

Г. М. КОЛИУШКО, канд. тех. наук., ст. науч. сотр., НТУ «ХПИ»;
О. С. НЕДЗЕЛЬСКИЙ, вед. инженер, НТУ «ХПИ»;
Е. Г. ПОНУЖДАЕВА, зав. лаб. НТУ «ХПИ»;
Р. К. БОРИСОВ, канд. тех. наук., вед. науч. сотр., НИУ «МЭИ», Москва, Россия;
С. И. ХРЕНОВ, канд. тех. наук., доцент, НИУ "МЭИ", Москва, Россия;
Д. И. КОВАЛЕВ, ассистент, НИУ "МЭИ", Москва, Россия

УСТРОЙСТВО БЛОКИРОВКИ ОПЕРАТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ (УБОП) КОМПЛЕКСА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В статье представлены основные технические характеристики и электрическая схема устройства блокировки оперативных переключений (УБОП) коммутирующих аппаратов высокого напряжения энергообъектов. Разработанный образец УБОП имеет ряд преимуществ по сравнению с аналогами и может использоваться в комплексах электрооборудования оперативных блокировок безопасности нового поколения с «интеллектуальной» схемой управления.

Ключевые слова: устройство блокировки, кинематическая схема, электрическая схема, оперативные переключения.

Введение. Повышение надежности и безопасности выполнения оперативных переключений коммутирующих устройств высоковольтного оборудования энергообъектов (разъединители, заземлители, короткозамыкатели, ячейки комплектных распределительных устройств и т.п.) является весьма актуальной задачей. Ряд проблем решается разработкой, созданием и внедрением новых комплексов электротехнического оборудования (КЭО), в состав которых входят устройства оперативной блокировки безопасности (ОББ) с системами «интеллектуального» управления. Эти системы содержат программируемые микроконтроллерные блоки, алгоритм работы которых позволяет сохранять последовательность операций с устройствами блокировки и безошибочность действий оперативного персонала при выполнении оперативных переключений.

На объектах электроэнергетики используются устройства блокировки оперативных переключений (УБОП) различных конструкций (механические, электромеханические, электромагнитные) [1-3].

В ранее разработанных и длительное время находящихся в эксплуатации ОББ конечным звеном, посредством которого осуществлялась механическая блокировка перемещения привода переключающего устройства, являлся замок ЗБ-1 (в пластиковом корпусе), а в последнее время – замок ЗБ-1М (в силюминовом корпусе). Операции с замком производились с помощью электр

ромагнитного ключа КЭЗ-1М и магнитного ключа КМ-1М [1], которые выдавались оперативному персоналу в случае необходимости выполнения переключений. Замок ЗБ-1М содержал подпружиненный запирающий шток и контактный разъем, на который подавалось оперативное напряжение 220 В постоянного тока. Простота конструкции и малые габариты замка определяли его надежность и адаптацию к конструкциям переключающих устройств. Однако, использование оперативного напряжения 220 В увеличивало угрозу поражения электрическим током оперативного персонала.

Необходимость применения для открытия замка дополнительных элементов (ключи к КЗ-1М и КМ-1М) усложняет действия оперативного персонала, увеличивает время выполнения операций. Следует отметить, что устройство и принцип действия замка ЗБ-1М не отвечает требованиям к разрабатываемым КЭО нового поколения с «интеллектуальным» управлением системой ОББ. В частности, отсутствует индикация состояния замка «ОТКРЫТО» – «ЗАКРЫТО» посредством передачи соответствующего сигнала в систему управления ОББ, отсутствует возможность управления состоянием УБОП системой ОББ.

