**Энергетик, 2010, № 1**

Волович Г.И., доктор техн. наук, Перминов Е.С., инженер
ООО «Челэнергоприбор»

# Прибор для определения скоростных характеристик масляных выключателей

При периодической ревизии, а также после ремонта высоковольтных масляных выключателей в соответствии с пп. 9.6, 9.7 РД 34.450-51.300-97 “Объем и нормы испытания электрооборудования” необходимо проводить измерение скоростных и временных характеристик выключателей, а также измерение хода подвижных частей, вжима контактов при включении, одновременности замыкания и размыкания контактов.

На многих предприятиях электрических сетей для этой цели используют электромагнитные вибрографы, не обеспечивающие необходимой точности, причем получаемые виброграммы требуют довольно трудоемкой обработки. Иркутское СКБ ЭП уже больше 10 лет выпускает приборы серии ПКВ, характеризующиеся высокой точностью и автоматизацией расчета необходимых параметров выключателей. Недостатком приборов ПКВ является их высокая цена и необходимость в специальных приспособлениях для установки датчиков на выключатели (большая часть которых входит в комплект поставки). Кроме того, для поверки этих приборов требуется шесть специальных приспособлений и электрических блоков, что делает практически возможным поверку только на предприятии-изготовителе.

В ООО «Челэнергоприбор» разработан тестер масляных выключателей ТМВ-2, использующий для измерения перемещения и скорости унифицированный тросовый датчик перемещения. Фотография прибора ТМВ-2 с датчиком представлена на рис. 1.

Рис. 1. Прибор ТМВ-2 с датчиком перемещения

Блок-схема прибора представлена на рис. 2. Основой прибора является микроконтроллер, содержащий 12-ти битный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) последовательного приближения. Вход АЦП подключен к выходу датчика перемещения. Анализ состояния главных контактов испытуемого выключателя (замкнут или разомкнут) осуществляется с помощью трех цепей, каждая из которых содержит электрически независимый источник Э.Д.С. $E$, балластный резистор $R$ и узел оптической развязки. Для хранения данных испытаний прибор содержит энергонезависимое запоминающее устройство EEPROM. Вывод данных и индикация режимов работы прибора производится на четырехстрочном знаково-символьном жидкокристаллическом дисплее. Данные испытаний могут быть переданы в компьютер через USB-интерфейс. Для привязки данных ко времени испытаний прибор содержит микросхему «календарь-часы».

Для управления катушками включения и отключения высоковольтного выключателя прибор оснащен выпрямительным мостом и двумя силовыми ключами SW1 и SW2 на IGBT-транзисторах. Ключи имеют защиту от короткого замыкания, которая срабатывает при токе более 15 А. Супрессоры D1 и D2 обеспечивают защиту ключей от перенапряжения в момент размыкания.

