



www.lech-bud.org

Odporność ogniowa ścian i stropów szkieletowych

Stosunkowo mało nagromadzono dotychczas doświadczenia w Polsce w odniesieniu do zachowania się budynków szkieletowych w pożarze. Budownictwo szkieletowe zdobywa sobie dopiero popularność i dla dalszego pomyślnego rozwoju konieczna jest rzetelna informacja o bezpieczeństwie pożarowym tego typu budownictwa. Historyczne doświadczenia z tradycyjnym budownictwem drewnianym rzutują negatywnie na poglądy o budownictwie szkieletowym i mogą szkodzić w akceptacji przez potencjalnych nabywców oraz organów kontrolnych. Zasadnicza różnica budownictwa szkieletowego (o szkielecie drewnianym) w stosunku do tradycyjnego budownictwa drewnianego, jest użycie płyt kartonowo-gipsowych jako poszycie i zabezpieczenie elementów szkieletu przed potencjalnymi źródłami ognia wewnątrz budynku. Zabezpieczenie to znacznie opóźnia działanie ognia na te elementy i powoduje, że w pierwszym okresie pożaru (typowo około pół godziny) rozwój pożaru i zagrożenie dla ludzi nie różni się istotnie od warunków w budynkach murowanych.

Elementy budynku takie jak ściany nośne, działowe i stropy grają różne role w rozwoju pożaru i zabezpieczeniu przed jego skutkami. Elementy te mogą w różny sposób rozprzestrzeniać płomień (w przypadku palnych wykończeń), dostarczając mniej lub więcej paliwa, podtrzymywać obciążenia (zabezpieczając przed zawaleniem) oraz dzielić przestrzeń budynku i w ten sposób ograniczając szybkość rozprzestrzeniania się pożaru. Niniejszy artykuł zajmuje się odpornością ogniową, która jest miarą dwóch ostatnich cech - nośności w warunkach pożarowych i zdolności do separowania pomieszczeń. Odporność ogniowa jest ściśle zdefiniowana standartowym badaniem i jest mierzona czasem spełniania określonych warunków przez badany element wystawiony na działanie "standartowego" pożaru (wg normy ISO 834 lub analogicznej normy krajowej). Warunki, które musi spełniać badany element, zależą od funkcji tego elementu i mogą być jednym z poniższych lub ich kombinacją:

- nośność obciążenia,
- zachowanie spójności jako przegroda,
- izolacyjność.

Dla przykładu, od kolumn wymagana jest jedynie nośność obciążenia, podczas gdy dla stropów wymagane są wszystkie trzy warunki. Utrata nośności obciążenia związana jest ze spadkiem mechanicznej wytrzymałości na skutek podwyższonej temperatury (jak w przypadku elementów stalowych) lub niszczącej działalności ognia (zwęglanie

elementów drewnianych, łuszczenie betonu lub cegły).

Zachowanie spójności określane jest zdolnością do nieprzepuszczania płomieni lub strumieni gorących gazów przez ścianę lub strop. Izolacyjność określana jest zachowaniem temperatury powierzchni, nie wykazanej na działanie ognia, poniżej granicy określonej normą i uznanej za niższą niż wymagana do zapłonu łatwopalnych materiałów.

Spełnienie pierwszego warunku zapewnia, że przed określonym czasem (w warunkach "standardowego" pożaru) konstrukcja nie zawali się, drugiego i trzeciego - że pożar nie rozprzestrzeni się poza ścianę lub strop.

Należy mieć na uwadze, że pożar pożarowi nie równy, i że rzeczywiste pożary mogą się znacznie różnić od "standardowego", i że czas uzyskany w badaniu nie musi być identyczny z odpornością na rzeczywisty pożar. Tym niemniej, jakaś miara jest potrzebna i odporność uzyskana w badaniu jest dobrym względnym miernikiem. Znikome jest prawdopodobieństwo, że np. ściana A, wykazująca wyższą odporność ogniową od ściany B, zawiedzie wcześniej w rzeczywistym pożarze niż ściana B.

