

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматизации производственных процессов

## **ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО ПУТЕВОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Технические средства автоматизации»  
для студентов специальности 220301 – «Автоматизация  
технологических процессов и производств  
(в машиностроении)»**

**Курган 2007**

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: "Технические средства автоматизации"

Составил: канд. техн. наук, доцент Н.Б.Сбродов

Утверждены на заседании кафедры АПП « 06 » ноября 2007 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«   » \_\_\_\_\_ 2007 г.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Применение средств микропроцессорной техники позволило поднять на качественно новый уровень функциональные возможности и повысить надежность систем электроавтоматики современного промышленного оборудования. Однако наиболее слабым звеном систем электроавтоматики являются часто путевые выключатели, особенно если это электроконтактные устройства. Такое положение связано, в первую очередь, с необходимостью устанавливать путевые выключатели непосредственно у рабочих органов технологического оборудования, где имеются тяжелые эксплуатационные условия, обусловленные воздействием неблагоприятных факторов (вибрации, ударные нагрузки, запыленность, загрязнения, смазочно-охлаждающие жидкости и т.д.). Размещение путевых выключателей у рабочих органов оборудования накладывает ограничение и на их габаритные размеры. Таким образом, повышение требований к быстродействию, частоте переключений, надежности, габаритам определило необходимость создания бесконтактных путевых выключателей.

Целью лабораторной работы является изучение конструкции, принципа действия бесконтактного путевого выключателя и экспериментальное исследование его основных характеристик.

## **1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ**

Путевые выключатели предназначены для получения управляющих сигналов в определенных точках пути перемещающегося рабочего органа или какого-либо вспомогательного устройства станка, промышленного робота и т.п. Если путевые выключатели контролируют крайние положения хода рабочего органа, то их часто называют конечными (концевыми) выключателями.

Путевой выключатель независимо от принципа его работы содержит следующие основные функциональные элементы (рисунок 1):

- 1) управляющий элемент - 1, как правило, жестко связанный с конт-

ролируемым подвижным рабочим органом станка;

2) чувствительный элемент (преобразователь) 2, преобразующий перемещение контролируемого объекта в какую-либо физическую величину;

3) коммутирующий элемент 3, преобразующий непрерывный сигнал, поступающий от преобразователя, в дискретный сигнал состояния выключателя (включено или выключено), поступающий во внешнюю схему управления.

Путевые выключатели могут быть разделены на две большие группы: контактные путевые выключатели и бесконтактные путевые выключатели.

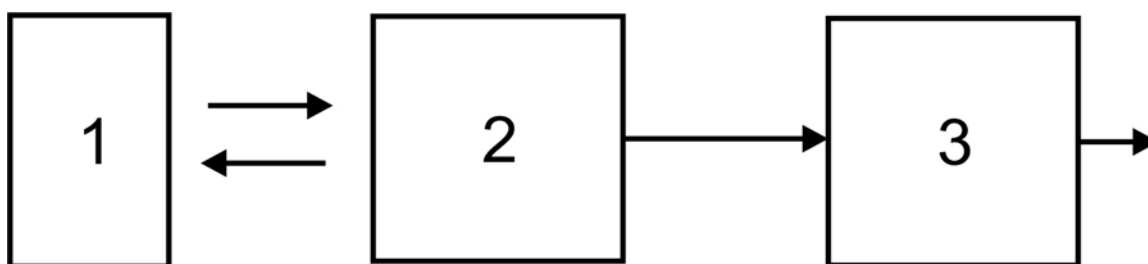


Рисунок 1 – Структурная схема путевого выключателя

В контактных путевых выключателях управляющий элемент непосредственно механически воздействует на чувствительный (приводной) элемент выключателя, а коммутирующим элементом являются электрические контакты, выполняющие переключения во внешней схеме управления. В бесконтактных путевых выключателях в зависимости от положения управляющего элемента, механически не взаимодействующего с выключателем, изменяется какой-либо физический параметр преобразователя. При определенном значении этого параметра изменяется состояние коммутирующего элемента, являющегося часто также бесконтактным устройством.

