodyki badawczej oraz wskazano możliwe dalsze kierunki badań nad poruszaną tematyką.

Paweł Noszyk