

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Хрусталева Н.В. Лабораторная установка для изучения трения скольжения // V-я Всероссийская научно-практическая конференция «Особенности применения образовательных технологий в процессе обучения и воспитания», 01 – 10 декабря 2017 г. – 0,2 п. л. – URL: http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences

СЕКЦИЯ: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Хрусталева Н.В.

Студент педагогического института, сотрудник СКБ «Хронос»
ФГБУ ПО Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Научный руководитель: Шарыгин Л.Н.

профессор кафедры технологического и экономического образования

г. Владимир, Владимирская область

Российская Федерация

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

Трение в кинематических парах механизмов часто определяет их свойства. Иногда, например о фрикционных механизмах, необходимо выдерживать параметры трения в заданных пределах. Но чаще всего требуется минимизировать силу трения, поскольку за счет трения возрастает сопротивление движению, что приводит к тепловыделению и снижению коэффициента полезного действия механизма. При проектировании механизмов обычно принимают, что сила трения пропорциональна силе

нормального давления и коэффициенту трения. Но давно замечено, что сила трения зависит от множества факторов – шероховатости трущихся поверхностей, природы материалов, скорости движения, контактной площади и т.п. Влияние всех этих факторов складывают в коэффициент трения. Для прецизионных механизмов вычисление трения по табличным коэффициентам оказывается недостаточно точным. Кроме того, появляются новые материалы, которые недостаточно изучены. Данные обстоятельства выдвигают задачу экспериментального изучения трения, нахождения коэффициента трения в некоторых заданных условиях.

Предлагаем основные технические решения по созданию установки для определения коэффициента трения при поступательном движении. Конструктивная схема установки приведена на рис. 1.

Установка монтируется на лабораторном столе 1 с горизонтальной столешницей. Имеется также электрический блок с источником вторичного электропитания и блоком электроники. Параметры трения выявляются при движении закрепленной винтами 2 с потайной головкой на ползуне 3 пластины 4 относительно пластины 5, которая винтами 6 закреплена на лабораторном столе. Привод ползуна представлен электродвигателем 7, на валу ротора которого закреплен шкив 8. Связь с ползуном осуществляется гибким тросом 9. Для реализации электропитания ползуна и передачи измерительной информации предусмотрен бессердечный трансформатор. Одна обмотка 10 трансформатора намотана на каркас 11, который закреплен винтами 12 на стойке 13 лабораторного стола. Вторая обмотка 14 трансформатора намотана на каркас 15, который винтами 16 закреплен на ползуне 3. Предусмотрен достаточно большой кольцевой зазор между двумя частями трансформатора.

