

1 Wstępna analiza problemu

Naszym celem jest za pomocą narzędzi teoretycznych zbadać zachowanie wieżowca poddanego drganiom. Podstawowym założeniem jest wyliczenie i zaobserwowanie różnicy w zachowaniu się wieżowca, który posiada tłumik drgań harmoniczných oraz ten który go nie posiada. Dostrajany tłumik masy (TMD- TUNED MASS DAMPER), znany również jako pochłaniacz drgań harmoniczných, to urządzenie redukujące drgania montowane w konstrukcjach w celu zmniejszenia amplitudy drgań mechaniczných. Ich zastosowanie może zapobiec dyskomfortowi, uszkodzeniom lub całkowitym katastrofom konstrukcyjnym. Są często stosowane w przenoszeniu mocy, samochodach i budynkach. Absorber (TMD) w wieżowcu służy do wytłumienia drgań spowodowanych np. trzęsieniem ziemi. Działa na zasadzie przenoszenia masy znajdującej się na szczycie dachu w przeciwną stronę niż drgania budynku. Przez ruchy w przeciwną stronę drgania są szybciej wytłumiane. Głównym zadaniem absorbera jest zmniejszenie szkód, uszkodzeń mechaniczných budowli i zmniejszenie maksymalnej amplitudy wychylenia budynku. Najprostsza budową absorbera byłoby wahadło z zawieszoną masą. 2) Sformułowanie celu (stworzenie modelu wieżowca za pomocą ForceMassSystem, który będzie wykorzystywany do robienia symulacji) 3) Zrobienie symulacji z której uzyskamy parametry 4) Na podstawie parametrów dobranie rzeczywistých elementów przyjęto analizowany model wieżowca. składającego się z: dwie deski, z czego jedna z nich obciążona określoną masą przymocowane na dwóch płaskownikach. Dokładny opis modelu wieżowca.

Nasz model składa się z dwóch desek (dolna i górna), które są połączone płaskownikami po obu stronach, z czego górna obciążona określoną masą.

Energia kinetyczna

Energia kinetyczna układu wyrażona jest wzorem:

$$T = \frac{m\dot{z}^2}{2} \quad (1)$$

Wyznaczona wielkość określa energię układu wynikającą z jego własności inercyjnych (energię zmagazynowaną w elementach bezwładnych).

2 Równania ruchu

Równanie ruchu ma następującą postać:

$$k = \frac{F}{u} \quad (2)$$

$$u = - \frac{iFl^3}{3e} \quad (3)$$

$$F_s = kz \quad (4)$$

$$k = \tan(\alpha) \quad (5)$$

$$-R + amz = F_s \quad (6)$$

$$a = \ddot{z} \quad (7)$$

$$kz + m\ddot{z} = 0 \quad (8)$$

Rozwiązanie ogólne powyższego równania:

$$z = C_1 \sin\left(\frac{\sqrt{k}t}{\sqrt{m}}\right) + C_2 \cos\left(\frac{\sqrt{k}t}{\sqrt{m}}\right) \quad (9)$$

$$\dot{z} = \frac{C_1 \sqrt{k} \cos\left(\frac{\sqrt{k}t}{\sqrt{m}}\right)}{\sqrt{m}} - \frac{C_2 \sqrt{k} \sin\left(\frac{\sqrt{k}t}{\sqrt{m}}\right)}{\sqrt{m}} \quad (10)$$

Rozwiązanie szczególne powyższego równania:

$$z = 0.05 \cos\left(\frac{\sqrt{k}t}{\sqrt{m}}\right) \quad (11)$$

$$\dot{z} = - \frac{0.05 \sqrt{k} \sin\left(\frac{\sqrt{k}t}{\sqrt{m}}\right)}{\sqrt{m}} \quad (12)$$

Legenda:

a - przyspieszenie;
 R - siła reakcji;
 F_s - siła sprężystości;
 F - siła zewnętrzna;
 m - masa;
 k - współczynnik sprężystości;
 g - stała grawitacji;
 $z(t)$ - wychylenie;
 u - ugięcie;
 l - długość pręta;
 α - kąt między F i u ;
{"Moduł Young'a": ['210000 MPa', '2000 MPa', '210000 MPa'], 'szerokość belki': [0.03, 0.05, 0.03], 'grubość belki': [0.002, 0.006, 0.001], 'wysokość belki': [0.3417, 0.2576, 0.365]}

3 Podstawowe informacje:

Ze względu, że są w załączeniu są trzy modele wieżowców będzie wykonywanych kilka obliczeń ze względu na różnice w właściwościach materiałów

1. Warunki występowania drgań własnych: Musi występować siła przeciwdziałająca sile, która została przyłożona, aby wprowadzić układ w ruch.

2. Parametry modelu: Im większa stała kirhoffa tym większa siła będzie potrzebna, aby wprowadzić układ w ruch, to samo dotyczy się pola przekroju.

3. Obliczenia analityczne: $F = G \cdot A \cdot \tan(\alpha)$ G - stała Kirchhoffa A - pole przekroju α - kąt odchylenia od pionu

4 Dobór wymiarów

Obliczenia analityczne:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (13)$$

I-moment bezwładności,
 b-szerokość przekroju belki,
 h-wysokość przekroju belki (grubość).
 Przekształcając wzór na ugięcie belki można znaleźć zależność na jej długość.
 Pozwoli to na wyznaczenie takiej długości belki, która zapewni odpowiedni okres drgań

$$L = \frac{\sqrt[3]{3} \sqrt[3]{E} \sqrt[3]{I}}{\sqrt[3]{k}} \quad (14)$$

L-długość belki,
 E-Moduł Younga,
 I-moment bezwładności,
 k-sztywność (stała sprężystości).
 Na podstawie rozwiązania analitycznego ruchu stwierdzono, że okres ma następującą postać:

$$T = \frac{2\pi\sqrt{m}}{\sqrt{k}} \quad (15)$$

T-okres drgań,
 m-masa obciążenia,
 k-sztywność (stała sprężystości).
 Przekształcamy wzór w celu wyliczenia k:

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad (16)$$

Wyniki obliczeń:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (17)$$

Obliczona długość belki:

$$L = 0.3417 \quad (18)$$

Sztywność (stała sprężystości) obliczona dla okresu T=0.5s:

$$k = 315.8 \quad (19)$$

Sztywność (stała sprężystości) obliczona dla okresu T=1s:

$$k = 78.96 \quad (20)$$

Sztywność (stała sprężystości) obliczona dla okresu T=2s:

$$k = 19.74 \quad (21)$$

Sztywność (stała sprężystości) obliczona dla okresu $T=4s$:

$$k = 4.935 \quad (22)$$

Wymiary podpór:

$$b = 0.03 \quad (23)$$

$$h = 0.002 \quad (24)$$

$$k = 315.8 \quad (25)$$

	Moduł Young'a	szerokość belki	grubość belki	wysokość belki
stal	210000 MPa	0.030000	0.002000	0.3417
PLA	2000 MPa	0.050000	0.006000	0.2576
model rzeczywisty uproszczony	210000 MPa	0.030000	0.001000	0.365000