

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Instytut Konstrukcji Budowlanych

Dynamika Konstrukcji Inżynierskich

Ćwiczenie projektowe nr 2

Nazwisko i imię

Grupa

Ocena końcowa

Data	Uwagi	Podpis

Fundament blokowy pod maszynę II

Przeprowadzić analizę dynamiczną fundamentu blokowego pokazanego na rysunku. Jest to fundament pod pilarkę oparty na wibroizolatorach. W szczególności:

1. wyznaczyć macierz mas bloku fundamentowego,
2. wyznaczyć macierz sztywności i macierz tłumienia wibroizolacji,
3. obliczyć częstości i postacie drgań własnych,
4. obliczyć amplitudy drgań ustalonych z i bez uwzględnienia sił tłumienia,
5. obliczyć częstości drgań własnych i amplitudy drgań ustalonych za pomocą wzorów zamieszczonych w monografii J. Lipińskiego p.t. „Fundamenty pod maszyną”,
6. na podstawie normy PN-80/B-03040 ustalić dopuszczalne amplitudy drgań; sprawdzić pozostałe wymagania normowe,
7. porównać wyniki obliczeń uzyskanych w punktach 3 i 4 z wynikami obliczeń uzyskanymi w punktach 5 i 6.

Dane do obliczeń

Opis fundamentu

Fundament wykonany jest z betonu B25. Przykładowy kształt fundamentu pokazano na załączonym rysunku. Fundament składa się z 2 płyt (górnej i dolnej), głowicy do przymocowania traka oraz przeciwwagi dla silnika. Na fundamencie jest ustawiony trak oraz silnik. Wymiary głowicy i przeciwwagi dla silnika są podane na rysunku. Kombinacje pozostałych wymiarów bloku podano w Tablicy 1.

Tablica 1 – Dane o bloku fundamentowego i wibroizolacji

Płyta górna			Płyta dolna			Liczba sprężyn	Liczba wibroizolatorów
a [cm]	b [cm]	e [cm]	c [cm]	d [cm]	h [cm]		
1000	600	80	800	400	120	4	12
1200	670	80	1030	500	170	4	20
1500	800	100	1300	600	200	8	16
1800	1200	100	1600	1000	230	8	24
1800	1000	100	1600	700	230	8	24
2500	800	150	2300	600	235	8	36

Zakłada się, że wszystkie omawiane poniżej współrzędne punktów są podane w układzie współrzędnych x, y, z. Osie x i y tworzą płaszczyznę pokrywającą się z dolną powierzchnią dolnej płyty. Początek układu współrzędnych znajduje się na przecięciu osi symetrii dolnej powierzchni dolnej płyty. Oś z jest skierowana pionowo w górę.

Opis maszyn ustawionych na fundamencie

Na fundamencie ustawiony jest trak i silnik. Masa traka wynosi $M_t = 12,0$ Mg. Masowe momenty bezwładności traka względem osi przechodzących przez środek ciężkości traka i równoległych do układu x, y, z wynoszą:

$$J_{xx} = 5,83 \text{ Mgm}^2, \quad J_{yy} = 4,45 \text{ Mgm}^2, \quad J_{zz} = 3,35 \text{ Mgm}^2.$$

Pozostałe masowe momenty bezwładności traka są równe zeru.

Odległość od górnego poziomu głowicy do środka ciężkości traka wynosi 106,0 cm. Pilarka jest maszyną o działaniu posuwisto-zwrotnym. Obroty pilarki wynoszą $n=280$ obr/min.

Silnik jest umieszczony na bloku fundamentowym. Masa silnika $M_s=1400$ kg. Środek ciężkości silnika znajduje się w punkcie o współrzędnych $x=+395$ cm, $y=+80$ cm. Środek ciężkości silnika znajduje się 41 cm nad poziomem płyty górnej. Siły dynamiczne wywołane działaniem silnika są pomijalnie małe w porównaniu z siłami dynamicznymi wywoływanymi przez pilarkę. Pomija się także masowe momenty bezwładności silnika względem osi przechodzących przez jego środek ciężkości.

Opis sił wymuszających.

Na fundament działa pionowa siła wymuszająca przyłożona w środku ciężkości pilarki. W trakcie ustalonej pracy traka zmienność tej siły w czasie opisuje funkcja

$$P(t) = P_{1V} \cos \lambda t + P_{2V} \cos 2\lambda t ,$$

gdzie λ jest częstością kołową siły wymuszającej. Amplitudy harmonicznym siły wymuszającej wynoszą:

$$P_{1V} = 348,6 \text{ kN} , \quad P_{2V} = 88,6 \text{ kN} .$$

Ponadto w środku ciężkości pilarki działa siła pozioma. Zmienność tej siły opisuje funkcja

$$P_H(t) = P_{1H} \cos \lambda t .$$

Amplituda siły wynosi $P_{1H} = 88,6 \text{ kN}$.

Informacje o sprężynach i wibroizolacji

Sprężyny są wykonane ze stali 55S2. Parametry sprężyny są następujące: $d = 43 \text{ mm}$, $D = 280 \text{ mm}$, $H_0 = 530 \text{ mm}$, $i_0 = 6,5$, $G = 78500,0 \text{ MN} / \text{m}^2$, $R_s = 730 \text{ MN} / \text{m}^2$. Liczbę sprężyn składających się na 1 wibroizolator i liczbę wibroizolatorów podano w Tablicy 1. Przykładowe rozmieszczenie wibroizolatorów pokazano na załączonym rysunku.

Opis tłumienia

Przyjąć, że macierz tłumienia jest proporcjonalna do macierzy do macierzy sztywności. Bezwymiarowy współczynnik tłumienia $\gamma = 0,001$.

Opis metody obliczania sztywności wibroizolacji

Należy obliczyć następujące wielkości:

- wskaźnik sprężyny $w = D/d$, $4 < w < 10$,
- smukłość sprężyny $\lambda = H_0/D$, $\lambda \leq 2$
- liczbę zwoi pracujących $i = i_0 - 1,5$,
- współczynnik poprawkowy $k = 1 + \frac{5}{4w} + \frac{7}{8w^2} + \frac{1}{w^3}$,
- sztywność sprężyny w kierunku podłużnym $k_z = \frac{dG}{8iw^3}$,
- sztywność sprężyny w kierunku poprzecznym $k_x = k_y = 0,75k_z$,
- dopuszczalne obciążenie sprężyny $P_{dop} = \frac{\pi d^2 R_t}{8kw}$,
- ugięcie statyczne sprężyny $f_{st} = \frac{P_{char}}{k_z l_s}$,
- wysokość sprężyny w stanie pełnego ściśnięcia $H_d = (i_0 - 0,5)d$,
- wysokość sprężyn obciążonych statycznie $H_{st} = H_0 - f_{st}$, ($H_{st} > H_d$).

Znaczenie symboli występujących w powyższych wzorach jest następujące:

d - średnica drutu sprężyny, D - średnica podziałowa sprężyny, H_0 - wysokość sprężyny nieobciążonej, i_0 - liczba zwoi sprężyny, G - moduł odkształcenia postaciowego materiału sprężyny, R_t - wytrzymałość stali na ścinanie. P_{char} - obciążenie charakterystyczne o charakterze statycznym wibroizolacji, l_s - liczba sprężyn w wibroizolacji.



