

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](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Кухваева А.Н., Желтухина Л.В. Лабораторная установка для исследования мальтийского механизма» // 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](http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences)*

### **СЕКЦИЯ: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**Кухваева А.Н. Желтухина Л.В.**

Студенты педагогического института, сотрудники СКБ «Хронос»

ФБГУ 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 ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЬТИЙСКОГО МЕХАНИЗМА**

Предложена лабораторная установка, предназначенная для лабораторного практикума по курсу «Теория механизмов и машин, детали машин».

Мальтийские механизмы относятся к классу механизмов прерывистого движения и служат для преобразования вращательного движения, обычно равномерного, в движение вращательного с периодическими остановками определенной продолжительности. Наибольшее распространение получили

мальтийские механизмы с внешним зацеплением и четырехпазовым крестом [1,3,4].

В предлагаемой лабораторной установке мальтийский механизм представлен кривошипом 1 крестом 2 и цевкой 3 – см. рис.1. На рис.2 приведены необходимые обозначения.

Монтажной основой установки служит корпус 4. В подшипниках 5 корпуса установлен вал 6 креста, а в подшипниках 7-вал 8 кривошипа. На верхней консольной части вала креста закреплён фланец 9 с крепежными резьбовыми отверстиями 10 для установки нагрузочных дисков, имитирующих момент инерции нагрузки механизма. На нижней консольной части вала креста с помощью фланца 11 закреплён датчик 12 углового ускорения. Датчик выполнен единым блоком с кольцевым токосъемником, имеющим внешние подпружиненные меднографитовые щетки, которые электрически соединены с клеммами 13 установки.