Описание разработок. В совместном сотрудничестве специалистами НТУ «ХПИ» (г. Харьков) и НИУ «МЭИ» (г. Москва) разработан и изготовлен опытный образец УБОП, адаптированный к КЭО ОББ нового поколения. По сравнению с указанными выше аналогами разработанный УБОП имеет ряд преимуществ:

- возможность деблокирования состояния замка УБОП «ОТКРЫТО» – «ЗАКРЫТО» системой управления ОББ;
- отсутствие необходимости использования дополнительных элементов (ключей) для операций с УБОП, в том числе и в аварийных режимах (исчезновения напряжения питания оперативных цепей);
- использование низкого напряжения питания цепей УБОП (+ 24 В), что повышает безопасность действий оперативного персонала;
- относительно малая мощность, потребляемая УБОП (4 Вт) от цепи оперативного питания при неограниченном времени включения;
- УБОП оснащено светодиодными индикаторами состояния «ПИТАНИЕ ВКЛ.» и «ОТКРЫТО»;
- УБОП имеет кабельную связь с системой управления ОББ для передачи сигнала о состоянии «ОТКРЫТО» – «ЗАКРЫТО».

Диаметр запирающего штока замка вновь разработанного УБОП и крепежные элементы присоединения к электротехническому оборудованию соответствуют замку ЗБ-1М, что обеспечивает взаимозаменяемость замковых блокирующих устройств.

Основные технические характеристики опытного образца УБОП представлены в табл. 1.

Внешний вид УБОП представлен на рис. 1

Таблица 1 – Основные технические характеристики опытного образца УБОП

Наименование характеристики	Величина и параметры
1. Рабочий ход цилиндрического запирающего штока (далее – шток), мм	14^{+2}_{-1}
2. Диаметр штока, мм	12
3. Вылет штока, мм	от 25 до 30
4. Питание	внешний источник постоянного тока с напряжением 24 В
5. Ток, А	$0,15 \pm 0,02$
6. Потребляемая мощность, Вт, не более	4
7. Усилие открытия замка, Н	
– начальное	10 ± 1
– конечное	30 ± 3
8. Габаритные размеры:	
– по оси штока, мм	125
– диаметр корпуса, мм	70
– длина корпуса, мм	80
9. Масса, кг, не более	0,6

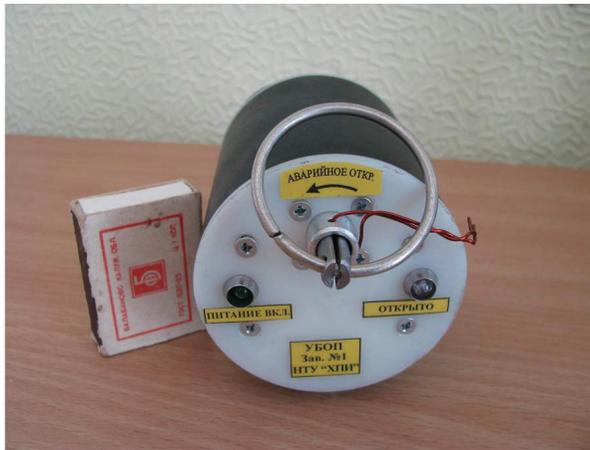


Рисунок 1 – Внешний вид опытного образца УБОП

Кинематическая схема механизма УБОП представлена на рис. 2.

В основе кинематической схемы механизма УБОП лежит принцип замкового устройства с возвратно-поступательным механическим перемещением цилиндрического стального штока, входящего в коаксиальные отверстия неподвижного и подвижного элементов механизма электротехнического коммутирующего устройства. Перемещение запирающего штока замка из положения «ЗАКРЫТО» в положение «ОТКРЫТО» осуществляется оператором при наличии разрешающего сигнала, а именно – наличием оперативного на-

пряжения (+ 24 В) на входе электрической схемы УБОП, представленной на рис. 3. Оператор, деблокирующий УБОП, должен ориентироваться на свечение индикатора «ПИТАНИЕ ВКЛ.» на передней панели УБОП, после чего он, перемещая шток 2 (см. рис. 2) за кольцо 1, переводит замок в положение «ОТКРЫТО». Механизм УБОП работает следующим образом: при отсутствии питания катушки электромагнита (ЭМ) 14 пружина 11 удерживает сердечник ЭМ 13 и толкатель 9 в положении, когда поворотный клин с рычагом 10 ограничивает осевое перемещение штока 2 из положения «ЗАКРЫТО» в положение «ОТКРЫТО».