По физическому принципу действия бесконтактные путевые выключатели классифицируются на индуктивные (рисунок 2), емкостные, фотоэлектрические и др. В настоящее время подавляющее большинство серийно выпускающихся промышленностью бесконтактных путевых выключателей - это индуктивные аппараты, построенные на изменении индуктивности или взаимоиндуктивности.

В свою очередь преобразователи индуктивных путевых выключателей построены преимущественно на основе автогенератора. Принцип действия генераторных индуктивных путевых выключателей основан на изменении при внешнем воздействии параметров колебательного контура генератора. Таким изменяющимся параметром, преобразующим перемещение управляющего элемента в электрический сигнал, является индуктивность колебательного контура или взаимоиндуктивность между катушками контура.

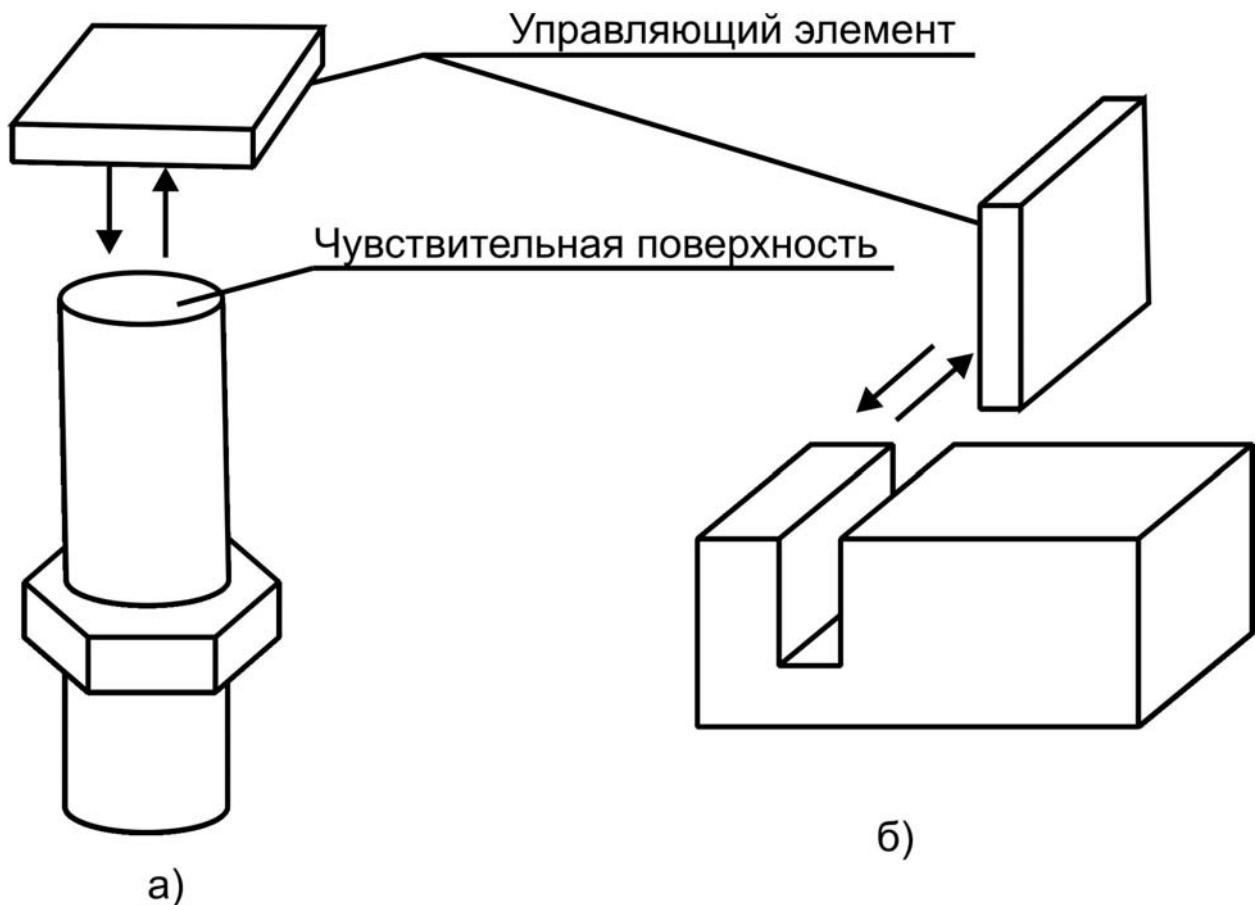


Рисунок 2 – Конструктивное исполнение индуктивных путевых выключателей

По конструктивному исполнению индуктивные бесконтактные путевые выключатели подразделяются на плоскостные (торцевые) и щелевые.