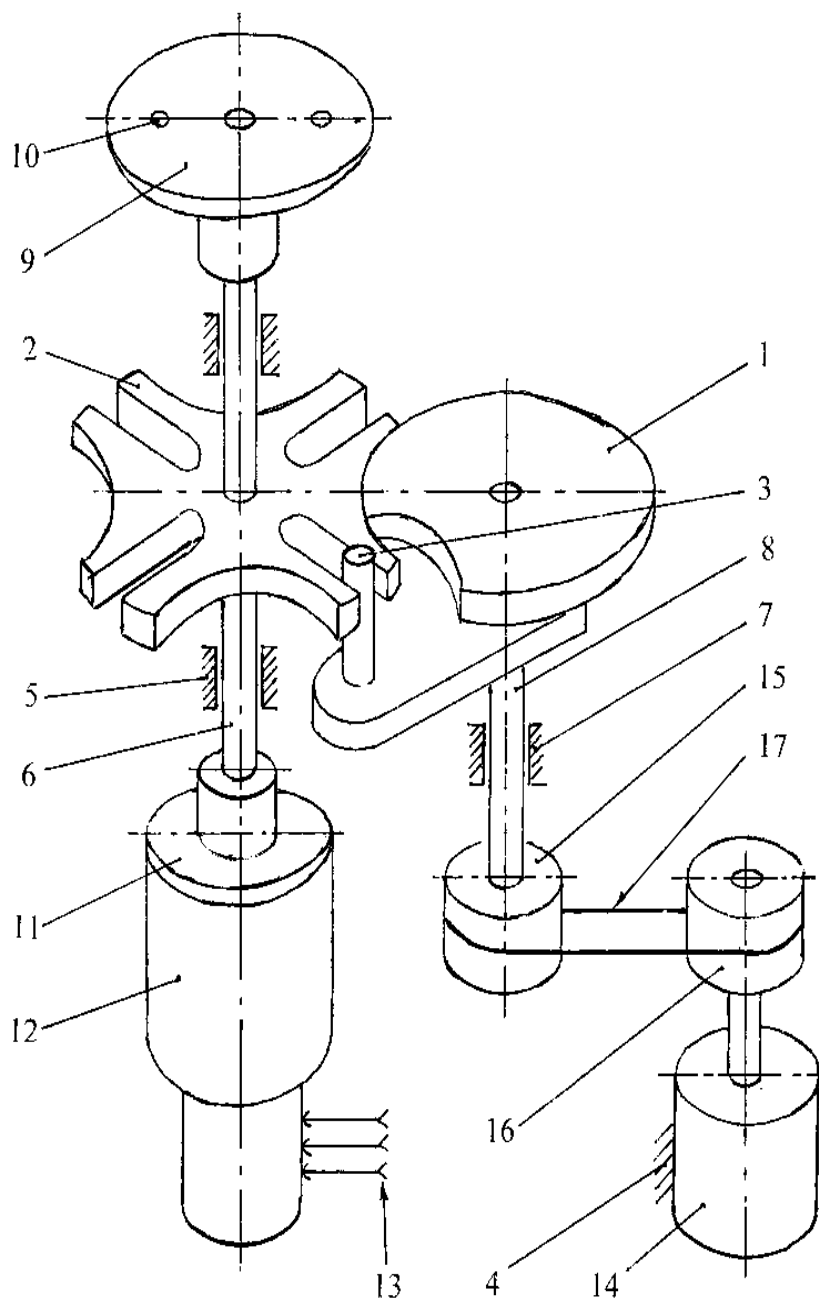
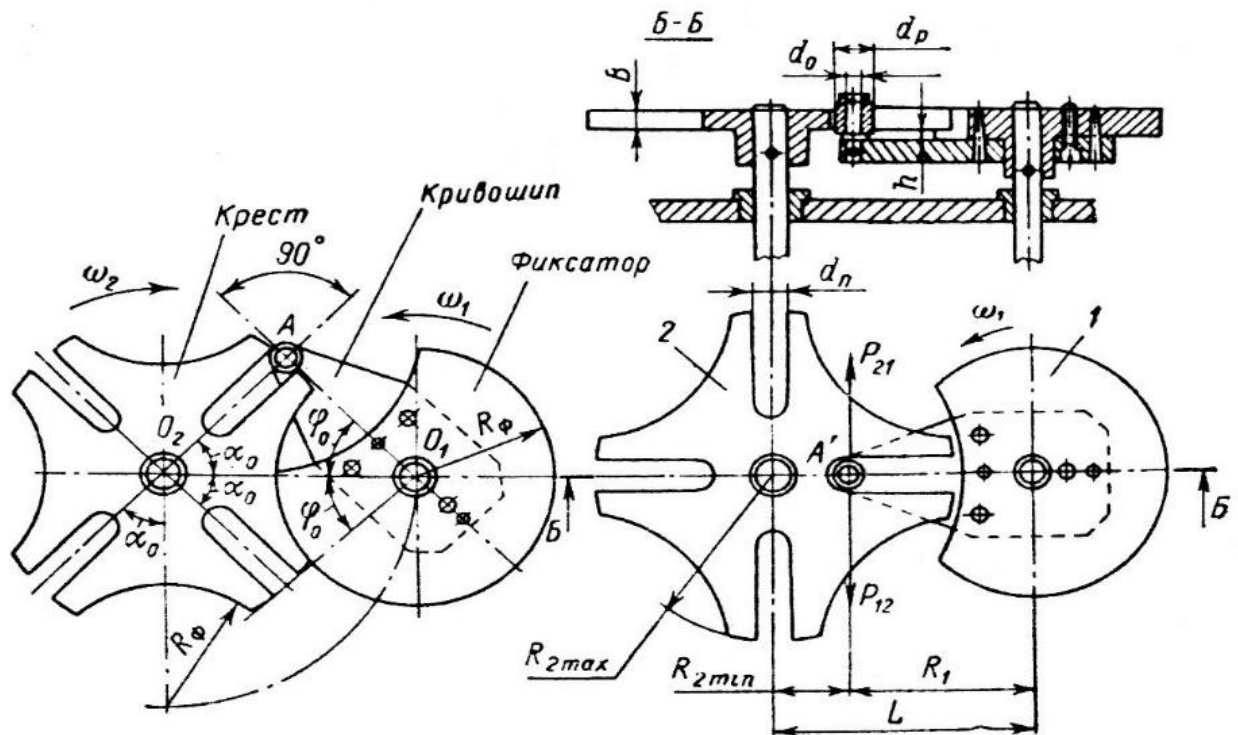


Рис.1. Конструктивная схема установки

Привод кривошипа представлен электродвигателем постоянного тока 14 клиноременной передачей составленной шкивом 15 вала кривошипа шкивом 16 вала электродвигателя и ремнем 17. При проектировании



установки учтены рекомендации литературы [2,5]. В комплект установки входят: тахометр для измерения частоты вращения электродвигателя 13, электроннолучевой осциллограф С1-17 для наблюдения и измерения выходного сигнала датчика углового ускорения, регулируемый блок питания электродвигателя и набор дисков разных осевых моментов инерции имитирующих параметры нагрузки механизма. Диски устанавливаются на фланец 9 и крепятся винтами с использованием резьбовых отверстий 10.

