

Разработка исполнительного устройства механического блокирования привода коммутационного аппарата¹

БОРИСОВ Р.К., КОКОРИН С.А., КОЧУРОВ О.М., ЧЕРНОКОЗ А.Я.

Рассматривается разработка устройства блокирования коммутационного аппарата. Подробно рассмотрены оригинальная разъемная конструкция и методика монтажа устройства блокировки. Разработка ориентирована на внедрение на существующих электрических подстанциях напряжением 6–750 кВ при их модернизации и ремонте. Преимущество разработки состоит в совместимости с коммутационными аппаратами различных типов и возможности сопряжения с интеллектуальной микропроцессорной системой управления.

Ключевые слова: распределительное устройство, коммутационный аппарат, оперативная блокировка

В процессе создания комплекса электротехнического оборудования (КЭО) системы оперативной блокировки (ОББ) наиболее сложным оказалось проектирование исполнительного устройства блокирования (далее устройство), которое препятствует вращению привода коммутационного аппарата (КА) путем механического застопоривания его вала. Очевидно, что указанное устройство может применяться в системах ОББ при их модернизации и ремонте на существующих электрических подстанциях, где используется ручной привод для переключения КА. Как известно, подобных энергообъектов существует достаточное количество, а применение электропривода не всегда экономически целесообразно по ряду причин.

При разработке устройства исходными организационно-техническими требованиями являлись: встраиваемость в систему логической программной блокировки [1];

определение положения привода путем использования бесконтактных индукционных датчиков; комплектация устройства серийно выпускаемыми блок-замками типа ЗБ-1м (первая ступень блокирования);

стойкость к крутящим моментам до 500 Н·м; степень защиты оболочки – IP66; настройка на углы поворота от 80 до 130°; инвариантность к значению диаметра вала привода; монтаж устройства без воздействия на существующую конструкцию привода КА.

Сотрудниками ООО «НПФ ЭЛНАП» и НИУ «МЭИ» было разработано устройство, представленное на рис. 1.

Принципиальным решением является разъемная конструкция устройства. Поэтому все основ-

ные детали (диск фиксатора, корпус, кожух и некоторые другие, не показанные на рис. 1) состоят из двух половин. Естественно, это усложняет их изготовление, но упрощает монтаж, настройку устройства, а также не требует изменений в существующих механических блокировках, которые выполняют функцию взаимного блокирования разъединителей и заземляющих ножей в пределах одного КА.

Существенно то, что такая конструкция не требует наличия вспомогательных механизмов для сопряжения, например узлов идентификации положения с приводом, таких как муфты и т.п. Все элементы для определения положения привода нахо-

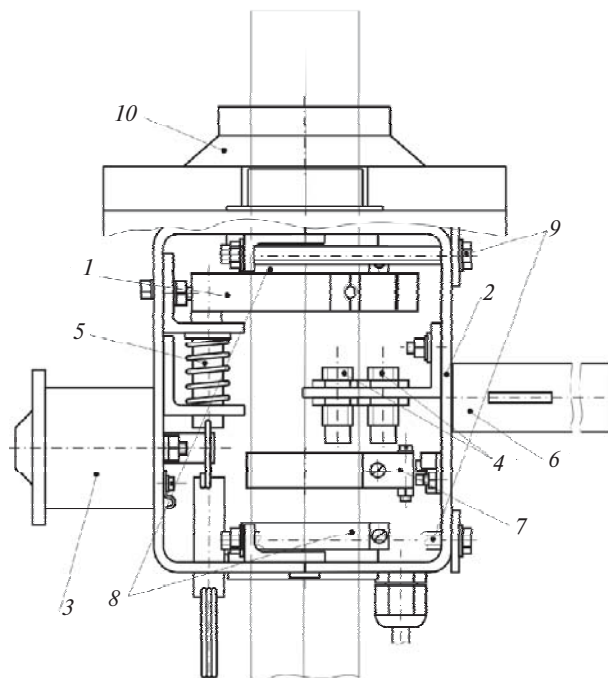


Рис. 1. Общий вид устройства: 1 – диск фиксатора; 2 – корпус; 3 – замок; 4 – датчики положения; 5 – стопор; 6 – компенсатор вращающего момента; 7 – хомут с позиционирующим элементом; 8 – хомуты фиксирующие; 9 – болты стягивающие; 10 – кожух защитный

¹ Работа выполнена в Национальном исследовательском университете «Московский энергетический институт» при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

дятся непосредственно в пределах объема устанавливаемого устройства. Аналогично и с узлами блокирования.