Rola płyty gipsowo-kartonowej

Zasadniczym elementem zwiększającym odporność ogniową konstrukcji szkieletowej jest poszycie płytą gipsowo-kartonową. Gips w takiej płycie zawiera znaczną ilość wody związanej krystalicznie, jak również wodę niezwiązaną, w zależności od wilgotności. Pod wpływem wzrastającej temperatury, zostaje odparowana woda niezwiązana, po czym następuje rozpad kryształów, uwolnienie i odparowanie wody krystalicznej. Wszystkie te procesy pochłaniają znaczne ilości ciepła, chroniąc wnętrze ściany bądź stropu przed gwałtownym wzrostem temperatury. Ochrona ta odbywa się kosztem płyty gipsowej, która traci wytrzymałość mechaniczną, kurczy się, pęka i w końcu odpada od szkieletu. Kurczenie się płyty jest znaczne, dochodzące do 10 % w przypadku płyty nie zamocowanej. W normalnym zastosowaniu, przy wystarczającej ilości gwoździ lub wkrętów mocujących do szkieletu, w płycie powstają liczne drobne pęknięcia, kompensujące kurczenie się i zapobiegają wczesnemu powstawaniu znacznych szczelin. Ważne jest więc przestrzeganie maksymalnych odległości pomiędzy wkrętami lub gwoździami. Istotna jest również ich penetracja w głąb drewnianych elementów szkieletu. Elementy te, w trakcie pożaru, ulegają zwęgleniu na znaczną głębokość zanim poszycie gipsowe całkowicie odpadnie. Badania kanadyjskie wykazały, że aby w pełni wykorzystać ochronę zapewnioną przez płytę gipsową, potrzebna jest penetracja 25 do 32 mm w głąb drewna. Penetracja profili blaszanych jest mniej istotna, 10 mm jest całkowicie wystarczające. Ze względu na kurczenie się poszycia gipsowo-kartonowego, istotny jest również rozstaw między elementami szkieletu, zdecydowanie wyższa odporność ogniową uzyskuje się przy rozstawie 400 mm niż przy rozstawie 600 mm.

Dwa rodzaje płyty używane są do poszycia przegród: zwykła i o podwyższonej odporności ogniowej, określana jako Typ X. Płyta ta zawiera dodatkowe składniki, głównie cięte włókno szklane, które zapewnia większą stabilność w podwyższonej temperaturze, większą wytrzymałość na styku z główką gwoździa lub wkrętu i wyższą

odporność na pękanie.
W przegrodach pionowych - ścianach - im grubsza jest płyta, tym większa jest odporność ogniowa. W przegrodach poziomych - stropach - zależność ta nie jest jednoznaczna, ze względu na ciężar i łatwość odpadania osłabionej pożarem płyty. Aby uzyskać zwiększoną odporność ogniową, należy zwiększyć gęstość elementów mocujących.

Wpływ izolacji cieplno-akustycznej

Wypełnienie szkieletu izolacją ma niejednoznaczny i dość zaskakujący wpływ na odporność ogniową. Wydawać by się mogło, że zwiększenie izolacyjności cieplnej przegrody powinno jednoznacznie zwiększyć jej odporność ogniową. Tymczasem okazuje się, że powstrzymanie strumienia ciepła przyspiesza wzrost temperatury warstwy bezpośrednio wystawionej na działanie pożaru. Jeżeli tą warstwą jest płyta gipsowo-kartonowa, to jej zniszczenie jest przyspieszone i wewnątrz przegrody zostają odsłonięte wcześniej. Jeżeli izolacją jest wata szklana, to zostaje ona stopiona i przestaje grać jakąkolwiek rolę (po uprzednim przyspieszeniu zniszczenia poszycia). Jeżeli jest to wełna bazaltowa, lub inna o podobnej temperaturze topnienia, to osłania ona wewnątrz konstrukcji, nie chroniąc jednak "czołowych" powierzchni konstrukcji szkieletu. Tak więc izolacja może zmniejszyć lub zwiększyć odporność ogniową; dla zgrubej oceny, można ten wpływ pominąć. Dokładne oceny możliwe są wyłącznie na podstawie badań danej konstrukcji.