В индуктивных генераторных путевых выключателях торцевого типа (рисунок 2а) управляющий элемент, представляющий собой проводящую пластину, вносит при приближении к чувствительной поверхности возмущение в высокочастотное поле, создаваемое катушкой индуктивности колебательного контура автогенератора. Это приводит к изменению выходного сигнала автогенератора по частоте и по амплитуде. Изменение выходного сигнала автогенератора регистрируется коммутирующим элементом.

В индуктивных генераторных путевых выключателях щелевого типа (рисунок 2б) управляющий элемент входит в щель магнитной системы, изменяя при этом коэффициент взаимоиндукции между обмотками. В зависимости от конкретной схемы автогенератора путевые выключатели щелевого типа могут работать как на срыв генерации при введении управляющего элемента в рабочую зону, так и на возникновении генерации.

## **2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСКОНТАКТНОГО ПУТЕВОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ СЕРИИ «ПИЩ»**

В данной лабораторной работе изучается и исследуется индуктивный генераторный бесконтактный путевой выключатель щелевого типа ПИЩ-6-1. Основные характеристики путевого, выключателя ПИЩ-6-1 следующие:

- 1 Напряжение питания выключателя - 12 В.
- 2 Напряжение питания цепи нагрузки - не более 30 В.
- 3 Максимальный рабочий ток в цепи нагрузки - 80 мА
- 4 Номинальное значение выходного нагрузочного сопротивления при активной нагрузке - 330 Ом при 12 В, 680 Ом при 24 В.

5 Максимальная частота срабатывания при активной нагрузке - не менее 1,0 кГц.

6 Масса - не более 0,08 кг.

Конструкция выключателя показана на рисунке 3, а его электрическая принципиальная схема - на рисунке 4.

В корпусе выключателя 1 по обе стороны щели расположены два броневых ферритовых сердечника 2. На одном сердечнике намотана контурная обмотка  $L_k$  и обмотка положительной обратной связи  $L_{noc}$ , а на втором - обмотка отрицательной обратной связи  $L_{оос}$ . Управление выключателем осуществляется с помощью управляющего элемента (алюминиевой пластины) 3, жестко связанной с рабочим органом контролируемого механизма.

Остальную часть корпуса занимает генератор. Генератор и ферритовые сердечники залиты в корпусе эпоксидным компаундом.

Колебательный контур  $L_k C_k$  (рисунок 4) включен в цепь коллектора транзистора  $VT$ . Обмотки  $L_k$  и  $L_{noc}$  осуществляют положительную обратную связь, а обмотка  $L_{оос}$  с обмоткой  $L_k$  - отрицательную обратную связь. Схема построена так, что при отсутствии внутри щели управляющего элемента отрицательная обратная связь преобладает, и автогенератор не генерирует. Вводимый в щель путевого выключателя управляющий элемент экранирует обмотку  $L_{оос}$  и уменьшает индуктивную связь между обмотками  $L_k$  и  $L_{оос}$ , тем самым уменьшая уровень отрицательной обратной связи. В результате при определенном положении управляющего элемента в контуре возникают незатухающие колебания с частотой несколько килогерц, а во внешней нагрузке, включенной в коллекторную цепь транзистора  $VT$ , появляется большой выходной ток.

Если внешней нагрузкой является обмотка электромагнитного реле  $K$  (рисунок 4), то реле срабатывает, а его контакты формируют сигнал о включенном состоянии путевого выключателя.