Для выполнения функций блокирования устройство должно быть неподвижным относительно вала привода КА. Наиболее простым и менее затратным вариантом стало применение компенсатора вращающегося момента (6, рис. 1), представляющего собой усиленный ребрами отрезок трубы, соединенный с задней частью корпуса. Свободный конец компенсатора закрепляется в металлоконструкции портала.

Важным является тот факт, что монтаж устройства не требует отключения КА и, следовательно, необходимых разрешительных процедур при проведении монтажных и пусконаладочных работ. Настройка устройства предполагает позиционирование диска фиксатора и узла определения положения привода для обеспечения соответствия положений «включено» и «выключено» КА расположению пазов фиксации и индукционных датчиков положения. Настройка проводится по положению ограничителей поворота, существующих на каждом КА, с помощью специального вспомогательного устройства, которое определяет конкретные углы поворота вала. Используя эти априорные данные, устанавливаются положения бесконтактных датчиков. Такая возможность установки обеспечивается наличием секторных пазов в платформе крепления датчиков.

Другим важным решением является конструкция диска фиксатора, общий вид которого представлен на рис. 2. Диск – основной элемент, который в купе со стопором обеспечивает блокировку привода КА.

Для повышения надёжности срабатывания коммутационного аппарата при наличии люфтов применена однокоординатная система стопоривания типа паз—штырь. Это позволяет свести к минимуму вероятность заклинивания, что характерно для известных решений. Механизм разблокирования снабжен фиксатором, что позволяет проводить манипуляции с переключением КА одному сотруднику.

Апробация устройства на действующем энергообъекте подтвердила правильность основных техни-

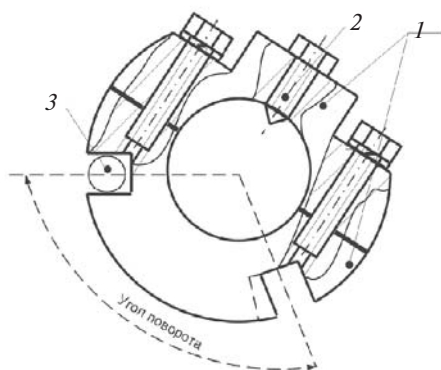


Рис. 2. Схема дискофиксатора: 1 – половины диска; 2 – стопорный винт; 3 – стопор

ческих решений (рис. 3). Однако были выявлены неприятные для разработчиков моменты. Основным из них является несоответствие реального угла поворота заявленному в эксплуатационной документации.

Решение проблемы путем универсализации устройства, основанной на применении, например, двух дисков значительно усложнит конструкцию и, следовательно, увеличит стоимость устройства. Ограниченная потребность в таких устройствах, связанная с реальными планами модернизации систем блокировок на электрических подстанциях, позволяет использовать компромиссные решения.

Первое из них, как было указано ранее, заключается в определении фактического угла поворота по имеющимся на приводах ограничителям положений «включено» и «выключено». Тем более, что всем работам на энергообъекте предшествует его обследование и разработка проекта. Поэтому изготовление дисков фиксаторов с пазами, рассчитанными на различные углы поворота с некоторым допуском, при современном развитии металлообработки делает такой подход реальным.

Другой вариант – увеличить размер второго паза (рис. 2) и, используя набор унифицированных вставок, подбирать требуемый угол по месту монтажа устройства.

Разработанное устройство должно обладать соответствующей механической прочностью, чтобы выдержать механические воздействия, возникающие при попытках выполнить переключения при заблокированном приводе КА. Известно [2], что переключения КА с ручным приводом выполняются персоналом с помощью трубы длиной до 1 м. Проведенные исследования показали, что в этом случае на устройство воздействует момент силы до 500 Н·м. С помощью простого стенда (рис. 4) удалось подобрать оптимальные геометрические размеры узлов устройства: диска фиксатора, стопора, стягивающих болтов.

