

МИНИСТЕРСТВО·ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Харьковский авиационный институт

Методические указания к лабораторной работе

„Исследование колебаний системы“

Харьков — 1974

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ХАРЬКОВСКИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Методические указания к лабораторной работе
"ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМ"

Харьков - 1974

Составитель И.Ф. Уляцкий

Из теории колебаний упругих систем с одной степенью свободы известно, что собственная круговая частота ω_0 определяется по формуле

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}}, \quad (1)$$

где g - ускорение силы тяжести, равное 981 м/сек^2 ;
 $\delta_{ст}$ - величина статического прогиба системы под действием груза весом G . $[G] = \text{кг}$.

Например, для балки с грузом P (рис. 1) $\delta_{ст}$ будет величиной статического прогиба.

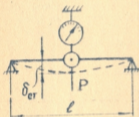


Рис. 1

Величина статического прогиба может вычисляться теоретически или экспериментально. В настоящей работе $\delta_{ст}$ определяется экспериментально. Для этого предварительно определяют жесткость упругой системы:

$$c = \frac{P}{\delta_{ст}}; [c] = \frac{\text{кг}}{\text{мм}}, \quad (2)$$

где P - вес приложенного груза.

Если на валу насажен диск с некоторым эксцентриситетом, то при вращении вала на n -го будет действовать центробежная сила

$$P_c = M \omega^2 e, \quad (3)$$

где M - масса диска. Эта сила является возмущающей силой, вызывающей вынужденные колебания вала с круговой частотой, равной угловой скорости вращения вала,

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (4)$$

где n - число оборотов в минуту.

Если круговая частота вынужденных колебаний совпадает с собственной частотой колебаний вала, то наступит явление резонанса, и амплитуда колебаний балки будет сильно возрастать, что может привести к разрушению вала.

Число оборотов, при котором частота вынужденных колебаний совпадает с собственной частотой, называется критическим. По выражению (4)

$$\omega_{кр.} = \frac{\pi n_{кр.}}{30} \quad (5)$$

Сравнение правых частей выражений (5) и (1) ($\omega_{кр.} = \omega_0$) дает для определения критических чисел оборотов выражение

$$n_{кр.} = 30 \sqrt{\frac{g}{x^2 \delta_{ст}}} \approx 300 \sqrt{\frac{1}{\delta_{ст}}} \quad (6)$$

$$\left(\frac{\pi n_{кр.}}{30} = \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}} \right), \quad n_{кр.} = \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}} = 30 \sqrt{\frac{981}{x^2 \delta_{ст}}} \approx 300 \sqrt{\frac{1}{\delta_{ст}}}$$

Цель настоящей работы и является определение критических оборотов вала и изучение влияния различных факторов на критические числа оборотов, причем критические обороты определяются по формуле (6) и экспериментально на установке ДМ-36.

Описание установки ДМ-36

Блок-схема установки представлена на рис. 2.

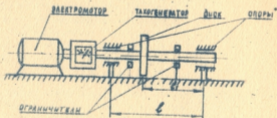


Рис. 2

Установка представляет ось и вал на двух опорах, посередине которого с помощью цапгового зажима закрепляется тяжелый диск с некоторым эксцентриситетом. Вал приводится во вращение электромотором, обороты которого плавно регулируются лаборатор-

ным автотрансформатором.

Одновременно двигатель приводит во вращение тахогенератор (рис. 3), представляющий собой генератор постоянного тока, сила которого измеряется миллиамперметром. Так как сила тока прямо пропорциональна числу оборотов, то для удобства работы шкала миллиамперметра проградуирована в об/м.н.

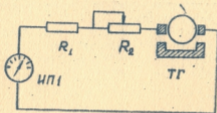


Рис. 3

На валу установлены два кронштейна с полиэтиленовыми втулками, ограничивающие амплитуду колебаний, на одном из них установлен кнопочный переключатель, который при возрастании амплитуды колебаний включает сигнальную красную лампочку, установленную на пульте управления машины.

Конструкцией установки предусмотрена возможность изменения жесткости вала, для этого задняя опора может перемещаться, а также возможность изменения массы диска путем насадки на вал дополнительных грузов.

Проведение работы

1. Передвинув защитный кожух в нерабочее положение (крайне - правое) определяют жесткость вала, для этого устанавливают на диск индикатор и, приложив к диску груз $P = 100\text{H}$, находят прогиб (по индикатору) f в мм. Тогда жесткость вала

$$c = \frac{P}{f} \left[\frac{\text{H}}{\text{мм}} \right].$$

2. Подсчитывают статический прогиб вала:

$$f_2 = \frac{G + 0,5 G_6}{C},$$

где G - вес диска;

G_6 - вес вала.

3. Подсчитывает критическое число оборотов вала,

$$n_{кр} = 300 \sqrt{\frac{f}{f_2}} \left[\frac{об}{мин} \right].$$

4. Снимает индикатор и подвеску с грузом, закрывает кожух и включает электродвигатель.

5. Плавно увеличивает число оборотов до зажигания красной лампочки, замечает по шкале число оборотов перед резонансом $n'_{кр2}$, затем уходит в закритическую область и возвращается назад, замечая $n''_{кр2}$, находят

$$n_{кр2} = \frac{n'_{кр2} + n''_{кр2}}{2}$$

6. Находят разность

$$\Delta\% = \frac{n_{кр} - n_{кр2}}{n_{кр}} \cdot 100\%.$$

В случае желания продемонстрировать влияние жесткости вала или веса диска изменяют расстояние или положения диска на валу и затем работа проводится в той же последовательности, что и в пункте I.

Ответственный за выпуск А.Я. Кравец

Редактор-корректор С.П. Гевло.

Подписано к печати 16/IX-1974 г.

Усл. п. л. 0,3. Тираж 150. Заказ 424. Бесплатно.

Изготовлено на ротарите в типографии УАН

Харьков, 84