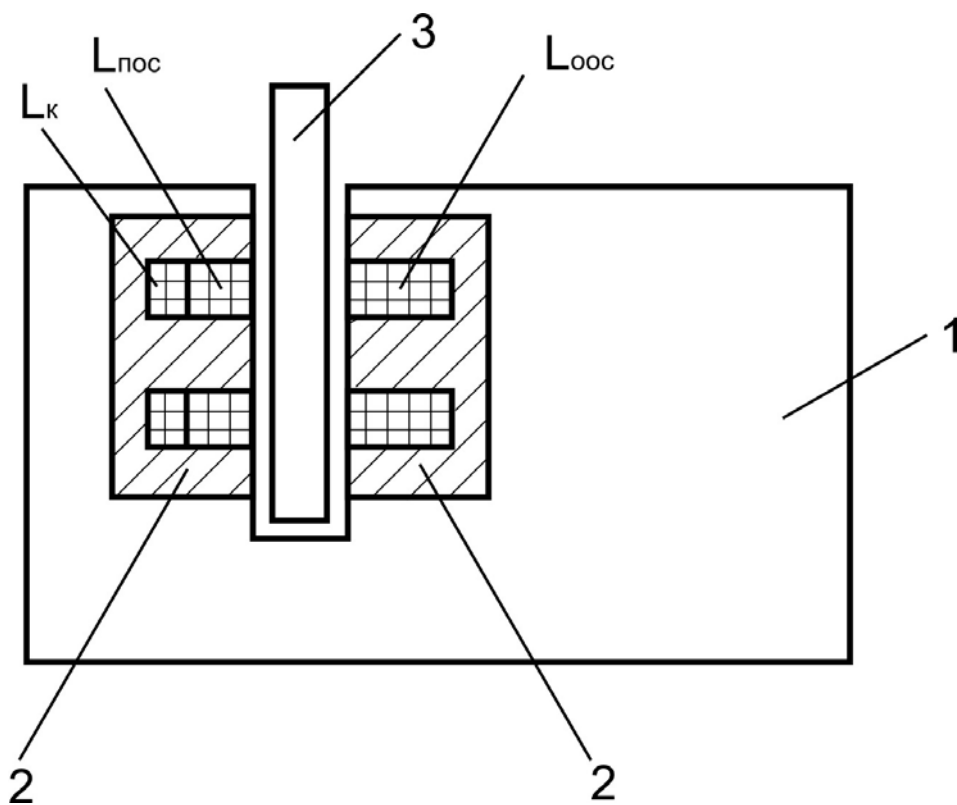


Рисунок 3 - Конструкция путевого выключателя серии ПИЩ

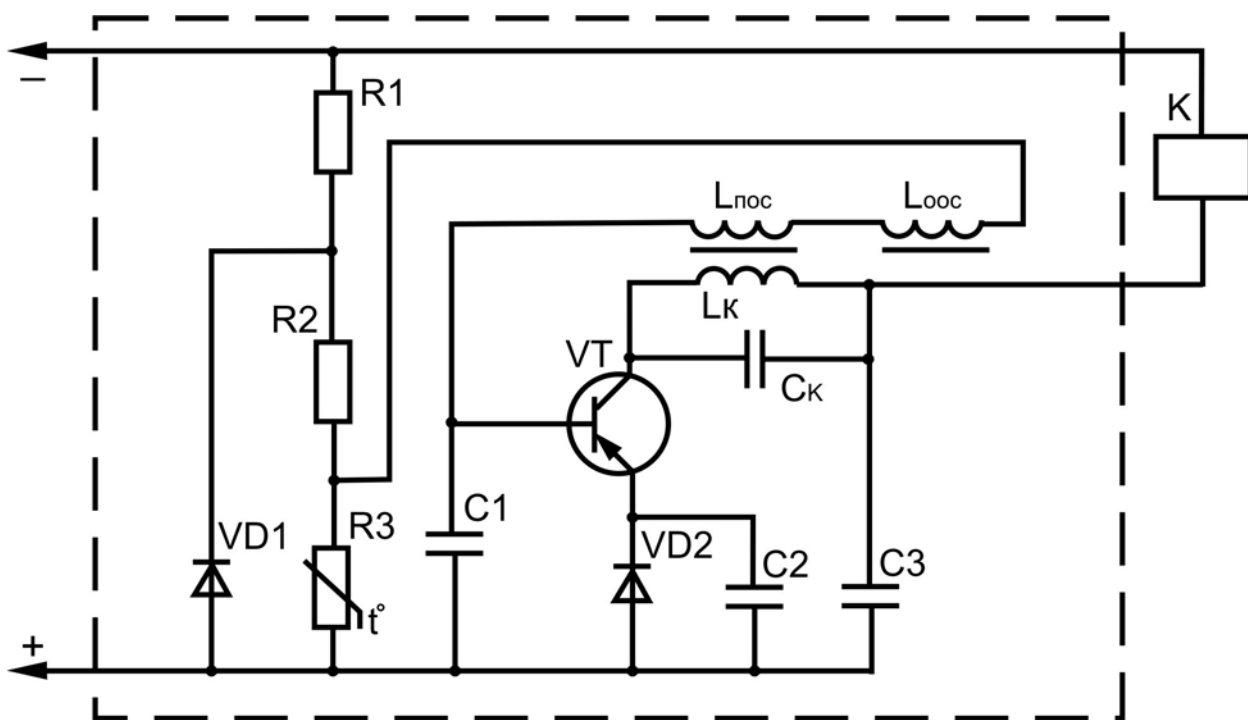


Рисунок 4 - Электрическая принципиальная схема путевого выключателя



После выхода управляющего элемента из щели путевого выключателя под действием отрицательной обратной связи от обмотки  $L_{оос}$  генераторный режим прекращается и внешнее реле  $K$  отключается.

Для стабилизации коллекторного тока при колебаниях температуры применен нелинейный делитель напряжения на резисторах  $R1$ ,  $R2$  и терморезисторе  $R3$ . Стабилизация напряжения питания осуществляется стабилитроном  $VD1$ . Диод  $VD2$ , включенный в цепь эмиттера, создает нелинейную стабилизирующую связь, которая дополнительно стабилизирует ток коллектора.

Электрическая схема подключения активной нагрузки  $R_n$  к путевому выключателю  $SQ$  показана на рисунке 5а. Электрическая схема подключения индуктивной