

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 силовом корпусе). Операции с замком производились с помощью элек-

тромагнитного 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 КЭЗ-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 – конечное	10 ± 1 30 ± 3
8. Габаритные размеры: – по оси штока, мм – диаметр корпуса, мм – длина корпуса, мм	125 70 80
9. Масса, кг, не более	0,6

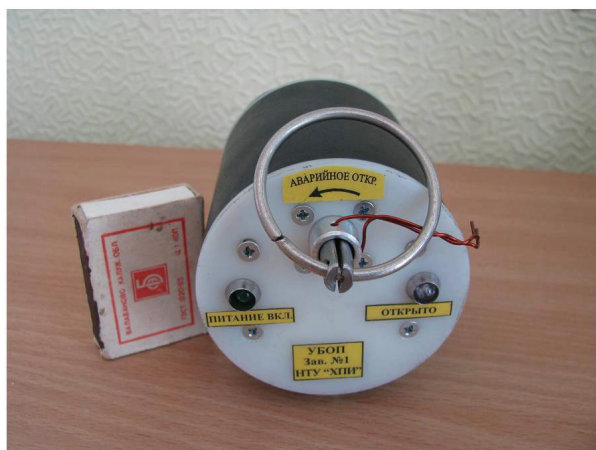


Рисунок 1 – Внешний вид опытного образца УБОП

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».

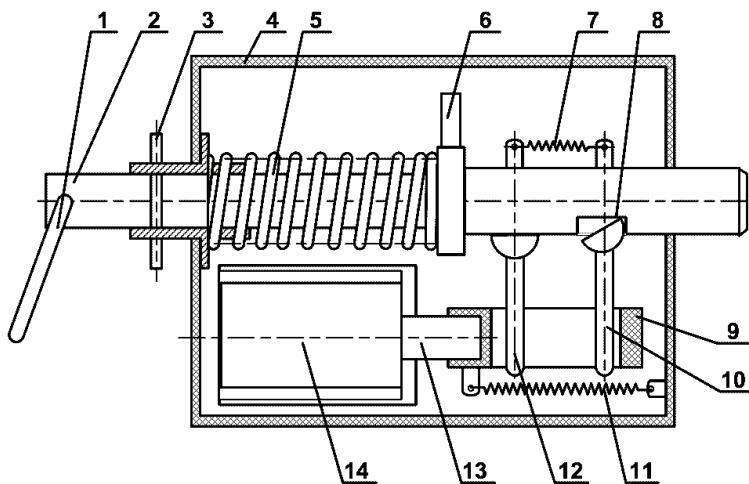


Рисунок 2 – Кинематическая схема УБОП: 1 – кольцо, 2 – шток, 3 – опломбированный фиксатор, 4 – корпус, 5 – пружина, 6 – фиксатор, 7 – пружина, 8 – паз, 9 – толкатель, 10 – поворотный рычаг, 11 – пружина, 12 – поворотный рычаг, 13 – сердечник электромагнита, 14 – катушка электромагнита

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.

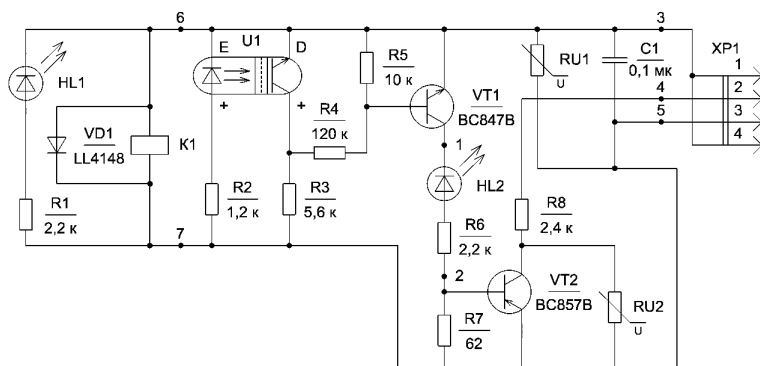


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная УБОП

Схема работает следующим образом.

При подаче питания от цепей оперативного напряжения (+ 24 В) на разъеме ХР1 запитывается катушка К1 электромагнита и начинает светиться индикатор HL1 (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 HL2 (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 jekspluataciji operativnyh blokirovok bezopasnosti v raspredelitel'nyh ustrojstvah vysokogo naprjazhenija. RD 34.35.512. Sojuzgehenergo, 1979. 2. Porjadok organizacii operativnoj blokirovki na podstancijah novogo pokolenija. Prilozhenie k rasporzazheniju OAO "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 621.316.363

Пристрій блокування оперативних перемикачів (ПБОП) комплексу електрообладнання нового покоління / Г.М. Колишко, О.С. Недзельский, Е.Г. Понуждаева, Р.К. Борисов, С.И. Хренов, Д.И. Ковалев // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 21 (1064). – С. 66-71. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2079-0740.

В статті подані основні технічні характеристики, кінематична та електрична схеми пристрою блокування оперативних перемикачів (ПБОП) комутуючих апаратів високої напруги енергооб'єктів. Розроблений зразок ПБОП має ряд переваг у порівнянні з аналогами і може застосовуватись у комплексах електрообладнання оперативних блокувань безпечності нового покоління з «інтелектуальною» схемою керування.

Ключові слова: пристрій блокування, кінематична схема, електрична схема, оперативні переключення.

УДК 621.316.363

Устройство блокировки оперативных переключений (УБОП) комплекса электрооборудования нового поколения / Г.М. Колишко, О.С. Недзельский, Е.Г. Понуждаева, Р.К. Борисов, С.И. Хренов, Д.И. Ковалев // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 21 (1064). – С. 66-71. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2079-0740.

В статье представлены основные технические характеристики, кинематическая и электрическая схемы устройства блокировки оперативных переключений (УБОП) коммутующих 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.

The blocking devise (BSD) for operative commutations in the equipments of new age electrotechnical systems / G. M. Koliushko, O. S. Nedzelskyi, H. G. Ponuzhdayeva, R. K. Borisov, S. I. Khrenov, D. I. Kovalev // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Technique and electrophysics of high voltage. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2014. – № 21 (1064). – P. 66-71. – Bibliogr.: 3. – ISSN 2079-0740.

The main technical characteristics, kinematics design and electrical circuits of the blocking safety device (BSD) for the high voltage commutation equipments of the energetic objects are presented in this article. Experimental model BSD has some preferences compare to analogues and may be used in the operative BSD with new age "intellectual" system of control.

Keywords: blocking safety device; kinematics design; electrical circuits; operative commutation.