

dr inż. KRZYSZTOF BASZCZYŃSKI
mgr inż. ZYGMUNT ZROBEK
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Bezwładne masy kotwiczące

Stosowanie indywidualnych systemów chroniących przed upadkiem z wysokości napotyka często bariery z powodu braku odpowiednich elementów związanych z konstrukcją stałą, do których byłoby możliwe przyłączenie systemu ochronnego. Przydatny do tego celu element konstrukcji stałej powinien posiadać zarówno odpowiedni kształt jak i wytrzymałość – gwarantujące właściwą współpracę z systemem ochronnym.

Rozwiązaniem tego problemu, zwłaszcza na odpowiednio dużych poziomych płaszczyznach (np. stropy lub poziome dachy budynków), może być zastosowanie bezwładnych mas kotwiczących. Urządzenia te mają postać sztywnej lub elastycznej bryły, zaopatrzonej w uchwyty do przyłączania podzespołu łącząco-amortyzującego wchodzącego w skład systemu ochronnego. Instalacja bezwładnej masy kotwiczącej polega na ułożeniu jej na podłożu bez dodatkowego mocowania do konstrukcji stałej. Tak zainstalowana bezwładna masa kotwicząca – spoczywając swobodnie na podłożu – zastępuje element konstrukcji stałej z punktami kotwiczenia dla systemu ochronnego. Przykład zastosowania systemu ochronnego z bezwładną masą kotwiczącą przedstawiono na rysunku.

Bezwładne masy kotwiczące należą, w grupie sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, do kategorii urządzeń kotwiczących, których dotyczy norma PN-EN 795 [1]. Norma ta ustala podstawowe wymagania, metody badań oraz zasady stosowania tego typu urządzeń kotwiczących. Zgodnie z ustaleniami normy bezwładne masy kotwiczące mogą być stosowane na płaszczyznach, których

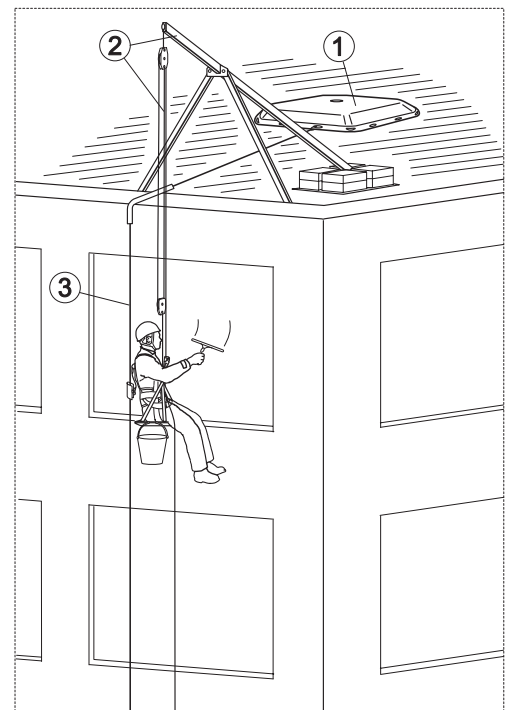
spadek nie przekracza 5° . Ponadto, odległość usytuowania bezwładnej masy od krawędzi płaszczyzny podłoża musi wynosić co najmniej 2,5 m. Norma ustala również, że bezwładne masy mogą być stosowane wyłącznie wówczas, jeżeli podłoże nie jest oblodzone lub nie występują warunki prowadzące do powstania oblodzenia.

Zasada działania bezwładnych mas kotwiczących polega na powstrzymaniu spadania człowieka w wyniku łącznego oddziaływania jej siły bezwładności i siły tarcia o podłoże. Energia kinetyczna spadającego człowieka, która nie została pochłonięta przez pozostałe składniki systemu ochronnego jest pochłaniana (rozpraszana) w wyniku tarcia i odkształceń zachodzących wewnątrz bezwładnej masy oraz w wyniku tarcia bezwładnej masy o podłoże. Zdolność bezwładnej masy do pochłaniania energii jest uzależniona od jej sztywności oraz wielkości tarcia wewnętrznego materiału, z którego jest wykonana lub wielkości tarcia między jej elementami. Zjawisko pochłaniania wewnętrznej energii spadającego człowieka występuje niezależnie od rodzaju konstrukcji bezwładnej masy. Jednak jego wielkość i udział w procesie powstrzymywania spadania jest różny dla różnych konstrukcji i trudny do określenia na drodze teoretycznej. Wartość pracy tarcia zewnętrznego bezwładnej masy jest uzależniona od wartości współczynnika tarcia ruchowego między powierzchniami bezwładnej masy i podłoża, od jej przemieszczenia i masy.

Obciążenie konstrukcji budowlanej bezwładną masą o znacznym ciężarze

Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych

wymaga każdorazowo przeprowadzenia analizy wytrzymałościowej tej konstrukcji. Stosowanie bezwładnej masy bez



Przykład zastosowania systemu ochronnego z bezwładną masą kotwiczącą: 1 – bezwładna masa kotwicząca, 2 – urządzenie do transportowania, 3 – urządzenie samozaciskowe (składnik systemu ochronnego)

WYBRANE WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE RÓWNOMIERNIE ROZŁOŻONYCH OBCIĄŻEŃ TECHNOLOGICZNYCH BUDOWLI I ICH CZĘŚCI (NA PODSTAWIE PN-82/B-02003)

