

STRESZCZENIE

Tytuł:

Wykorzystanie wybranych tkanin technicznych na bazie włókna szklanego do zabezpieczenia elementów z drewna litego iglastego w warunkach pożaru

Streszczenie:

Rosnące zainteresowanie drewnem jako materiałem konstrukcyjnym, budownictwo energooszczędne, presja klimatyczna na materiały o niskim śladzie węglowym, kontrastuje z utrzymującą się luką w dostępności skutecznych metod biernej ochrony pożarowej dla obiektów o złożonej geometrii lub podlegających rygorom konserwatorskim. Klasyczne technologie (okładziny płytowe, masy natryskowe, farby pęczniące, impregnacja) zawodzą, zwłaszcza w historycznych więźbach i stropach otwartych tam, gdzie ingerencja w substancję zabytkową jest wykluczona, a ryzyko pożarowe bywa najwyższe.

Systematyczna kwerenda piśmiennictwa wykazała brak szczegółowych badań dotyczących wykorzystania tkaniny technicznej na bazie włókna szklanego, stosowanej jako samodzielna zewnętrzna przegroda termiczna na nośnym elemencie z drewna litego iglastego w warunkach pożaru wewnętrznego. Materiał od lat sprawdzony w kurtynach, kocach gaśniczych i odzieży ochronnej, nie był dotychczas oceniany w tej roli, co stanowi precyzyjnie zlokalizowaną lukę badawczą i uzasadnienie podjęcia tematu.

Praca opiera się na autorskim, trójpoziomowym programie eksperymentalnym. Na poziomie laboratoryjnym, zaprojektowano i wykonano dwa stanowiska badawcze: z zestawem promienników podczerwieni (ekspozycja radiacyjna) oraz z palnikiem gazowym wspomagany promiennikami (ekspozycja kombinowana). Próbkę z drewna litego iglastego, osłaniano czterema wariantami tkanin: (A) modyfikacja wermikulitowa, (B) powłoka aluminiowa jednostronna, (C) tkanina szklana ECTS 530 g/m², (D) tkanina szklana 560 g/m², każdorazowo z próbką świadkiem jako odniesieniem. Na poziomie poligonowym zrealizowano pełnoskalową próbę pożarową, mającą na celu potwierdzić wyniki laboratoryjne i przydatność badanych materiałów do ochrony elementów drewnianych. Trzecim poziomem jest opracowanie modelu komputerowego, analiza CFD w środowisku FDS/PyroSim, pełniącą rolę walidacyjną i porównawczą.

Każdy wariant tkaniny skutecznie zredukował głębokość zwęglenia w obu skalach: 45 - 60% w laboratorium i 23 - 43% w skali poligonowej. Wartości bezwzględne po 30 - minutowej ekspozycji poligonowej: świadek 23,6 mm, wermikulit 15,9 mm, kocówka, 13,5 mm, aluminium 18,2 mm. Mechanizm ochrony ma charakter wieloskładnikowy: tkanina jednocześnie tłumi strumień promieniowania, ogranicza dostęp tlenu do warstwy pirolizującej i hamuje migrację gazów pożarowych, zachowując integralność przez pierwsze 12 - 20 minut w zależności od wariantu.

Hierarchia skuteczności jest spójna między skalami - wermikulit i „kocówka” wypadają najlepiej w długiej ekspozycji, powłoka aluminiowa dominuje w fazie wstępnej, lecz jej efektywność istotnie spada po degradacji mechanicznej powłoki ok. 12 minuty. Tkaniny o wyższej gramaturze bez modyfikacji powierzchniowej, wykazują największą ciągłość mechaniczną w czasie. Wyniki laboratoryjne mają potwierdzoną moc predykcyjną w zakresie rankingu materiałów; bezwzględne wartości głębokości zwęglenia wymagają korekty eksperymentalnym współczynnikiem skalującym przy przejściu do skali rzeczywistej.

Wykorzystane tkaniny skutecznie opóźniają zwęglenie, co zostało potwierdzone w obu skalach eksperymentalnych. Udowodniono również, przydatność jako rozwiązania zamiennego: przesłanki techniczne są spełnione, jednak ścieżka certyfikacyjna pozostaje warunkiem wdrożenia jako rozwiązania typowego.

Z praktycznego punktu widzenia tkaniny techniczne otwierają dwie ścieżki aplikacyjne dotychczas pozbawione narzędzia: ochronę obiektów zabytkowych (montaż odwracalny, brak ingerencji w substancję historyczną, adaptacja do skomplikowanych geometrii) oraz zabezpieczenie tymczasowe w fazie prac remontowo-budowlanych (możliwe do wprowadzenia w dokumentacji wykonawczej i planie BiOZ, bez konieczności certyfikacji jako rozwiązanie docelowe). Dalsze badania powinny obejmować próby pod obciążeniem mechanicznym, wydłużoną ekspozycję termiczną, analizę trwałości eksploatacyjnej oraz rozszerzenie zakresu materiałowego o drewno liściaste i drewno inżynierskie (CLT, LVL).