

## УНИФИЦИРОВАННАЯ СЕРИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ТИПА ТПМ ДЛЯ СТАНКОСТРОЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Назначение:** для быстрого торможения вращающихся валов и различных рабочих органов, а также для их позиционирования и фиксации в заторможенном состоянии.

**Область применения:** станкостроение, робототехника, подъемно-транспортные механизмы и различные автоматизированные и мехатронные системы.

**Документы патентной защиты:** А.с. SU № 1450043. Электромагнитный фрикционный тормоз электродвигателя / И.В. Бочкарев и др. Оpubл. 07.01.1989; А.с. SU № 1580075. Фрикционный механизм с электромагнитным приводом /И. В. Бочкарев и др. Оpubл. 23.07.1990; А.с. SU № 1788557. Электромагнитный фрикционный тормоз электродвигателя / И.В. Бочкарев. Оpubл. 15.01.1993.

**Основные технические характеристики.** Серия содержит тормоза типа ТПМ1, ТПМ2 пристраиваемого исполнения и 2ТПМ1, 2ТПМ2 встраиваемого исполнения, предназначенные для двигателей с условными высотами осей вращения 71 мм (ТПМ1 и 2ТПМ1) и 112 мм (ТПМ2, 2ТПМ2).

Тип тормоза	Масса, кг	Габаритные размеры $D \times H$ , мм	Потребляемая мощность, Вт	Момент, не менее, Н·м		Время, не более, с		Число аварийных торможений
				безлюфтовый	удерживающий	размыкания	замыкания	
ТПМ1	1,6	105x42	20	7	14	0,05	0,05	$10 \cdot 10^3$
2ТПМ1	1,6	105x42	22,4	7	14	0,04	0,04	$10 \cdot 10^3$
ТПМ2	3,6	148x44	15	17	34	0,05	0,05	$10 \cdot 10^3$
2ТПМ2	3,6	148x44	16,7	17	34	0,03	0,035	$10 \cdot 10^3$

**Конструкция тормозных устройств.** Конструкция тормозов пристраиваемого исполнения представлена на рис.1. Встраиваемая конструкция показана на рис.2. Дисковый якорь 1 (рис.1) закреплен на упругой мембране 2, которая посредством цангового зажима 3 устанавливается на приводном валу 4. Магнитная система состоит из магнитопровода, имеющего наружный 7 и внутренний 8 полюса и фланец 9. Между полюсами размещена обмотка 6 управляющего электромагнита и постоянный магнит 5. Фрикционная пара

трения образована торцами полюсов 7 и 8 и якорем 1. Магнитное поле постоянного магнита 5 используется для создания усилия в фрикционном паре трения, а обмотка 6 служит для изменения его направления и размыкания тем самым тормоза.

Тормоза встраиваемого исполнения крепятся к внутренней стороне подшипникового щита электродвигателя посредством радиального цилиндрического выступа 3, который одновременно служит внутренней подшипниковой крышкой в подшипниковом узле электродвигателя. Возвратная упругая мембрана 5 с закрепленным на ней якорем 6 установлена на алюминиевой втулке 7, которая неподвижно запрессовывается на вал. В электромагнитном отношении оба исполнения аналогичны.