Material szkieletu

W północno-amerykańskiej praktyce, materiały szkieletu ograniczone są do drewna grubości 38 mm, profili z galwanizowanej blachy stalowej i dwuteowych belek składanych z elementów drewnianych i drewnopochodnych. Drewno ma zdecydowaną przewagę w odniesieniu do ogniowej odporności elementów przenoszących obciążenie. Jakkolwiek ulega ono nadpaleniu i zwęgleniu, to utrzymuje ono zdolność do przenoszenia obciążeń dopóty, dopóki przekrój nie zostanie znacznie zredukowany. Nadpalenie i zwęglenie typowych elementów z drewna iglastego odbywa się w tempie 0,5 do 0,8 mm na minutę. Profile z blachy stalowej nagrzewają się bardzo szybko i tracą sztywność. W związku z tym ich nośność spada gwałtownie po zniszczeniu osłaniającej ją płyty gipsowo-kartonowej. Jeżeli nie są one obciążone, tak jak w ściankach działowych, lub wypełnieniach konstrukcji nośnej dużych budynków, to mogą spełnić swoje zadanie przez znaczny okres czasu. W takich zastosowaniach, należy uwzględnić rozszerzalność cieplną i przewidzieć odpowiednie luzy, aby uniknąć przedwczesnego wyboczenia.

Stosunkowo nowym elementem szkieletu jest belka dwuteowa z półkami z litego drewna i środkiem z płyty drewnopochodnej, łączonych na klej. Wytrzymałość ogniowa takich belek jest niższa od tradycyjnych, jednolitych belek drewnianych. Jest to spowodowane brakiem "zapasowej" nośności cienkiego środka. W litej belce naprężenia są stopniowo przekazywane głębszym warstwom drewna w miarę redukcji przekroju, podczas gdy w profilu dwuteowym przepalenie środka lub znaczne

nadpalenie jednej półki powoduje katastrofalną utratę nośności.

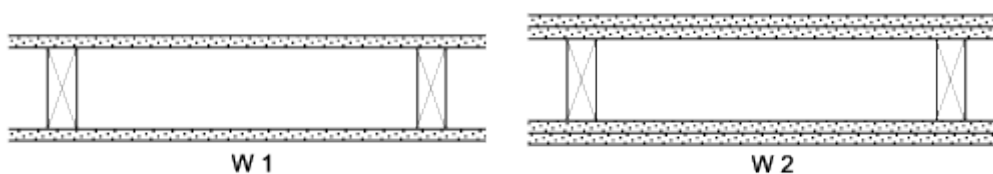
Poszycie

drewnopochodne

W Ameryce Północnej stosuje się dwa rodzaje materiałów drewnopochodnych jako poszycie konstrukcji szkieletowych: sklejkę wodoodporną i płytę wiórową o ukierunkowanych włóknach (OSB). Oba te materiały wykazują podobną wytrzymałość mechaniczną i odporność na wilgoć w normalnym użytkowaniu, mimo że płyta wiórowa budzi swym wyglądem mniej zaufania. Płyta wiórowa zawiera znacznie więcej kleju niż sklejka wodoodporna, jak również wosk (dla odporności na wilgoć), co powoduje wydzielanie znacznych ilości dymu przy spalaniu. Jednakowoż, pod względem odporności ogniowej, materiały te nie różnią się w zauważalny sposób. W ścianach płyty drewnopochodne instaluje się od strony zewnętrznej (pod siding), jak zewnętrzne ograniczenie dla izolacji. Instaluje się je również jako wzmocnienie (usztywnienie ścian obciążonych siłami ścinającymi). W tych przypadkach mogą te płyty być instalowane od wewnątrz i być kryte płytą gipsowo-kartonową. W konstrukcjach stropowych stanowią one górną warstwę zespoloną z belkami podłogowymi gwoździ lub wkrętami, coraz częściej z użyciem kleju. Zespół stropowy, za wyjątkiem niewykończonych piwnic, jest posyty od spodu płytą gipsowo-kartonową. W pożarze konstrukcja stropu, ograniczająca pomieszczenie od góry, jest znacznie bardziej narażona niż ta ograniczająca od dołu. Z tego względu odporność ogniową stropów wyznacza się przy ekspozycji od dołu. Oznacza to, że poszycie płytą gipsowo-kartonową jest i w tym przypadku pierwszą linią obrony przed ogniem.

