

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачёва»

Кафедра информационных и автоматизированных
производственных систем

Регистрация свободных колебаний

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
«Динамические процессы горных машин и оборудования»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»,
специализации «Горные машины и оборудование»,
всех форм обучения

Составители В. Н. Ермак
М. Ю. Дрыгин

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 7 от 01.03.2017
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
направления 21.05.04.09
Протокол № 7 от 25.03.2017
Электронная версия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2017

Цель и задачи занятия

Цель занятия – дать студенту представление об основных характеристиках свободных колебаний упруго подвешенной массы.

Задачи:

1. На движущемся листе бумаги записать колебания при двух разных отклонениях массы от положения равновесия;
2. Убедиться в независимости периода колебаний от амплитуды.

Краткие сведения из теории

Записать колебания – это значит построить каким-нибудь механическим способом график координаты x колеблющейся массы m в зависимости от времени t (рис. 1).

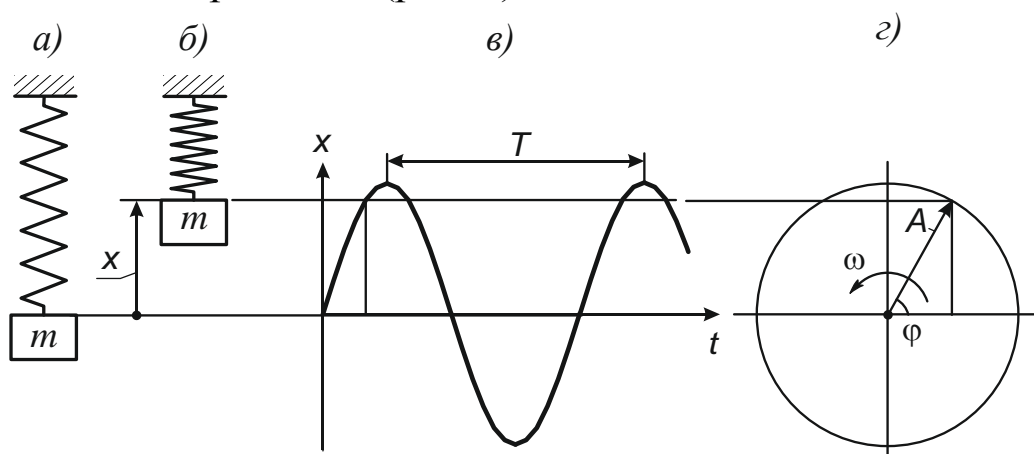


Рис. 1

Координату отсчитывают от положения равновесия а) до текущего положения б). Если масса, проходя положение равновесия, двигалась вверх, то график зависимости $x(t)$ будет представлять собой синусоиду в). При других начальных условиях синусоида сдвинется по горизонтали вплоть до превращения её в косинусоиду. В любом из этих случаев колебания называются гармоническими.

Колебания характеризуются, прежде всего, периодом T и частотой ν . Период T – это время одного колебания. Частота – это количество колебаний в секунду:

$$\nu = 1/T. \quad (1)$$

Некоторые формулы теории колебаний становятся проще, если колебания характеризовать так называемой круговой частотой. В чём суть этого понятия?

Как математическая кривая синусоида изображает закон изменения проекции на ось x вектора A (см. рис. 1, z), вращающегося с постоянной угловой скоростью ω :

$$x = A \sin \varphi = A \sin \omega t.$$

Угловую скорость ω и называют круговой частотой колебаний.

Используя вектор A , можно сказать, что обычная частота – это количество оборотов вектора в секунду. Из такого представления обычной частоты следуют формулы:

$$\omega = 2\pi\nu, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (2), (3)$$

Описание оборудования

В оборудование входит переналаживаемый стенд (рис. 2, a), уровень, пружина $\varnothing 30$ мм, груз массой 5 кг, S-образный удлиннитель.