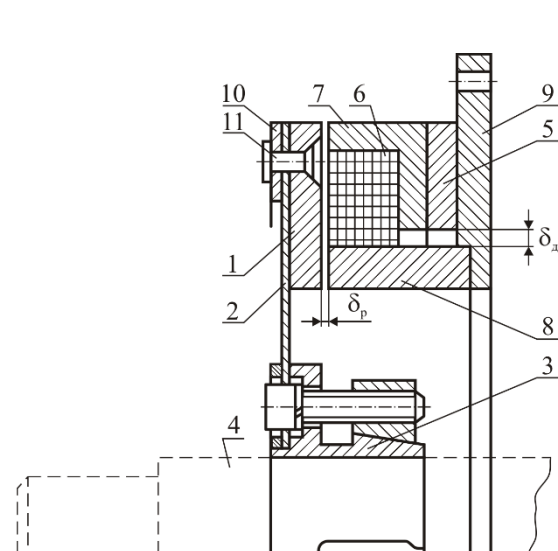


Рис. 1. Конструкция тормозов типа 1ТПМ пристраиваемого исполнения

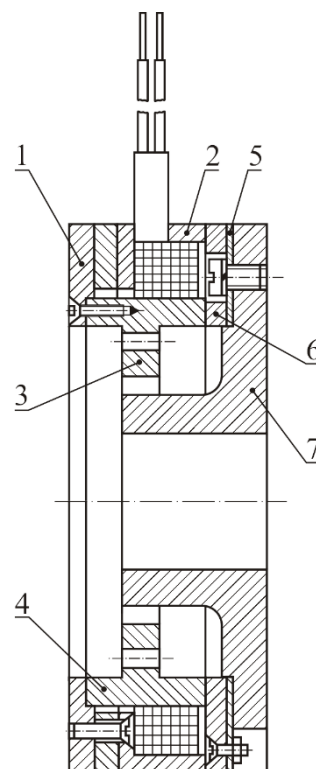


Рис. 2. Конструкция тормозов типа 2ТПМ встраиваемого исполнения

В отличие от известных электромеханических тормозов, разработанные конструкции имеет разветвленную магнитную систему. За счет этого при подключении питания к обмотке ее МДС не размагничивает постоянный магнит, а просто вытесняет его поток в дополнительный полюс. Это позволяет уменьшить размеры постоянного магнита и повысить быстродействие тормоза.

По желанию заказчика тормоза комплектуются устройством контроля положения фрикционного узла, которое содержит блок контроля, состоящий из последовательно соединенных источника питания и датчика тока. Блок контроля подключен к полюсам магнитопровода параллельно постоянному магниту. При нормальной эксплуатации после подачи напряжения на обмот-

ку растормаживающего электромагнита тормоз замыкается и между якорем и полюсами появляется воздушный зазор. Таким образом, в слаботочную цепь устройства контроля подключено только сопротивление постоянного магнита, величина которого составляет по меньшей мере несколько килоом. За счет этого ток, протекающий по датчику тока, будет иметь при разомкнутом тормозе минимальное значение.

При отключении питания якорь притягивается к полюсам. Тем самым, постоянный магнит шунтируется низкоомным сопротивлением якоря, что приводит к скачкообразному увеличению тока, регистрируемого датчиком тока. Следовательно, величина тока однозначно зависит от положения якоря относительно полюсов и по значению тока можно определить, замкнут или разомкнут тормоз в данный момент. Это позволяет исключить возможность аварийной работы последнего при его ошибочном замыкании и размыкании фрикционного узла.

Внешний вид разработанных тормозов показан на рис.3, 4.



Рис. 3. Внешний вид тормозного устройства типа 1ТПМ



Рис. 4. Внешний вид тормозного устройства типа 2ТПМ

**Внедрение:** внедрено в серийное производство на Бишкекском машиностроительном заводе.

**Разработчики:** д.т.н., профессор Бочкарев И.В., к.т.н., доцент Бауков Н.А., инженеры Соколов А.А. и Рычкова Н.И. e-mail: elmech@mail.ru.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБМОТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

**Назначение:** предназначено для теплового контроля обмоток электрических машин переменного тока. Позволяет выполнять диагностические процедуры непосредственно в рабочих режимах без вывода электрооборудования из эксплуатации. Это обеспечивает исключение аварийных ситуаций и позволит создавать на их базе систему защиты от тепловой перегрузки.

**Область применения:** электрооборудование, обмотки которого питаются от сети переменного тока.

**Документ патентной защиты:** авторское свидетельство SU № 1108337. G01K7/16, G01R27/08. Устройство для измерения температуры обмотки электрической машины переменного тока под нагрузкой // Бочкарев И.В., Ашмарин А.В. Опубликовано 15.08.1984.

### Основные технические характеристики:

- диапазон измеряемых сопротивлений – от 1 до 20 Ом;
- максимальная погрешность измерений сопротивления – не более 1 %;
- время подготовки рабочего режима - не более 5 с;
- габаритные размеры - 500 x 500 x 550 мм;
- масса - не более 60 кг.

**Конструкция устройства.** Устройство состоит из двух основных блоков – блока измерения сопротивления обмоток (рис.1) и блока управления (рис. 2). Блок измерения сопротивления обмоток содержит источник питания 3 постоянного тока типа Б5-44 со стабилизированным выходным напряжением, которое можно регулировать в диапазоне от 0 до 30 В. Резисторы 4 и 5 выполнены в виде магазина сопротивлений, что позволяет использовать устройство для тепловой диагностики машин с различными собственными параметрами, а блоки 7 и 8 содержат измерительные приборы М 250. В блоке 7 выполняется измерение величины постоянного тока  $I_{изм}$ , а в блоке 5 – измерение величины падения напряжения на обмотке электрической машины 2 от тока  $I_{изм}$ . В блоке 6 вычисляется активное сопротивление обмотки 2, по величине которого определяется ее температура.