нагрузки (обмотки электромагнитного реле  $K$ ) показана на рисунке 5б. Диод  $VD$ , подключенный параллельно обмотке реле, служит для закорачивания токов от противоЭДС, наводимой в обмотке при отключении путевого выключателя.

### 3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

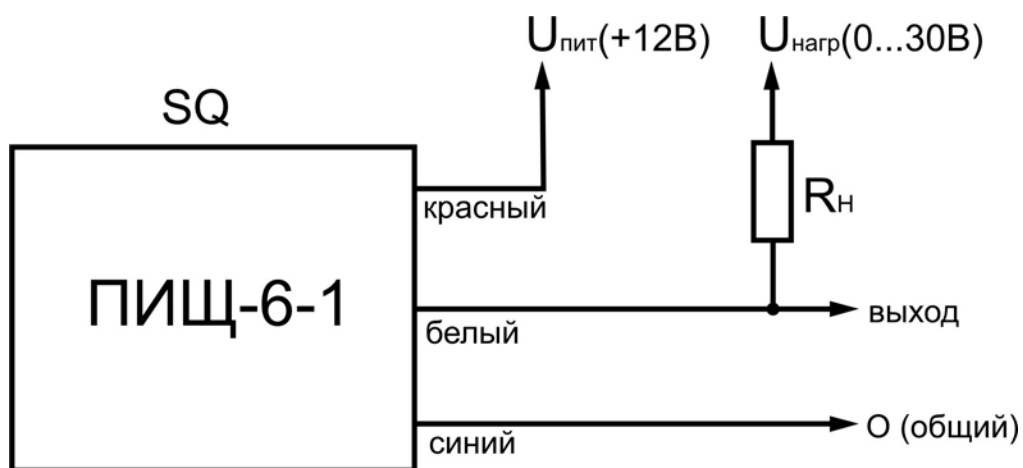
Исследование основных характеристик бесконтактного путевого выключателя ПИЩ-6-1 выполняется на лабораторном стенде. Общий вид передней панели стенда приведен на рисунке 6.

Стенд содержит исследуемый бесконтактный путевой выключатель 1, управляющий элемент 2, механизмы перемещения 3 управляющего элемента с удлинительным стержнем 4, микрометр 5, регулируемый источник питания путевого выключателя  $G1$ , блок питания нагрузки  $G2$ . На передней панели изображена электрическая схема подключения исследуемого путевого выключателя к нагрузке (контрольной лампе  $HL$ ) и блокам питания  $G1$  и  $G2$ .