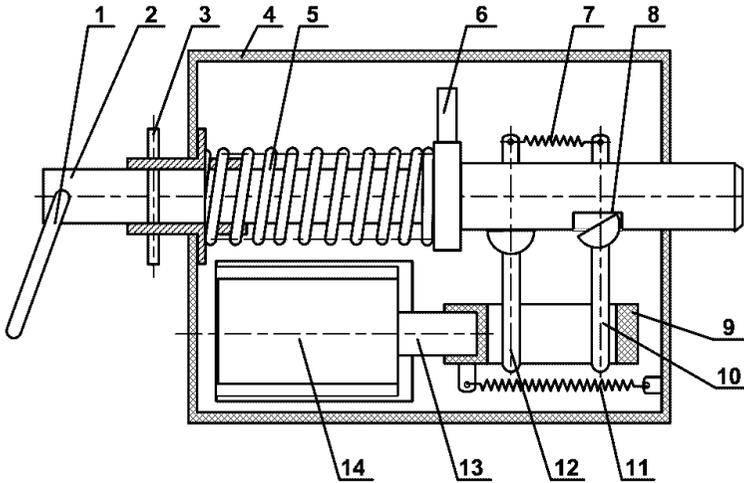


Рисунок 2 – Кинематическая схема УБОП: 1 – кольцо, 2 – шток, 3 – опломбированный фиксатор, 4 – корпус, 5 – пружина, 6 – фиксатор, 7 – пружина, 8 – паз, 9 – толкатель, 10 – поворотный рычаг, 11 – пружина, 12 – поворотный рычаг, 13 – сердечник электромагнита, 14 – катушка электромагнита

При наличии питания + 24 В постоянного тока на катушке ЭМ 14 сердечник ЭМ 13 и толкатель 9 перемещают рычаг 10 с поворотным клином таким образом, что кромка поворотного клина выходит из зацепления с пазом 8 штока 2. Это дает возможность оператору переместить за кольцо 1 шток в положение «ОТКРЫТО». Как только передняя кромка паза 8 совместится с поворотным клином рычага 12, под действием пружины 7 кромка поворотного клина 12 зафиксирует шток в положении «ОТКРЫТО». При этом начнет светиться индикатор «ОТКРЫТО» на передней крышке УБОП.

При отключении питания ЭМ возвратная пружина 11 выдвинет сердечник 13 с толкателем 9, рычаг 12 провернет клин и выведет его из зацепления с пазом 8 штока 2. Под действием пружины 5 шток 2 переместится в положение «ЗАКРЫТО» и зафиксируется поворотом клина с рычагом 10.

В конструкции УБОП предусмотрена возможность открытия замка в

аварийном режиме, вероятность возникновения которого обусловлена рядом причин:

- отсутствием оперативного напряжения;
- обрывом или коротким замыканием в цепях питания ЭМ;
- поломкой элементов механизма УБОП.

Для открытия УБОП в этом случае необходимо выполнить следующие операции:

- удалить опломбированный фиксатор 3 поворота штока 2;
- повернуть за кольцо 1 шток против часовой стрелки на 90° (до упора); при этом клин с рычагом 12 выйдет из зацепления с пазом 8 штока 2, что позволит оператору переместить шток в положение «ОТКРЫТО». Фиксация штока в этом положении обеспечивается фиксатором 6, который при повороте штока войдет в паз детали корпуса УБОП (на рисунке не показан).

Закрытие замка осуществляется поворотом штока по часовой стрелке до выхода фиксатора 6 из паза детали корпуса. Пружина 5 обеспечит перемещение штока в положение «ЗАКРЫТО».

Принципиальная электрическая схема УБОП представлена на рис. 3.