Рис.2. Геометрические параметры механизма

Геометрическими параметрами мальтийского механизма являются: межосевое расстояние  $L = O_1O_2$  радиус кривошипа  $R_1 = O_1A$ , число пазов  $z=4$  креста, расчетные радиусы креста  $R_{2max}$  и  $R_{2min}$ , углы  $\alpha_0$  и  $\varphi_0$ .

Для нормальной работы механизма необходимо, чтобы в момент входа цевки в паз креста и в момент выхода цевки из паза угол между радиусом кривошипа и осью паза был равен  $\pi/2$ , т.е.  $O_1A \perp O_2A$ . Кинематическими параметрами мальтийского механизма являются: период цикла  $T$ , наибольшая угловая скорость креста  $\omega_{2\max}$ , наибольшее угловое ускорение креста  $\varepsilon_{2\max}$  и угловые ускорения в начальный  $\varepsilon_{2\text{нач}}$  и конечный  $\varepsilon_{2\text{кон}}$  моменты движения креста при постоянной угловой скорости кривошипа (рад/с)  $\omega_1 = \pi n / 30$ . Характер законов движения креста  $\omega_2 = f(\varphi)$  и  $\varepsilon_2 = f(\varphi)$  показан на рис.3. В процессе выполнения лабораторной работы студент изучает методы экспериментального исследования, в частности знакомится с методикой измерения углового ускорения. Поэтому сначала поясним устройство датчика угловых ускорений – рис.4.