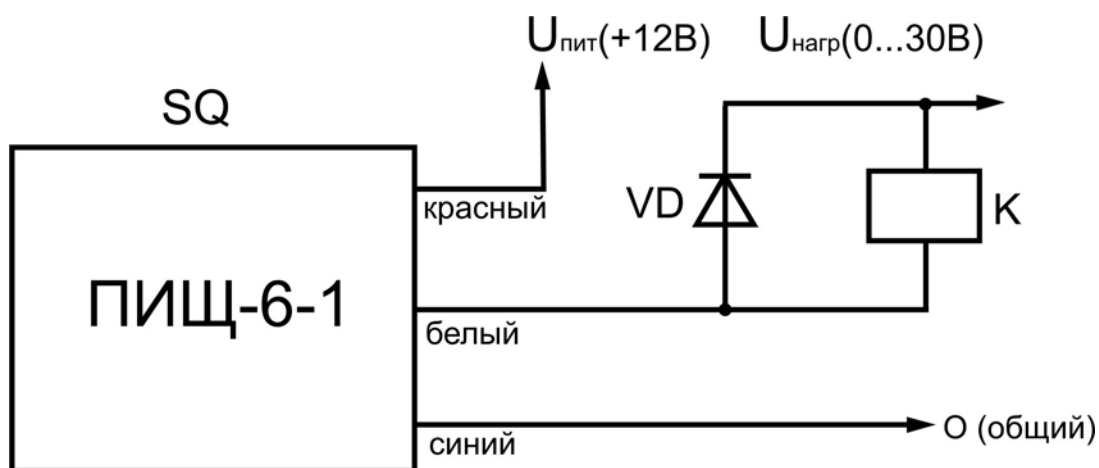
Регулирование величины напряжения питания путевого выключателя производится потенциометром 6 "Регулирование  $G1$ ". Измерение величины выходного напряжения источника питания  $G1$  выполняется посредством вольтметра 7, имеющего шкалу 0 - 15 В.

Включение стенда производится тумблером 8 "Сеть". Включённое состояние стенда индицируется лампой 9. Перемещение управляющего элемента осуществляют путём вращения винта 10 механизма перемещения.

В комплекте стенда имеется набор сменных управляющих элементов, изготовленных из различных металлов (алюминий, сталь, латунь). Крепление управляющего элемента на механизме перемещения выполняют с помощью винта.



а)



б)