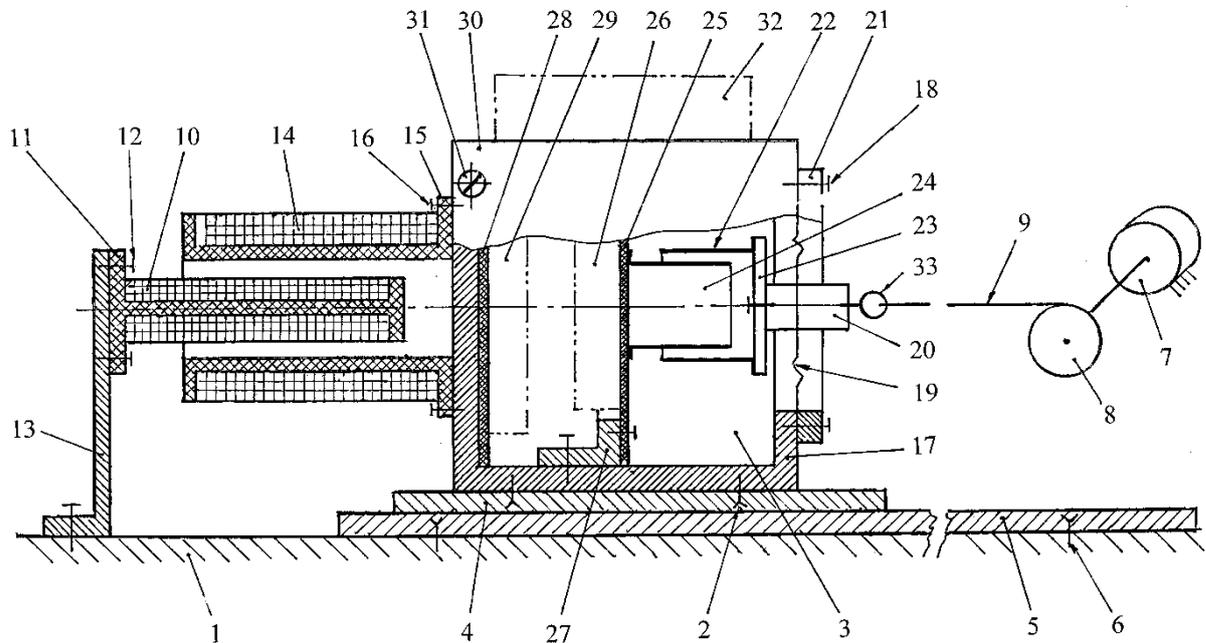


Рис. 1 Конструктивная схема установки

Ползун призван обеспечить силу нормального давления и получение первичной информации о силе трения. Имеется корпус 17 П-образной

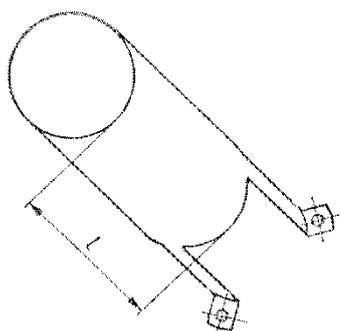


Рис.2.Форма обкладки конденсатора

формы. На корпусе имеется круглое отверстие, соосно с которым винтами 18 закреплен мембранный блок, состоящий из гофрированной мембраны 19 с жестким центром 20. Соединение мембраны с жестким центром и кольцом 21 выполнено обычным образом – закольцовкой.

Мембрана выполняет функцию первичного преобразования силы, т.е. преобразует силу трения в деформацию. В качестве вторичного преобразователя используется цилиндрический конденсатор. Подвижная обкладка 22 конденсатора

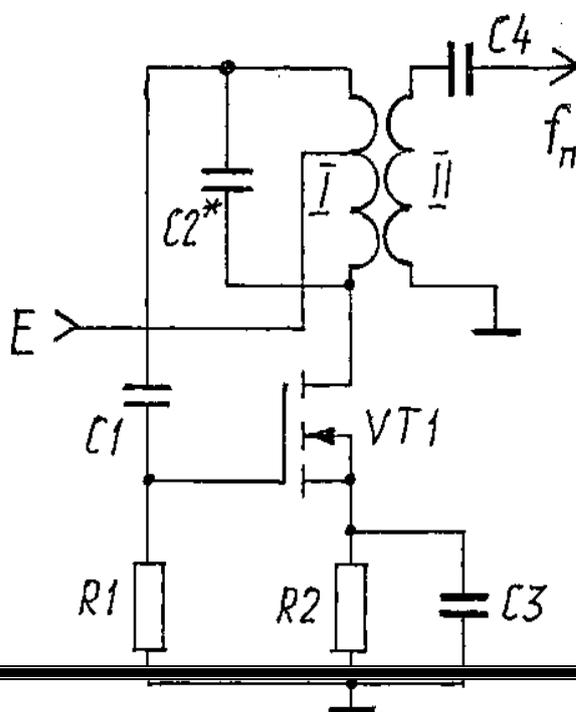
Как отмечено выше в состав установки входит электрический блок, содержащий регулируемый выпрямитель для питания напряжением U электродвигателя привода 7, питанием переменным напряжением секции 10-а трансформатора, а в случае автономного исполнения установки – электронным блоком обработки сигнала ползуна с индикатором результата. В этом случае первым каскадом электронного блока будет полосовой фильтр.

Блок вторичного электропитания 29 ползуна содержит выпрямитель на диодах VD1-VD4, фильтр нижних частот в составе конденсаторов C1, C2 и дросселя Др, электронный стабилизатор по схеме общего коллектора на транзисторе VT со стабилитроном VD5. Выходное напряжение E служит для питания автогенератора 26.