Przeznaczenie pomieszczenia i sposób jego użytkowania	Obciażenie (kN/m ²)
Stropy poddaszy oraz stropodachów wentylowanych, w których ciężar pokrycia dachowego nie obciąża konstrukcji stropu, z dostępem przez wyłaz rewizyjny	0,5
Poddasza z dostępem z klatki schodowej	1,2
Pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach itp.	1,5
Wszelkie pokoje biurowe, sale lekcyjne, poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne, korytarze i halle w budynkach mieszkalnych lub szpitalnych	2,0
Audytoria, sale zebrań, sale restauracyjne, widownie teatralne, sale bankowe, pomieszczenia koszar, wiejskie budynki inwentarskie dla zwierząt o masie do 80 kg, klatki schodowe i galerie niewspornikowe w budynkach mieszkalnych lub szpitalnych, pomieszczenia produkcyjne w zakładach przemysłu lekkiego	3,0

konieczności prowadzenia takiej analizy będzie możliwe wówczas, gdy obciążenia wywierane przez nią na podłoże będą się mieściły w zakresie obciążeń dopuszczalnych dla tych elementów budowli, uwzględnianych podczas ich projektowania. Na podstawie analizy wytycznych budowlanych stwierdzono, że obciążenia budowli bezwładną masą mogą wchodzić w zakres obciążeń technologicznych (użytkowych) – dla stropów oraz obciążeń śniegiem – dla dachów. Wartości charakterystyczne obciążeń technologicznych równomiernie rozłożonych, stosowane w obliczeniach statycznych budowli i ich części (stropów), określa norma PN-82/B-02003 [2]. Wartości tych obciążeń zawierają się w granicach 0,5–15 kN/m². Ze względu na możliwości posadowienia bezwładnej masy na stropie, najbardziej krytyczny jest dolny ich zakres, który dla przykładowych kategorii pomieszczeń przedstawiono w tabeli.

Uwzględniane podczas projektowania budowli obciążenie śniegiem jest określone w normie PN-80/B-02010 [3]. Dla dachów lub stropodachów płaskich, o nachyleniu względem poziomu nie przekraczającym 5°, wartość tego obciążenia wynosi 0,784 kN/m².

Na podstawie analizy wytycznych budowlanych można stwierdzić, że:

– bezwładna masa powinna wywierać możliwie małe obciążenie na jednostkę

powierzchni, pozwoli to uzyskać szeroki zakres możliwości jej stosowania,

– całkowicie wyeliminować można konieczność przeprowadzania oceny wytrzymałościowej konstrukcji podłoża, jeżeli obciążenie jednostkowe wywierane przez bezwładną masę nie przekracza najmniejszej wartości obciążeń określonych przez normy PN-82/B-02003 i PN-80/B-02010, tzn. 0,5 kN/m²,

– w przypadkach, które nie są określone przez powyższe normy (np. stare budynki) należy każdorazowo oceniać możliwość posadowienia bezwładnej masy na konstrukcji budowlanej, analizując wytrzymałość tej konstrukcji.

Z wcześniejszych rozważań wynika, że podstawowymi parametrami konstrukcyjnymi bezwładnej masy, decydującymi o jej własnościach ochronnych i użytkowych, są: zdolność do pochłaniania energii w wyniku odkształceń i tarcia wewnętrznego, współczynnik tarcia między powierzchniami bezwładnej masy i podłoża oraz jej masa. Pochłanianie i rozpraszanie energii zachodzące w bezwładnej masie jest korzystne z punktu widzenia efektywności jej działania, a tym samym ze względu na bezpieczeństwo człowieka. Maksymalizowanie wartości współczynnika tarcia bezwładnej masy o podłoże i wartości jej masy poprawiają skuteczność powstrzymywania spadania człowieka. Z drugiej jednak strony nad-

mierne zwiększanie masy powoduje większe obciążenie konstrukcji podłoża, a tym samym ogranicza możliwość stosowania tego typu urządzeń do budowli mających wystarczająco wytrzymałą konstrukcję nośną. Wskazuje to na potrzebę projektowania i stosowania bezwładnych mas o takich konstrukcjach, które charakteryzują się dużą zdolnością do wewnętrznego pochłaniania energii oraz możliwie dużym współczynnikiem tarcia o przewidywane materiały podłoża przy jednocześnie możliwie małej masie.

W Polsce bezwładne masy kotwiczące są mało popularnym składnikiem wyposażenia chroniącego przed upadkiem z wysokości. Nie są do tej pory znane przypadki ich stosowania w praktyce przemysłowej. Chętnie natomiast są stosowane w takich krajach jak W. Brytania i Niemcy.

Zastosowanie bezwładnych mas kotwiczących w systemach chroniących przed upadkiem z wysokości pozwala w pewnych sytuacjach wyeliminować poważne utrudnienia w wykonywaniu prac na wysokości, związane z brakiem możliwości zakotwiczenia systemu ochronnego.

Konieczność uwzględnienia nowych aspektów związanych z ukształtowaniem miejsca pracy, wytrzymałością konstrukcji podłoża, konfiguracją systemu ochronnego jako całości oraz z organizacją pracy na wysokości nie wykracza poza możliwości potencjalnych użytkowników. Stosowanie systemu ochronnego wyposażonego w prawidłowo zaprojektowaną bezwładną masę, użytkowaną zgodnie z ustalonymi zasadami, zapewnia człowiekowi równie wysoki poziom bezpieczeństwa, jak w przypadku systemu przyłączonego do konstrukcji stałej.

WYKAZ NORM

- [1] PN-EN 795 *Ochrona przed upadkiem z wysokości. Urządzenia kotwiczące. Wymagania i badania*
- [2] PN-82/B-02003 *Obciażenia budowli. Obciażenia zmienne technologicznie. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe*
- [3] PN-80/B-02010 *Obciażenia w obliczeniach statycznych. Obciażenia śniegiem*