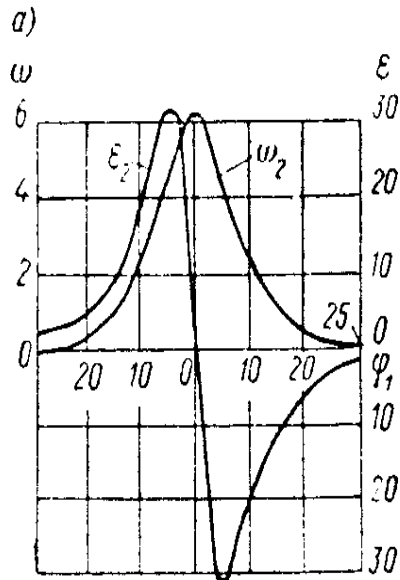


Рис. 3. Типовые характеристики механизма

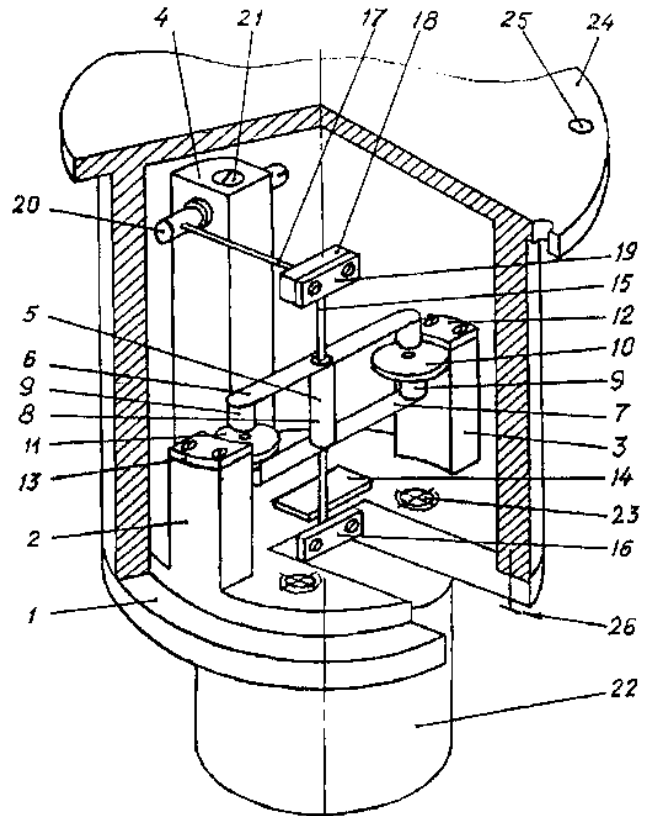


Рис. 4. Конструктивная схема датчика ускорений

Монтажной основой датчика служит корпус 1, имеющий стойки 2,3 и 4. Чувствительный элемент 5 представляет собой осесимметричное тело, составленное из двух плоских прямоугольного сечения магнитопроводов 6,7, закрепленных на торцах магнитопроводной втулки 8. На концах магнитопроводов чувствительного элемента установлены (приклеены) постоянные магниты 9 осевой намагниченности. Каждая пара постоянных магнитов образует магнитный зазор, при этом направление осевой намагниченности постоянных магнитов в паре одинаково.

**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](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

В магнитных зазорах чувствительного элемента свободно размещены плоские бескаркасные катушки 10,11, закрепленные, соответственно, на стойках 2,3 с помощью накладок 12.13 и винтов. Катушки изготавливают путем намотки на оправках с пропиткой клеєм(лаком). В качестве моточного провода применяют провода марок ПЭЛ и ПЭВ. Электрические выводы катушек образованы концами моточного провода. Эти концы моточного провода катушек закреплены по поверхностям стоек и корпуса компаундом и подключены пайкой к контактным площадкам кроссплаты 14.

Пространственное положение чувствительного элемента обеспечивает упругая ось 15, представляющая собой растяжку – плоскую натянутую пружинную ленту. Растяжка одним концом закреплена на корпусе с помощью накладки 16 и винтов. Натяжение растяжки реализуется за счет рессоры 17, на консольном конце которой закреплено основание 18 тискового крепления второго конца растяжки. Другим элементом этого тискового крепления служит накладка 19, которая присоединяется к основанию винтами. Рессора представляет собой упругую балку, например, круглого сечения. Заделка рессоры выполнена в виде поворотного шарнира, который образован валом 20 и отверстием стойки 4 корпуса. Заделочный конец рессоры жестко соединен с валом (например, запрессовкой). Рабочее угловое положение вала шарнира заделки рессоры фиксируется винтом(фиксатором) 21. Крепление растяжки во втулку чувствительного элемента осуществляется с помощью четырех (по два с каждой стороны) полукруглых клиньев, при этом чувствительный элемент располагают в средней части растяжки.

Для трансляции измерительной информации (ЭДС) с катушек магнитоэлектрического преобразователя на регистрирующую аппаратуру предусмотрен токосъемник 22. Электрическое соединение выводов катушек магнитоэлектрического преобразователя на регистрирующую аппаратуру предусмотрен токосъемник 22. Электрическое соединение выводов катушек магнитоэлектрического преобразователя с электропроводными кольцами токосъемника осуществляется монтажным проводом например марки МГЦВ-0,12. Концы монтажного провода подпаиваются к внутренней стороне электропроводных колец токосъемника и соответствующим контактным площадкам кроссплаты.

Индукцируемая в каждой катушке ЭДС определяется векторным произведением

$$\vec{e} = \vec{B} \vec{l} S \vec{V},$$

(1)

где  $\vec{B}$  - вектор магнитной индукции поля зазора;

$\vec{V}$  - вектор линейной скорости осевой линии катушки относительно поля зазора;

$\vec{l}$  - направление витков катушки;

$S$  - эффективная площадь перекрытия катушки магнитным зазором.

Поясним принцип образования информационной ЭДС-формула(1). Поскольку датчик симметричен, достаточно рассмотреть взаимодействие магнитного поля одной пары магнитов с одной катушкой. Полагая, что величина магнитного зазора мала по отношению к диаметрам постоянных магнитов можно пренебречь эффектом выпучивания поля зазора и принять поле зазора однородным по сечению и равным сечению магнитов.



На рис.5 сечение поля зазора показано кругом радиуса  $R_9$ , катушка внешним радиусом  $R_{10}$  (внутренний радиус от технологической отправки не обозначен). Если крутильные колебания исследуемого объекта отсутствуют, то рассматриваемые элементы преобразователя датчика вращаются с одинаковой угловой частотой -рис.5-а. При этом условии нет относительного смещения катушки и зазора, относительная линейная скорость  $V$  равна нулю, ЭДС так же равна нулю. Появление ускорения вызывает смещение катушки относительно чувствительного элемента. В текущий момент времени катушка смещена на угол (рис.5-б) и ее линейная скорость равна

$$V = R_5 \frac{d\varphi}{dt} ,$$

(2)

где  $R_5$  – межосевое расстояние растяжка-катушка.