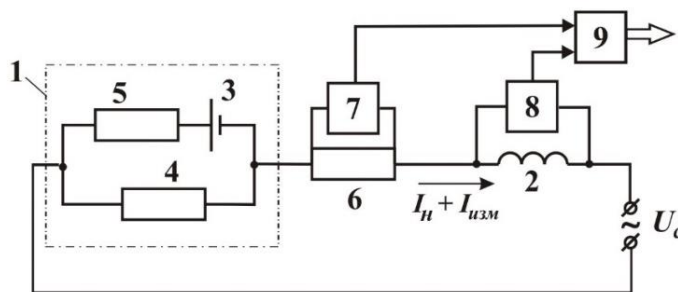


Рис. 1. Блок измерения сопротивления обмоток

В блоке 6 вычисляется активное сопротивление обмотки 2, по величине которого определяется ее температура.

Блок управления содержит два магнитных пускателя  $K1$  и  $K2$ , четыре реле  $K3 \div K6$ , кнопочную станцию и узел выпрямления. Кнопочная станция имеет десять выключателей  $S1 \div S10$ , а узел выпрямления содержит мостовой выпрямитель  $VD1 \div VD4$  и дроссель  $Др1$ .

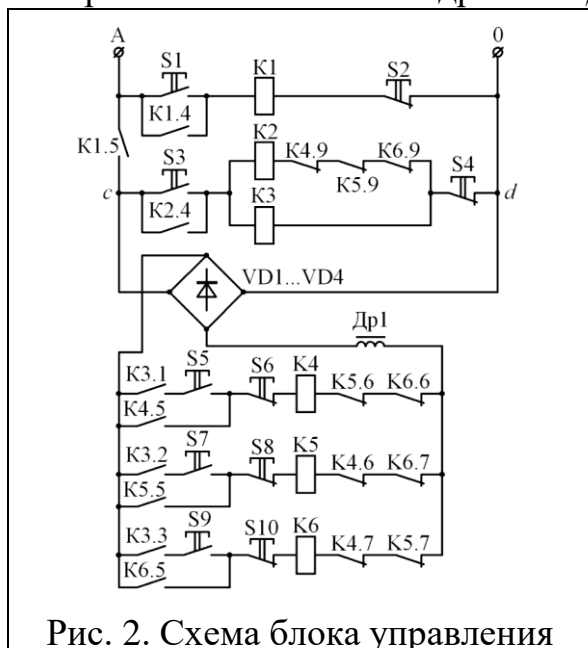


Рис. 2. Схема блока управления

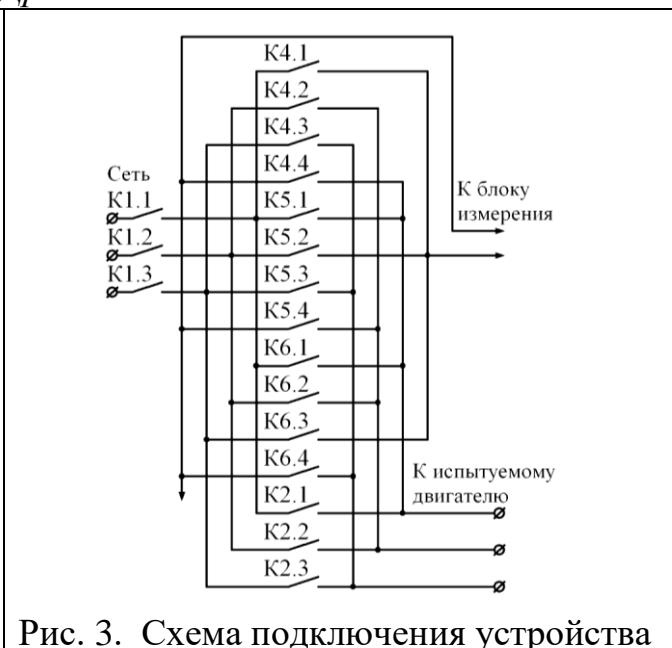


Рис. 3. Схема подключения устройства

Устройство подключается к испытываемому двигателю и к сети при помощи выключателей  $S1 \div S4$ , а блока измерения включается в любую из фаз электродвигателя при помощи выключателей  $S5 \div S10$  в соответствии с рис. 3. Для осуществления визуального контроля за режимом работы устройства оно снабжено блоком индикации (рис.4.), который содержит сигнальные лампы  $H1 \div H5$ , которые показывают, в какую фазу включен блок измерения.