Odporność ogniowa typowych konstrukcji

Tabela 1 przedstawia odporność ogniową typowych ścian szkieletowych o szkielecie drewnianym posytych pojedynczą lub podwójną warstwą płyt gipsowo-kartonowych, zwykłych lub o podwyższonej odporności ogniowej (Typ X). Rysunek 1 przedstawia przekroje ścian omawianych w Tabeli 1.



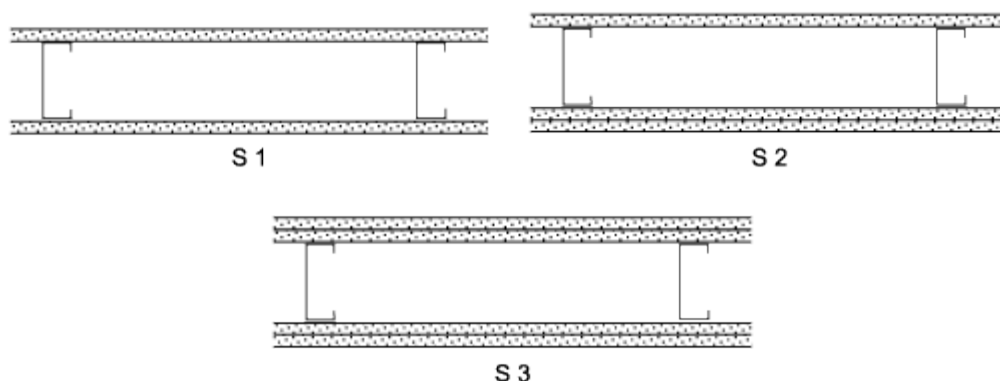
Rysunek 1.

Przykłady rozwiązań ścian ze szkieletem drewnianym - W1 i W2

Symbol	Płyty poszycia	Nośna	Działowa
W1	Zwykłe, 12,7 mm	30 min	30 min.
	Typu X, 12,7 mm	45 min	45 min.
	Typu X, 15,9 mm	60 min	60 min.
W2	Zwykłe, 12,7 mm	45 min	60 min.
	Typu X, 12,7 mm	60 min	90 min.
	Typu X 15,9 mm	90 min.	120 min.

Tabela 1.

Odporność ogniowa o szkielecie drewnianym, symbol wg rys. 1



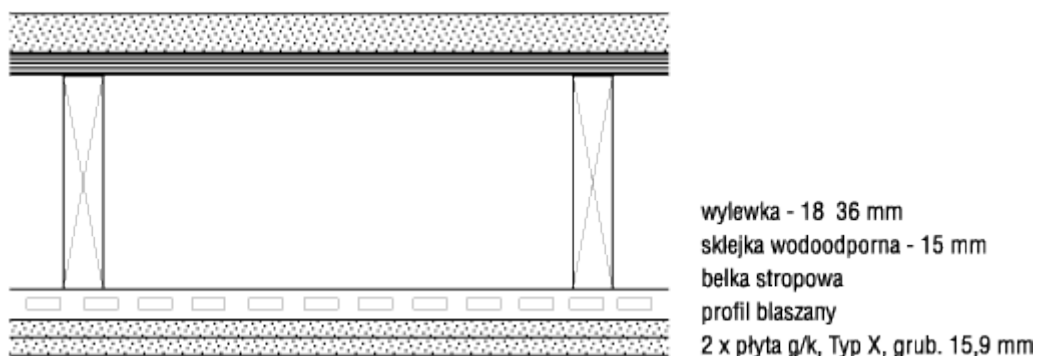
Rysunek 2.