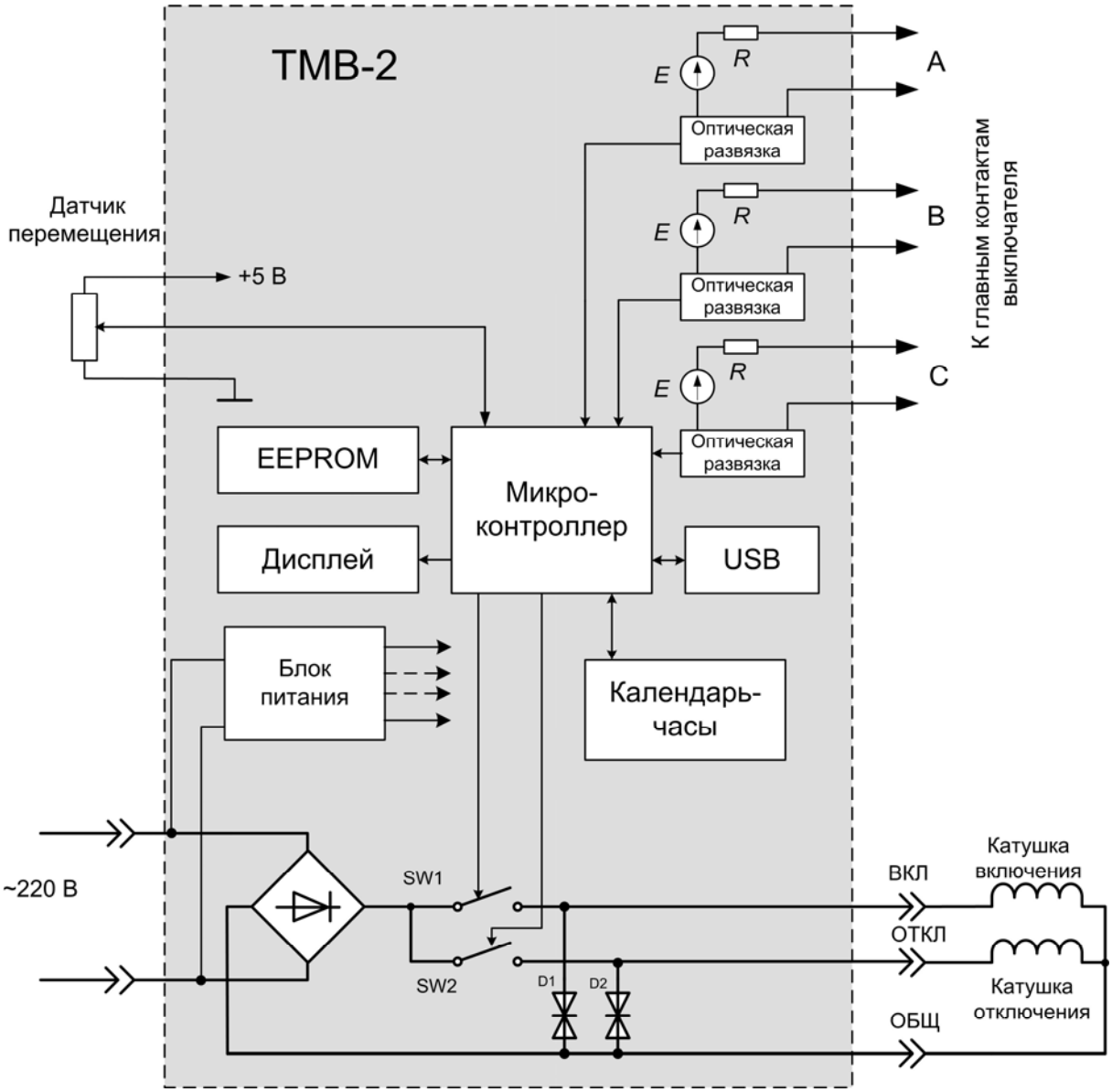


Рис. 2. Блок-схема прибора ТМВ-2

По команде от микроконтроллера ключи SW1 или SW2 замыкаются в нужный момент, и с этого момента начинается отсчет времени и снятие данных с датчика перемещения. При изменении состояния какого-либо из главных контактов выключателя отсчет соответствующего времени заканчивается. Через 2 с ключи размыкаются. Текущее значение скорости перемещения $v_i$ рассчитывается по формуле:

$$v_i=(s_i - s_{i\text{-}1})f_s,$$

где $s_i$ – текущее значение перемещения, $f_s$ – частота выборки АЦП. Для снижения шума, обусловленного дифференцированием сигнала от датчика

перемещения, микроконтроллер осуществляет цифровое сглаживание данных скорости перемещения. После завершения цикла включения или отключения микроконтроллер находит максимальное значение скорости, а также скорость в момент замыкания (размыкания) контактов испытуемого выключателя. Разновременность замыкания и размыкания контактов фаз выключателя вычисляется в миллиметрах как разность перемещений на момент замыкания (размыкания) разных фаз. Все эти данные выводятся на дисплей.

При испытании выключателей с прямолинейным движением наружных подвижных элементов (МКП, У, ВМГ, ВМ, ВБ, ВМПП и др.) датчик перемещения устанавливается, как показано на рис. 3а, либо на штатное приспособление для крепления вибрографа. При испытании выключателей с круговым движением наружных подвижных элементов (ВМТ, ВКЭ и др.) датчик перемещения устанавливается с использованием штатного сектора для замера скорости выключателя (рис. 3б). Для упрощения установки датчик снабжен магнитной «присоской».