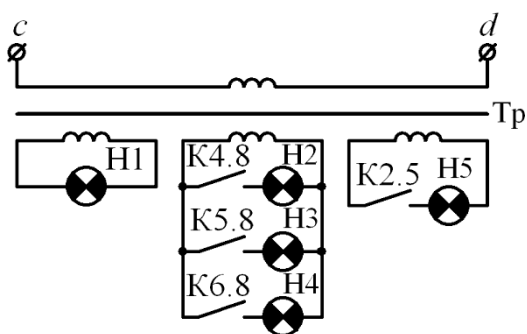


Рис. 4. Схема блока индикации



Рис. 5. Общий вид установки

**Внедрение:** Бишкекский машиностроительный завод, учебный процесс кафедры «Электромеханика».

**Разработчик:** д.т.н., профессор Бочкарев И.В., e-mail: [elmech@mail.ru](mailto:elmech@mail.ru).

## УСТРОЙСТВО ФОРСИРОВАННОГО СРАБАТЫВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТРОЙСТВ

**Назначение:** служит для форсированного срабатывания силовых исполнительных электромагнитных механизмов (СИЭМ), что обеспечивает значительное улучшение параметров быстродействия и уменьшение массогабаритных показателей СИЭМ.

**Область применения:** станкостроение, робототехника, подъемно-транспортные механизмы и различные автоматизированные и мехатронные системы, содержащие СИЭМ, такие как электромагнитные муфты и клапаны, фрикционные электромеханические тормоза, силовые электромагниты и т.п.

**Документ патентной защиты:** А.с. SU № 1261017 СССР. Электромагнит с форсировкой // И.В. Бочкарев и др. Опубл. 30.09.1986.

### **Основные технические характеристики:**

1. Номинальное входное напряжение  $110B^{+15\%}_{-10\%}$ ;
2. Диапазон регулирования длительности  $t_{\phi}$  режима форсировки  $50...400мс$ ;
3. Диапазон регулирования среднего напряжения  $U_{cp}$  на обмотке СИЭМ в режиме удержания  $3...40B$ ;
4. Максимально допустимая частота включений  $1800 \text{ вкл/час}$ ;
5. Минимально допустимая длительность паузы между отключением и последующим включением СИЭМ –  $0,3 \text{ с}$  (ограничивается временем разряда первого конденсатора на резистор).
6. Амплитудное значение управляющего сигнала, формируемого вспомогательным тиристором – не менее  $200mA$  в режиме форсировки и не менее  $250mA$  в режиме удержания.
7. Диапазон регулирования коэффициента форсировки  $k_{\phi}=2...20$ .
8. Габаритные размеры  $-100 \times 50 \times 40mm$ .

### **Конструкция устройства.**

Электрическая схема устройства форсировки приведена на рис.1. Управление силовым тиристором  $VD10$  осуществляется при помощи вспомогательного тиристора  $VD8$ . В режиме пуска тиристор  $VD8$ , а, следовательно, и тиристор  $VD10$  открываются при малых углах управления в течение времени заряда конденсатора  $C2$ , определяющего длительность режима форсировки. Следовательно, к обмотке управляющего электромагнита СИЭМ прикладывается большое напряжение и по ней протекает большой ток форсировки, под действием которого происходит быстрое срабатывание электромагнита. Длительность режима форсировки можно изменять подстроечным резистором  $R5$ . После того, как конденсатор  $C2$  зарядится до амплитудного значения напряжения питания, ток в цепи управления тиристора  $VD8$  перестанет про-

текать. При этом тиристор  $VD8$  будет управляться с помощью конденсатора  $C1$ , резисторов  $R6$ ,  $R7$  и диодов  $VD9$  и  $VD11$ .