Przykłady rozwiązań ścian ze szkieletem stalowym - S1, S2, S3

Symbol	Płyty poszycia	Nośna	Działowa
S1	Typu X, 15,9 mm	–	45 min.
S2	Typu X, 12,7 lub 15,7 mm	–	60 min.
S3	Zwykła, 12,7 mm	–	60 min.
S3	Typu X, 12,7 mm	–	90 min.
S3	Typu X 15,9 mm	–	120 min.

Tabela 2.

Odporność ogniowa ścian o szkielecie stalowym, symbol wg rys. 2



Grubość słupków drewnianych wynosi 38 mm, głębokość zaś nie jest oznaczona, gdyż nie ma ona istotnego wpływu na odporność ogniową. Obciążenie ścian nośnych odpowiada obciążeniu obliczeniowemu ścian o danej głębokości słupka. Tabela 2 przedstawia odporność ogniową typowych ścian o szkielecie stalowym, pokazanych na rysunku 2, w różnych konfiguracjach poszycia. Asymetryczne poszycie (podwójna warstwa z jednej strony i pojedyncza z drugiej) jest używane w ściankach działowych o znanym kierunku potencjalnej ekspozycji pożarowej. Stosuje się je przy zabezpieczeniu dróg ewakuacyjnych, gdyż wiadomo, że potencjalne zagrożenie jest od zewnętrznej strony ewakuacyjnej. Rysunek 3 przedstawia strop o odporności ogniowej 1 godziny i dobrych właściwościach akustycznych. Dobre tłumienie dźwięków zapewnia masa zarówno

wylewki jak i dwóch warstw poszycia płytą gipsowo-kartonową. Dodatkowo przestrzeń między belkami może być wypełniona watą mineralną, która dodatkowo zwiększa tłumienie widma dźwiękowego, ma jednak niewielki wpływ na odporność ogniową.

Określa się również odporność ogniową membran sufitowych w sufitach podwieszonych. Odporność ta wynosi 30 min. dla pojedynczej warstwy płyty Typu X o grubości 15,9 mm; 45 min. dla dwóch warstw o grubości 12,7 mm każda i 60 min. dla dwóch warstw o grubości 15,9 mm. W odróżnieniu od stropów, membrany sufitowe nie przenoszą obciążeń poza ciężarem własnym.

Igor Oleszkiewicz

Igor Oleszkiewicz jest pracownikiem naukowym Canadian Codes Centre of Institute for Research in Construction of National Research Council Canada /odpowiednik Instytutu Techniki Budowlanej lecz w zakresie tworzenia prawa budowlanego/ w Ottawie w Kanadzie. Pochodzi z Polski; w 1965 roku ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej.

Od 15 lat zajmuje się tworzeniem kanadyjskich przepisów budowlanych w zakresie ochrony przeciwpożarowej i przygotowaniem reformy kanadyjskiego kodeksu budowlanego. Brał udział także w tworzeniu przepisów p./poż. w Rosji i Australii. Jest autorem licznych publikacji w tym zakresie. Specjalnie dla Lekkiego Budownictwa Szkieletowego, Igor Oleszkiewicz, przybliży naszym Czytelnikom kanadyjskie wymogi w zakresie ochrony przeciwpożarowej w drewnianym i stalowym budownictwie szkieletowym.

Niewątpliwie, w przyszłości, opracowania te służyć będą twórcom polskiego prawa w tym zakresie



materiały pochodzą ze strony

www.szkielet.com.pl