Рисунок 5 – Электрические схемы подключения нагрузки

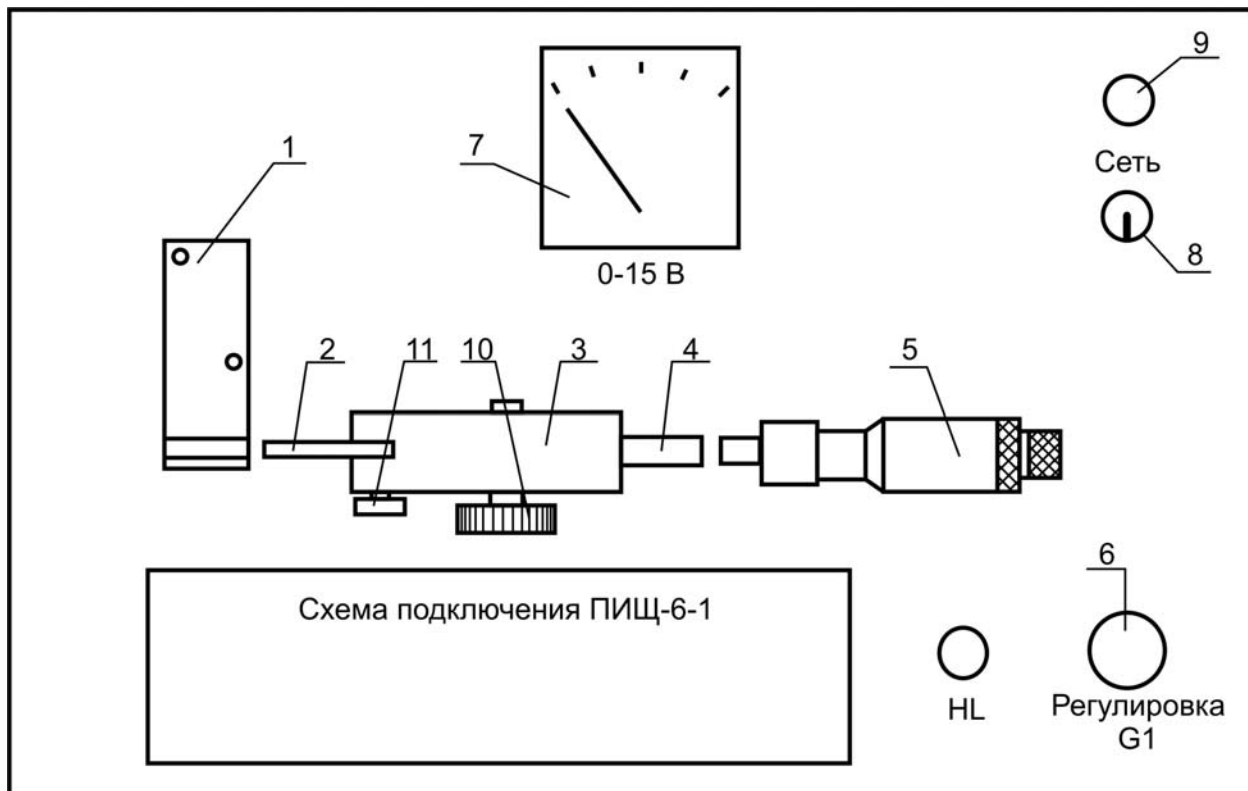


Рисунок 6 – Общий вид передней панели стенда

#### 4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Подготовить стенд к работе. Для этого выполнить следующее:

- а) винт микрометра вывести вправо;
- б) установить механизм перемещения в исходное среднее положение, соответствующее выведенному из щели путевого выключателя управляющему элементу;
- в) установить и закрепить винтом 11 (рисунок 6) на механизме перемещения управляющий элемент, изготовленный из алюминия;
- г) вывести потенциометр "Регулировка *G1*" по часовой стрелке в крайнее положение соответствующее максимальному значению напряжения питания путевого выключателя.

2 Включить стенд тумблером "Сеть".

3 Установить с помощью потенциометра "Регулировка *G1*" напряжение

питания, равное 12,0 В. Величину напряжения контролировать вольтметром.

*ПРИМЕЧАНИЕ.* Так как в стенде использован вольтметр со шкалой 0-15 В, то для определения истинного значения напряжения питания путевого выключателя необходимо фактическое показание вольтметра умножить на 0,3.

4 Определить нестабильность точки срабатывания путевого выключателя:

а) путем медленного вращения винта 10 механизма перемещения вводят управляющий элемент в щель путевого выключателя до момента срабатывания путевого выключателя и загорания контрольной лампы *HL* ;

б) вращением микрометрического винта подводят плунжер микрометра до его касания удлинительного стержня 4;

в) делают отсчёт показания микрометра  $m_i$ , которые заносят в таблицу 1;

Таблица 1 – Нестабильность точки срабатывания

№ опыта	Показания микрометра $m_i$ , мм	Среднее значение $m_{cp}$ , мм	Отклонение положения точки срабатывания $\Delta_i$ , мм
1			
2			
3			
4			
5			

г) вывести микрометрическим винтом плунжер микрометра в крайнее правое положение;

д) вывести управляющий элемент с помощью механизма перемещения в исходное (среднее) положение;

е) повторить пункты а) - д) еще 4 раза;

ж) по полученным значениям  $m_i$  определить среднее значение показаний микрометра  $m_{cp}$  ;

з) определить и занести в таблицу 1 для каждого опыта вычисленное по формуле (1) отклонение положения точки срабатывания  $\Delta_i$  ,

$$\Delta_i = m_i - m_{ср}. \quad (1)$$

Максимальное положительное и максимальное отрицательное значения  $\Delta_i$  будут определять нестабильность точки срабатывания путевого выключателя.