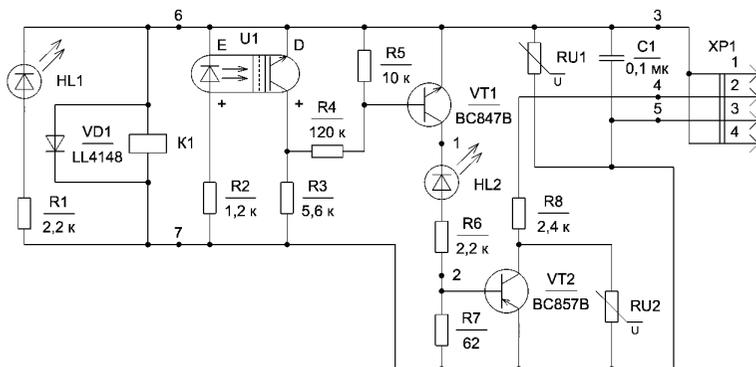


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная УБОП

Схема работает следующим образом.

При подаче питания от цепей оперативного напряжения (+ 24 В) на разъем ХР1 запитывается катушка К1 электромагнита и начинает светиться индикатор НЛ1 (зеленого цвета) «ПИТАНИЕ ВКЛ.», размещенный на передней крышке УБОП. При перемещении оператором штока в положение «ОТКРЫТО» размещенный на штоке «флажок» входит в целевой зазор оптопары U1 (TCST 1103) и перекрывает световой поток от светодиода к фототранзистору. В конечном итоге, это приводит к открытию транзистора VT1, свечению индикатора НЛ2 (красного цвета) «ОТКРЫТО» на передней крышке УБОП и появлению на контакте 2 разъема ХР1 напряжения + 24 В постоянного тока. Этот сигнал может быть использован в цепях управления ОББ. Варисторы RU1 и RU2 защищают цепи

электронного блока УБОП от возможных импульсных помех, возникающих в кабельных цепях питания и связи.

Выводы. Разработанный опытный образец УБОП обладает рядом преимуществ по сравнению с аналогами и может в дальнейшем быть использован в современных КЭО с «интеллектуальной» схемой управления ОББ.

Представленная работа выполняется Национальным исследовательским университетом «МЭИ», совместно с НТУ «ХПИ».

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы: 1. Инструкция по эксплуатации оперативных блокировок безопасности в распределительных устройствах высокого напряжения. РД 34.35.512. – Союзгехэнерго, 1979. 2. Порядок организации оперативной блокировки на подстанциях нового поколения. Приложение к распоряжению ОАО «ФСК ЕЭС» № 236р от 05.05.2010. – Москва, 2010. 3. О.П. Лобак, Г.Г. Семенов Управление разъединителями, сигнализация и блокировки. – М.: Энергия, 1978.

Bibliography (transliterated): 1. Instrukcija po jekspluatacii operativnyh blokirovok bezopasnosti v raspredelitel'nyh ustrojstvah vysokogo naprjazhenija. RD 34.35.512. Sojuzgehjenergo, 1979. 2. Porjadok organizacii operativnoj blokirovki na podstancijah novogo pokolenija. Prilozenie k rasporzjazheniju ОАО "FSK EJeS" № 236r ot 05.05.2010. – Moskva, 2010. 3. O.P. Lobak, G.G. Semenov Upravlenie raz#ediniteljami, signalizacija i blokirovki. – M.: Jenergija, 1978.

Надійшла (received) 12.03.2014

УДК 621.391.825

А.И. КОРОБКО, канд. техн. наук, зав. отделом НИПКИ «Молния», НТУ «ХПИ»,

З.И.КОРОБКО, научный сотрудник, НТУ «ХПИ»

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ, НАВОДИМЫХ НА МЕЖЭЛЕМЕНТНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Разработана инженерная методика определения импульсных напряжений и токов, наводимых на компонентах радиоэлектронных схем соединенных печатными проводниками, сочетающая графическое имитационное моделирование с расчетными методами конечно-разностного типа. Приведен пример реализации разработанной методики для импульсного электромагнитного поля субнаносекундного диапазона.

Ключевые слова: импульсное электромагнитное поле, радиоэлектронная схема, проводники, печатная плата, наведенные импульсные токи и напряжения.

© А.И. Коробко, З.И.Коробко, 2014