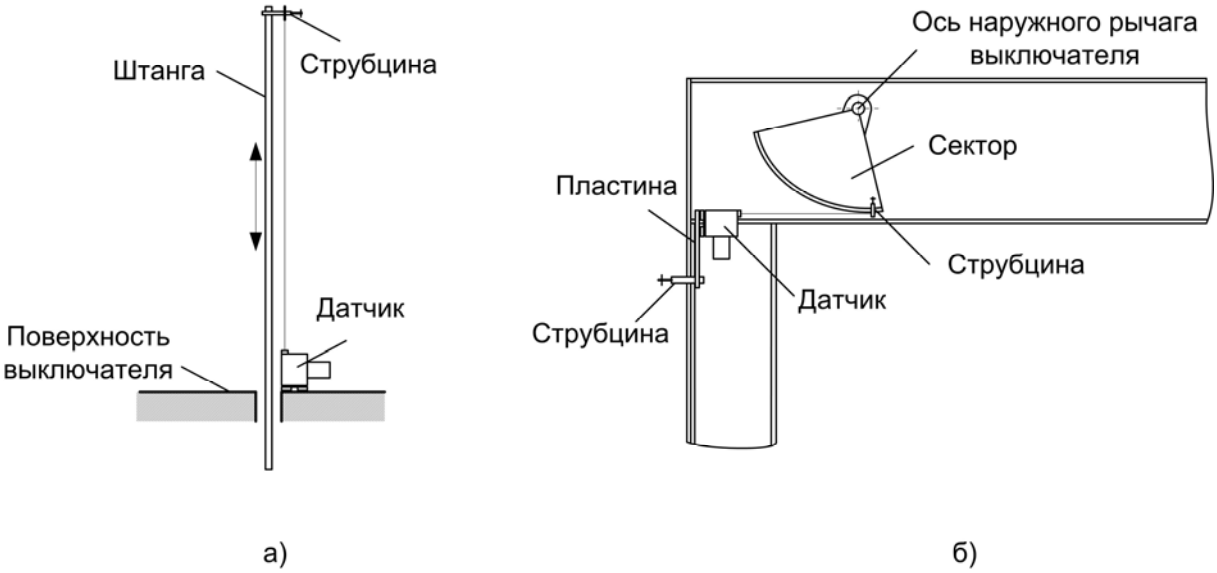


Рис. 3. Установка датчика на выключатель типа МКП (а) и типа ВМТ (б)

Поставляемое с прибором программное обеспечение позволяет осуществлять передачу из прибора в компьютер и сохранение архивных дан-

ных, настройку встроенного в прибор календаря, просмотр результатов проведенных испытаний в виде графиков скоростных характеристик, а также вывод на печать протоколов испытаний и графиков скоростных характеристик.

Технические характеристики прибора ТМВ-2:

- Диапазон измерения временных интервалов ..... 0,002 – 2 с.
- Диапазон измерения линейных перемещений .....0 – 1000 мм.
- Диапазон измерения линейной скорости ..... 0 – 10 м/с.
- Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения временных интервалов ± 0,3 %.
- Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения линейных перемещений ..... ± 0,2%.
- Максимальное количество одновременно регистрируемых контактных цепей ..... 3.
- Максимально допустимый ток по цепям управления контакторами ... 10 А.
- Максимальное количество записей в энергонезависимой памяти.....40.
- Питание от сети переменного тока 220В ± 10 %, 50 Гц. Потребляемая мощность не более 120 В·А.
- Масса без принадлежностей, не более ..... 2 кг.
- Габариты прибора..... 275×255×95 мм.

Прибор предназначен для эксплуатации в следующих условиях:

- Температура окружающей среды .....–20…55°С.
- Напряженность электрического поля частотой 50 Гц..... до 5 кВ/м.

Прибор комплектуется приспособлением, позволяющим проводить его поверку с использованием распространенных эталонов, имеющихся в каждом региональном центре стандартизации и метрологии.