5 Определить дифференциал хода путевого выключателя:

а) повторить пункты 4 а) и 4 б);

б) определить и занести в таблицу 2 показания микрометра  $m_{вкл} i$ , соответствующее срабатыванию путевого выключателя;

в) отвести микрометрическим винтом плунжер микрометра в крайнее правое положение;

г) путем медленного обратного вращения винта 10 механизма перемещения выводят управляющий элемент из щели путевого выключателя до момента выключения путевого выключателя и погасания контрольной лампы *HL*;

д) определяют и заносят в таблицу 2 показания микрометра  $m_{выкл} i$ , соответствующее выключению путевого выключателя;

Таблица 2 – Дифференциал хода путевого выключателя

№ опыта	Показания микрометра при включении путевого выключателя $m_{вкл} i$ , мм	Показания микрометра при выключении путевого выключателя $m_{выкл} i$ , мм	Дифференциал хода $\delta_i$ , мм
1			
2			
3			
4			
5			

е) повторить пункты 5а) - 5д) еще 4 раза;

ж) по полученным данным определить и занести в таблицу 2 для каждого опыта величины дифференциала хода  $\delta_i$ , вычисленные по формуле (2);

$$\delta_i = m_{выкл} i - m_{вкл} i \quad (2)$$

з) вычислить среднее значение дифференциала хода.

6 Исследовать влияние изменения напряжения питания путевого выключателя на его точностные характеристики:

а) повторить пункт 4 для различных значений напряжения питания путевого выключателя, указанных в таблице 3, и определить нестабильность точки срабатывания;

Таблица 3 – Нестабильность точки срабатывания при изменении напряжения питания путевого выключателя

Напряжение питания $U_{пит}, В$	11	10	9	8
Нестабильность точки срабатывания, мм				

б) сравнить полученные значения с нестабильностью точки срабатывания при номинальном напряжении питания, равном 12,0 В. Сделать соответствующие выводы.

7 Исследовать влияние материала управляющего элемента на работоспособность и точностные характеристики путевого выключателя:

а) поочередно установить и закрепить винтом 11 (рисунок 6) на механизме перемещения управляющие элементы изготовленные из стали и латуни;

б) проверить работоспособность путевого выключателя при данных материалах управляющих элементов;

в) повторить пункт 4 для каждого материала управляющего элемента и определить нестабильность точки срабатывания;

г) сравнить полученные значения с нестабильностью точки срабатывания при наличии алюминиевого управляющего элемента.

Сделать соответствующие выводы.

8 Оформить отчет по лабораторной работе.

## **5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА**

- 1 Электрическая принципиальная схема подключения исследуемого бесконтактного путевого выключателя.
- 2 Экспериментально полученные значения неустойчивости точки срабатывания и дифференциала хода путевого выключателя.
- 3 Таблицы 1, 2, 3 с экспериментальными данными и результатами расчетов на основе указанных данных.
- 4 Выводы о проделанной работе.

## **6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1 Каково назначение путевых выключателей?
- 2 В чем состоит различие между контактными и бесконтактными путевыми выключателями?
- 3 Какова классификация бесконтактных путевых выключателей?
- 4 Каково устройство путевого выключателя ПИЩ-6-1 ?
- 5 Объясните принцип работы путевого выключателя ПИЩ-6-1.
- 6 Как к путевому выключателю ПИЩ-6-1 подключить активную и индуктивную нагрузку?

## **7 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Виленский П.И., Срибнер Л.А. Бесконтактные путевые выключатели. – М.: Энергоиздат, 1985. - 80 с.
- 2 Головенков С.Н., Сироткин С.В. Основы автоматики и автоматического регулирования станков с программным управлением. -М.: Машиностроение, 1988. - С. 12-17.
- 3 Михайлов О.П., Стоколов В. Е. Электрические аппараты и средства автоматизации. - М.: Машиностроение, 1982. - С. 100 – 109.

Сбродов Николай Борисович

ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО ПУТЕВОГО  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Технические средства автоматизации»  
для студентов специальности 220301 – «Автоматизация  
технологических процессов и производств  
(в машиностроении)»

Редактор – Н.М.Кокина

---

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 1,0
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.