Таким образом, в режиме удержания тиристор  $VD8$  управляется с помощью конденсатора  $C1$ , который заряжается в первой половине положительного полупериода питающего напряжения и разряжается во второй половине, обеспечивая тем самым открытие тиристоров  $VD8$  и  $VD10$  при больших углах управления. Тем самым средние значения напряжения и тока на обмотке ограничиваются до значений, достаточных для удержания якоря электромагнита. Величину тока можно изменять резистором  $R7$ .

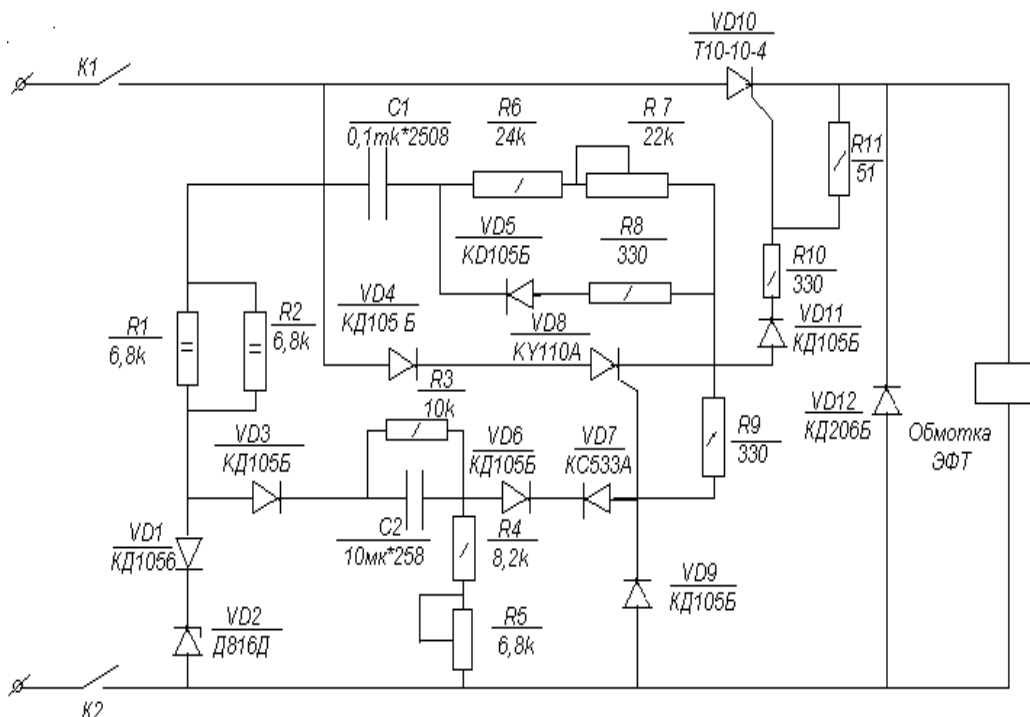


Рис.1. Электрическая схема устройства форсировки срабатывания с тиристорным регулятором напряжения

После отключения устройства от источника питания, конденсатор  $C2$  разряжается на резистор  $R3$ , подготавливая устройство для следующего включения. При изменении температуры окружающей среды от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  длительность режима форсировки  $t_f$  и значение  $U_{cp}$  остаются постоянными.

Номиналы всех элементов, составляющих эту СУ, были определены и экспериментально уточнены таким образом, чтобы обеспечить возможность работы этой СУ с различными типоразмерами двигателей путем простой подстройки управления силового тиристора  $VD10$  в режиме форсировки и в установившемся режиме при помощи резисторов  $R5$  и  $R7$ .

Устройство форсировки имеет свой корпус и предназначено для размещения в шкафу управления электродвигателем.

**Внедрение:** внедрено в серийное производство на Бишкекском машиностроительном заводе.

**Разработчики:** д.т.н., профессор Бочкарев И.В., инженер Соколов А.А.  
e-mail: elmech@mail.ru.

## УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ

**Назначение:** служит для бесконтактного контроля срабатывания силовых исполнительных электромагнитных механизмов (СИЭМ) с подвижным якорем, питающихся через выпрямитель.

**Область применения:** фрикционные СИЭМ, служащие для дистанционного управления процессом передачи механической энергии с вращающегося вала на другой элемент (электромагнитные фрикционные муфты, электромеханические тормоза и т.п.); позиционные СИЭМ, служащие или для дистанционного перевода рабочего органа из одного положения в другое, или для фиксации рабочего тела в заданном месте (запорно-регулирующие и предохранительные электромагнитные клапаны с электромагнитным приводом, линейные позиционеры, блокировочные устройства, магнитная технологическая оснастка и т.п.).