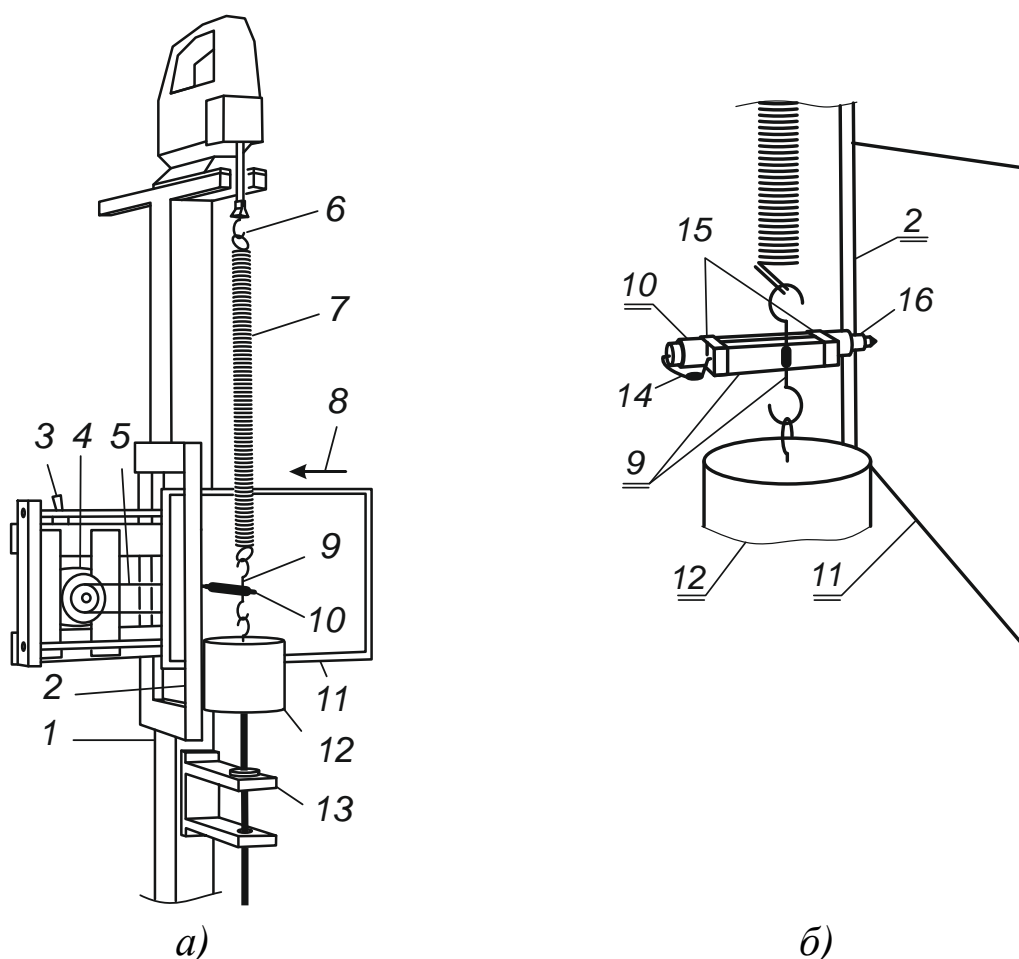


Рис. 2

Масса 12 , колебания которой подлежат исследованию, подвешивается к пружине 7 через держатель 9 маркера 10 . Более подробно устройство держателя показано на рис. 2, $б$.

Держатель охватывает маркер в двух местах тонкими стальными полосками 15, допускающими продольное движение маркера. Постоянный контакт маркера с бумагой, закреплённой в канцелярском планшете 11, обеспечивает V-образная пружина 14.

Планшет протягивается электродвигателем 4 (см. рис. 2, а). Протяжка осуществляется нитью 5, охватывающей шкив электродвигателя. На нити закреплена бусинка. Она тянет планшет за вилку, расположенную на тыльной стороне планшета. Двигатель включают и выключают тумблером 3.

При записи планшет движется по стрелке 8. От смещения в сторону движения планшета маркер удерживается линейкой 2. Обратное движение сообщается планшету вручную. Одновременно с этим движением привод вращают за шестерню, сидящую на одном валу со шкивом. От раскачивания в поперечном направлении массу удерживает кронштейн 13.

Порядок работы

1. При помощи уровня и регулировочных винтов, расположенных в основании стенда, выставить стойку 1 по вертикали.
2. Собрать в единую цепь пружину 7, держатель 9 и груз 12.
3. Крюк 6 развернуть так, чтобы ось держателя располагалась перпендикулярно плоскости планшета.
4. Снять планшет и с помощью зажимов закрепить на нём лист машинописной бумаги. Под зажим положить полоску картона: она будет прикрывать бумагу перед записью колебаний.
5. Вращая привод 4 за шестерню, отвести бусинку, закреплённую на нити 5, в правое положение на расстояние 2–3 см от второго шкива ниточной передачи.
6. Установить планшет на место. При этом проследить за тем, чтобы вилка, расположенная на тыльной стороне планшета, охватила нить привода.
7. Отвести планшет в исходное положение, показанное на рисунке. Чтобы запись колебаний заполняла лист бумаги полнее, зажим планшета располагают заподлицо с правой кромкой линейки 2.
8. Распаковать маркер и, отведя вверх пружину 14 (см. рис. 2, б), вставить его в держатель. Пружиной подпереть маркер с торца. Пишущий стержень маркера должен касаться полоски картона, а пластиковый конец 16 – кромки линейки 2. Если это не достигается, обжать пружину 14.

9. Карандашом отметить на линейке 2 положение равновесия массы.
10. Приподнять массу до смыкания витков пружины. Измерить и записать в отчёт высоту подъёма (отклонения массы от положения равновесия).
11. Включить протяжку бумаги. Как только планшет придёт в движение, отпустить массу. Масса начнёт колебаться и пойдёт запись колебаний.
12. Дождавшись остановки протяжки, выключить её тумблером.
13. Возвращая вручную планшет в исходное положение, прочертить маркером нулевую линию – ось времени t (см. рис. 1, в).
14. Отвести от маркера пружину 14 и отодвинуть маркер от бумаги.
15. Вставить S-образный удлинитель между крючком 6 и пружиной 7.
16. Повторить запись при меньшем в два раза подъёме массы.
17. Извлечь маркер и надеть на него колпачок.
18. Снять бумагу с записями колебаний.
19. Измерить и нанести на записи амплитуды A и графические значения периодов колебаний $\langle T \rangle$ мм (см. рис. 1, в). Амплитуды должны совпасть с отклонениями от положения равновесия, периоды должны получиться одинаковыми, не зависящими от амплитуд.
20. С записей колебаний сделать копию и вставить её в отчёт.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение периоду и частоте колебаний.
2. Что называется круговой частотой колебаний?
3. Покажите амплитуду и период колебаний на обеих записях.
4. Как зависит период колебаний от амплитуды?

Литература

Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для втузов. – Москва : Высш. шк., 2005. – 416 с.

Составители
Владимир Николаевич Ермак
Михаил Юрьевич Дрыгин

Регистрация свободных колебаний

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
«Динамические процессы горных машин и оборудования»
для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»,
специализации «Горные машины и оборудование»,
всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 29.05.2017. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 0,3.

Тираж 24 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр УИП КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4 А.