



OBRONA KONIECZNA

TEKST: PAWEŁ KOBYLAŃSKI

Na przekór złośliwej naturze, a – mogłoby się wydawać – również wbrew zdrowemu rozsądkowi, kilkusetmetrowe wieżowce stawia się dzisiaj w rejonach objętych ryzykiem wystąpienia najsilniejszych trzęsień ziemi. Jak to możliwe? – chciałoby się zapytać.

Otóż w sukurs przychodzi współczesna inżynieria, oparta na prawach fizyki, i postęp techniczny umożliwiający realizowanie najbardziej śmiałych wizji architektonicznych nawet na bardzo aktywnych sejsmicznie terenach.

Metod przeciwdziałania skutkom wstrząsów tektonicznych w budynkach jest co najmniej kilka. Po pierwsze należy zmniejszyć ich masę. Aby ciężar obiektu był możliwie najmniejszy, stosuje się wytrzymałe, ale jak najłżejsze materiały konstrukcyjne. Po drugie, należy umożliwić sprężyste odkształcanie elementów konstrukcji. W tym celu pod fundamentami umieszcza się elastyczne amortyzatory sprężynowe lub gumowe, które równomiernie przenoszą i amortyzują drgania pionowe i poziome, i tym samym stabilizują środek ciężkości budynku.



Najwyższe budynki na świecie liczą dziś niemal pół kilometra wysokości dzięki superlekkim materiałom budowlanym i zaawansowanym systemom kompensowania drgań.

Wraz z rozwojem cywilizacji tradycyjne materiały budowlane, jak kamień, cegłę i drewno, zastępowano na terenach sejsmicznych konstrukcjami żelbetowymi i stalowymi. Z czasem zaczęto je dodatkowo wzmacniać materiałami kompozytowymi nowej generacji, jak np. włókno węglowe.

Metody te okazują się jednak niewystarczające w odniesieniu do najwyższych konstrukcji o kilkusetmetrowej wysokości, stawianych na zagrożonych terenach. W takich wypadkach projektuje się systemy aktywne czyli urządzenia, które przejmują energię drgań umieszczonych w górnych kondygnacjach budynku. Doskonale sprawdzają się w tej roli tłumiki drgań harmoniczných (TMD).

W stale zagrożonym sejsmicznie Chile w regulowane tłumiki drgań harmoniczných o dużej masie wyposażono kilka budynków wysokościowych. Z reguły są to umieszczone na górnych piętrach wahadła, których naturalna częstotliwość wychyleń jest zbliżona do charakterystycznej częstotliwości drgań chronionego budynku. Podobne rozwiązanie funkcjonuje między innymi w wieżowcu Taipei 101 na Tajwanie, do niedawna uznawanym za najwyższy budynek świata, który mierzy ponad 509 metrów wysokości i ma 101 kondygnacji.

Jak się to już kilkakrotnie potwierdziło, dzięki zastosowaniu systemu TMD, budynek Taipei 101 skutecznie opiera się nie tylko trzęsieniom ziemi, ale również najgroźniejszym huraganom, które często nawiedzają ten rejon świata. Ważąca 660 ton stalowa kula zawieszona pomiędzy 92. a 88. piętrem działa na zasadzie wahadła, zapewniając skuteczne tłumienie drgań o odpowiedniej dla budynku częstotliwości.

Również w opisywanym niedawno przeze mnie 492-metrowej wysokości wieżowcu Shanghai World Financial Center na 90. piętrze pracują dwa aktywne systemy TMD, którymi steruje komputer połączony z czujnikami drgań.

Analogiczną funkcję stabilizatora drgań może pełnić także zbiornik wypełniony wodą. Tak postąpiono, projektując elegancki, wysmukły, wieżowiec One Wall Centre w Vancouver o wysokości prawie 160 metrów, mieszczący na 48 kondygnacjach luksusowe apartamenty oraz hotel sieci Sheraton. Na jego szczycie zlokalizowano dwa zbiorniki zawierające po 227 m³ wody (bardzo przydatnej także w wypadku pożaru...).

Kiedy powstał w 2001 roku, uznano go za najlepszy budynek wysokościowy na świecie. |