Предназначено для диагностики СИЭМ со следующими динамическими показателями:

- время трогания якоря – не менее 0,02 с, но не более 0,08с;
- время движения якоря – не менее 0,01 с;
- максимальная частота включений – не более 1800  $\text{час}^{-1}$ .

**Документ патентной защиты:** А.с. SU 1797099. Устройство контроля срабатывания электромагнитного механизма / И.В. Бочкарев и др. Опубл. 23.02.1993.

### Основные технические характеристики:

- входное сопротивление блока управления, шунтирующее обмотку СИЭМ - не менее 100  $\text{кОм}$ ;
- минимальное время между отключением СИЭМ от сети и последующим его включением, необходимое для подготовки устройства диагностики к очередному циклу работы - не более 0.2 с;
- максимально допустимая амплитуда напряжения, прикладываемого к блоку управления - не более 620 В, минимально допустимая - не менее 70 В;
- потребляемая мощность - не более 1,8 Вт;
- габаритные размеры - 175 x 125 x 23 мм.

**Конструкция и работа устройства.** Принципиальная структурная схема устройства диагностики (УД) показана на рис.1, работу его основных элементов поясняют временные диаграммы сигналов, приведенные на рис. 2.

Блок питания 1 собран по мостовой схеме с искусственной землей и обеспечивает элементы УД постоянным стабилизированным двухполярным напряжением  $24 \text{ В}_{-15\%}^{+10\%}$  частотой 50 Гц. Источником информационного



сигнала является стандартный измерительный шунт тока 20 типа 75ШСМЗ-10-0,5. Падение напряжения на шунте, вызванное током обмотки 3 СИЭМ, усиливается предварительным усилителем 21. Этот сигнал подается на дифференцирующий элемент 5, содержащий операционный усилитель (ОУ), выполненный на микросхеме К1401УД2А. Первый пороговый элемент представляет собой одновибратор, выполненный на ОУ с использованием микросхемы К1401УД2А. Интегрирующий элемент 7 образован пассивным интегрирующим звеном. Второй пороговый элемент представляет из себя инвертирующий триггер Шмидта, который преобразует входное питающее пульсирующее напряжение в один или два (в зависимости от состояния СИЭМ) прямоугольных импульса. Счетчик 9 предназначен для подсчета количества импульсов, поступающих с выхода второго порогового элемента, и управляет индикатором 10. В УД использован счетчик типа К561ИЕ9.

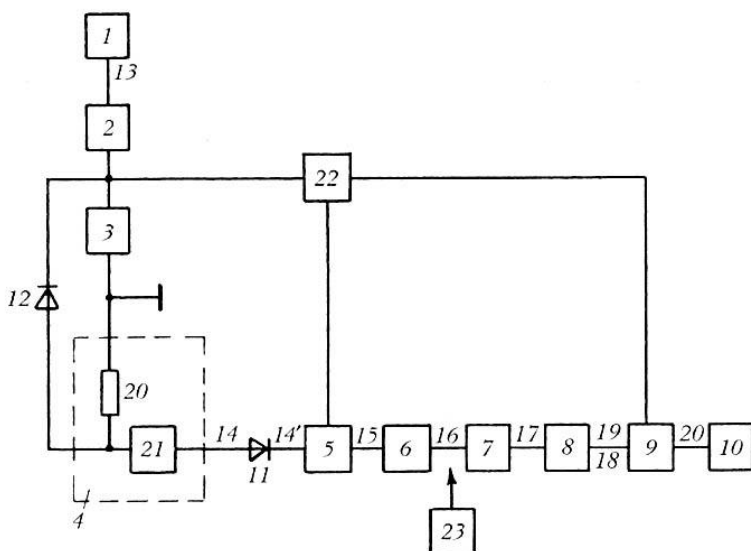


Рис.1. Принципиальная структурная схема устройства диагностики

Работа устройства основана на контроле характерного провала в кривой тока обмотки управляющего электромагнита при движении якоря.