Автогенератор (рис.4) собран по схеме индуктивной трехточки на базе полевого транзистора VT с каналом n-типа. Частота генерации

$$f_n = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C^*}} \quad (1)$$

где L_1 – индуктивность первичной обмотки трансформатора цепи стока транзистора VT;



C^* - электрическая емкость цилиндрического конденсатора.

Величина электрической емкости цилиндрического конденсатора, образованного обкладками 22, 24 равна

$$C^* = \frac{2\pi\epsilon_a l}{\ln \frac{r_{24}}{r_{22}}}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_a = \varepsilon_0 \varepsilon$ – абсолютная диэлектрическая проницаемость промежутка;

r_{24}, r_{22} – соответственно внутренний радиус обкладки 24 и внешний радиус обкладки 24;

l – осевая длина перекрытия обкладок.

Осевая длина перекрытия l зависит от осевого смещения жесткого центра 20 мембраны. Расчет мембран ведут по методике [1]. На линейном

участке характеристики справедливо

Рис. 4. Электрическая принципиальная схема автогенератора

соотношение для прогиба δ

$$\delta = \frac{F_{mp} R_{cp}^2}{16D}$$

(3)

где $F_{тр}$ – сила, приложенная к жесткому центру мембраны, т.е. сила трения;

$R_{cp} = \frac{R_{20} + R_{21}}{2}$ – средний радиус мембраны

R_{20}, R_{21} – соответственно внутренний и внешний радиус мембраны (радиус завальцовки);

$D = \frac{E_m h_m^3}{12(1 - \mu^2)}$ – цилиндрическая жесткость мембраны;

E_m, μ, h_m – соответственно модуль упругости первого рода, коэффициент Пуассона и толщина мембраны.

Формулы (2), (3) показывают, что емкость C^* линейно зависит от силы трения $F_{тр}$

$$C^* = K F_{mp}, \quad (4)$$

где константа установки равна

$$K_1 = \frac{\pi \varepsilon_a R_{cp}^2}{8D \ln \frac{r_{24}}{r_{20}}}, \quad (5)$$

Подставляя значение емкости (4) в формулу (1) получим передаточную функцию преобразователя силы

$$f_n = \frac{K_2}{F_{mp}}, \quad (6)$$

где константа K_2 установки через первичные параметры равна

$$K_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{8D \ln \frac{r_{24}}{r_{20}}}{L_1 \pi \varepsilon_a R_{cp}^2}}, \quad (7)$$

Пользуются установкой следующим образом. В соответствии с программой исследования выбирают материалы трущейся пары, изготавливают и крепят пластину 55 стола и пластину 4 ползуна. Размещают ползун 3 вблизи стойки 13. Регулятором электрического блока устанавливают напряжение питания электродвигателя 7, соответствующее требуемой линейной скорости ползуна. Силу нормального давления устанавливают грузом 32. При включении электропитания трос 9 обеспечит перемещение ползуна, следовательно пластины 4 относительно пластины 5. Сила натяжения троса (сила трения) обеспечит деформацию мембраны 19, соответственно смещение подвижной обкладки 24 конденсатора. Частота автогенератора 25 переданная через обмотки 14-б и 14-а трансформатора будет обработана по формуле (6), результат вычисления отражен на индикаторе электрического блока. Если установка изготавливается не автономным вариантом, то вычисление производится компьютером. Искомый коэффициент трения находят делением силы трения на силу нормального давления.

Таким образом, предлагаемая установка проста в обращении, позволяет находить коэффициенты трения любых материалов при различных значениях площади, скорости и нормального давления.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Список использованной литературы:

1. Андреева, Л.Е. Упругие элементы приборов / Л.Е. Андреева. – М.:Машгиз, 1962.-456 с.
2. Муромцев, Д.Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин, О.А. Белоусов. – Ростов н/Д: феникс, 2013.-540 с.
3. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Под ред. Е.П. Осадчего. – М.: Машиностроение, 1979.-480 с.

Опубликовано: 07.12.2017 г.

© Академия педагогических идей «Новация», 2017

© Хрусталева Н.В., 2017