На всех частях витков катушки, перекрытых полем зазора будет индуцироваться ЭДС, но ее полярность будет разная, в зависимости от направления витков катушки 1. В результате ЭДС датчика по этой катушке будет соответствовать алгебраической сумме ЭДС двух частей витков. Т.к. толщина катушки постоянна, то количество частей витков, участвующих в образовании суммарной ЭДС можно рассматривать как величину пропорциональную разности площади зазора части витков одного направления 1 и другого. Это и есть эффективная площадь перекрытия  $S$ . С увеличением угла эффективная площадь перекрытия будет соответствовать обозначению на рис.5-в.

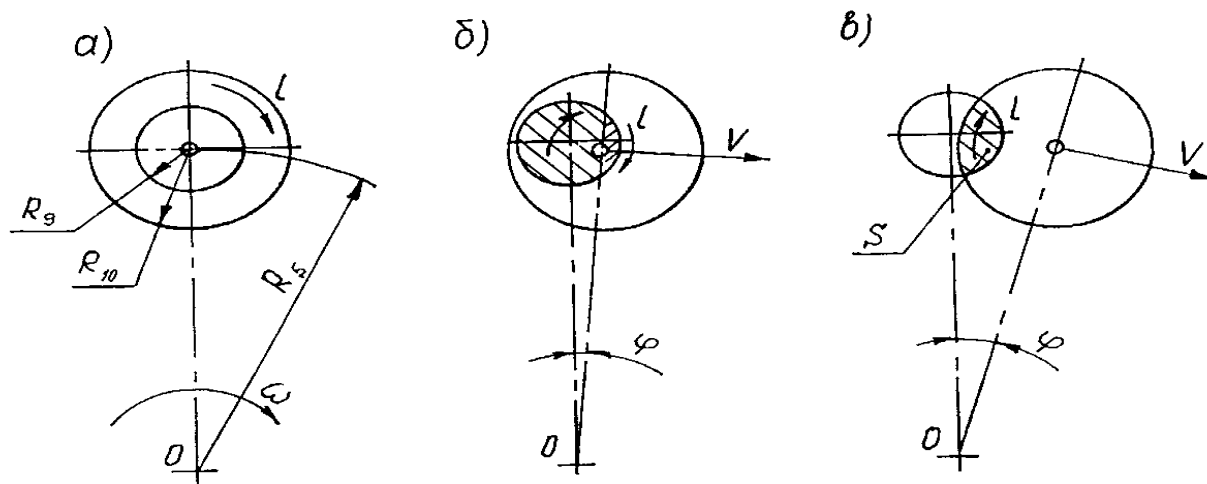


Рис.5. Относительное положение элементов датчика при образовании измерительного сигнала

Таким образом, предлагаемая установка позволяет организовать лабораторную работу, в которой изучается мальтийский механизм и осваивается методика проведения эксперимента. В виде отдельного документа студенту выдаются методические указания по выполнению лабораторной работы.

#### Список использованной литературы:

1. Гулиа, Н.В. Детали машин / Н.В. Гулиа, В.Г. Клоков, С.А. Юрков-СПб.: издательство «Лань», 2013.-416 с.
2. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств: учебное пособие / Л.Г. Муханин.-СПб.: издательство «Лань», 2016.-272 с.
3. Первицкий, Ю.Д. Расчет и проектирование точных механизмов: учебное пособие / Ю.Д. Первицкий.-Л.: Машиностроение, 1976.-456 с.
4. Чмиль, В.П. Теория механизмов и машин / В.П. Чмиль.-СПб.: издательство «Лань», 2016.-288 с.
5. Шарыгин, Л.Н. Проектирование конкурентоспособных технических изделий: учебник / Л.Н. Шарыгин.-Владимир: издательство ВИТ-принт, 2013-290 с.

Опубликовано: 07.12.2017 г.

© Академия педагогических идей «Новация», 2017

© Кухваева А.Н., Желтухина Л.В., 2017

**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](http://akademnova.ru)

**e-mail:** [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

**Для заметок**