После замыкания ключа 2 к обмотке 3 и к блоку управления 22 прикладывается напряжение источника 1 питания (сигнал 13). При этом блоком управления 22 снимается обнуляющий сигнал со счетчика 9 и замыкается входная цепь дифференцирующего элемента 5. Ток в обмотке 3 и соответствующее ему напряжение (сигнал 14) на выходе нагрузочного элемента 4, пульсируя, нарастает по определенному закону, зависящему от того, движется якорь тормоза или нет. При этом ток в обмотке, а, следовательно, и сигнал 14 в те моменты времени, когда сигнал 13 равен нулю, до нуля не уменьшается за счет создания диодом 12 контура для прохождения тока от ЭДС самоиндукции обмотки 3. Сигнал 14 на рис. 2 соответствует случаю движения якоря. Если движение якоря отсутствует провала в кривой тока и в сигнале 14 не будет.

За счет диода 11 сигнал 14' на входе дифференцирующего элемента 5 ступенчато увеличивается по мере роста тока в обмотке 3 тормоза ( $U_1 \dots U_3$ ). Элемент 5 выделяет из сигнала 14' переменную составляющую, образуя последовательность импульсов 15. Поскольку время движения якоря превышает период пульсаций тока обмотки 3, горизонтальный участок сигнала 14', соответствующий процессу движения якоря (интервал времени  $t_3 - t_4$ ), оказывается протяженнее других. За счет этого сигнал 15 в случае размыкания

фрикционного узла оказывается разделенным на две "пачки" импульсов, в каждой из которых частота следования импульсов совпадает с частотой пульсаций тока обмотки 3. Таким образом, при размыкании тормоза пульсирующий сигнал 17 «разбивается» триггером, входящим во второй пороговый элемент 8, на два прямоугольных импульса (сигнал 18), который затем инвертируется (сигнал 19).

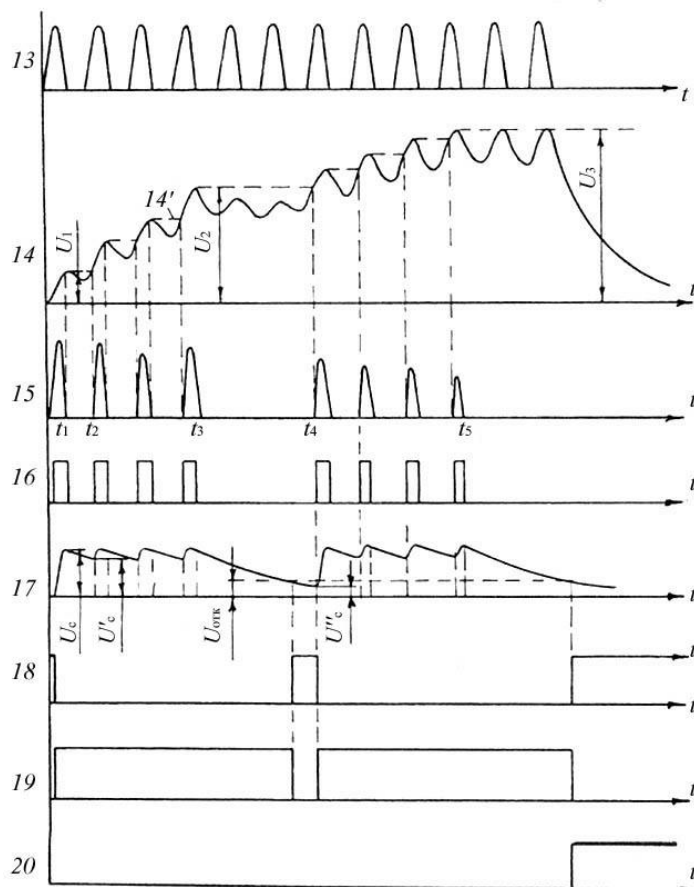


Рис.1. Временные диаграммы сигналов

Если движение якоря отсутствует, то провал в кривой тока обмотки будет отсутствовать. В этом случае элемент 8 отключится лишь после завершения нарастания тока обмотки, сформирова при этом лишь один импульс.

Таким образом, количество импульсов на выходе второго порогового элемента 8 характеризует, сработал СИЭМ или нет: при срабатывании будут формироваться два импульса, при заклинивании якоря, т.е. при несрабатывании – один импульс. Количество импульсов в сигнале 19 подсчитывается счетчиком 9.

**Внедрение:** внедрено в серийное производство на Московском заводе «Динамо» для контроля срабатывания тормозных устройств судовых подъемных механизмов.

**Разработчики:** д.т.н., профессор Бочкарев И.В., инженер Соколов А.А.  
e-mail: elmech@mail.ru.