Рабочие условия применения предъявляют жесткие требования к степени защиты кожуха устройства. Попытка сэкономить на специальной оболочке может существенно отразиться на надежности устройства. В неблагоприятных условиях, особенно в зим-



Рис. 3. Размещение устройства на валу привода разъединителя

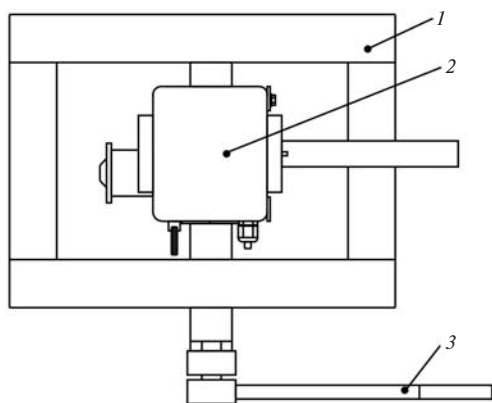


Рис. 4. Схема стенда для проведения испытаний на прочность от поворотного усилия: 1 – металлоконструкция поворотной трубы; 2 – испытуемое устройство; 3 – динамометрический ключ

ний период, обледенение механизма устройства приведет к невозможности выполнять деблокирование.

Несмотря на наличие кожуха, все металлические детали должны иметь покрытие, для снижения воздействия окружающей среды.

Важным свойством разработанного устройства является возможность оперативного деблокирования в тех случаях, когда магнитный ключ не помогает, т.е. при поломке механизма устройства. Для этого достаточно снять кожух и выкрутить стопорный винт диска фиксатора, при этом поворот вала возможен, а функция индикации его положения сохраняются.

Разработанное устройство механической блокировки может с успехом применяться в приводах КА с ручным управлением при использовании логической блокировки программного типа.

Elektrichestvo (Electricity), 2015, No. 6, pp. 61–63.

Development of an Actuator for Mechanically Blocking the Switching Apparatus Drive

R.K. BORISOV, S.A. KOKORIN, O.M. KOCHUROV, and A.Ya. CHERNOKOZ

The development of a switching apparatus blocking device is considered. An original detachable design and mounting procedure of the blocking device are described in detail. The development is oriented at being used in existing 6–750 kV electrical substations in carrying out their simulation and repair. The advantage of the proposed device is that it is compatible with different types of switching apparatuses and can be fitted with an intellectual microprocessor control system.

Key words: switchgear, switching apparatus, operative interlock

REFERENCES

1. Borisov R.K., Zhulikov S.S., Kovalev D.I., Kokorin S.A., Usitvina A.A., Chernokoz A.Ya. *Elektrichestvo – in Russ. (Electricity)*, 2014, No. 1, pp. 17–25.

Authors: Borisov Ruslan Konstantinovich (Moscow, Russia) – Cand. Sci. (Eng.), Leading Scientific Researcher of National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (NRU «MPEI»).

Kokorin Oleg Mikhailovich (Moscow, Russia) – Cand. Sci. (Eng.), Research Assistant of the LLC «Scientific and Production Company ELNAP» («SPC ELNAP»).

Kochurov Oleg Mikhailovich (Moscow, Russia) – Engineer in the Department of the NRU «MPEI».

Chernokoz Aleksandr Yakovlevich (Moscow, Russia) – Scientific Researcher in the LLC «SPC ELNAP».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов Р.К., Жуликов С.С., Ковалев Д.И., Кокорин С.А., Уситвина А.А., Чернокоз А.Ф. Состояние оперативных блокировок безопасности на объектах энергетики и мероприятия по повышению ее надежности. – *Электричество*, 2014, № 1, с. 17–25.

2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. *Электрооборудование станций и подстанций*. – М.: Энергоатомиздат, 1987, 648 с.

[19.01.15]

Авторы: Борисов Руслан Константинович окончил электроэнергетический факультет Московского энергетического института (МЭИ – ныне Национальный исследовательский университет «МЭИ» – НИУ «МЭИ») в 1971 г. В 1981 г. защитил кандидатскую диссертацию. Ведущий научный сотрудник кафедры техники и электрофизики высоких напряжений (ТЭВН) НИУ «МЭИ».

Кокорин Сергей Анатольевич окончил приборостроительный факультет Владимирского политехнического института в 1980 г. В 1988 г. защитил в Московском приборостроительном институте кандидатскую диссертацию «Разработка и исследование экстраполяционных методов определения статических магнитных характеристик электротехнических сталей». Научный сотрудник ООО «НПФ ЭЛНАП».

Кочуров Олег Михайлович окончил факультет информатики и прикладной математики Владимирского государственного университета (ВГУ) в 2002 г. В 2009 г. защитил кандидатскую диссертацию «Разработка и исследование программно-аппаратных средств для передачи цифровых сигналов по электрическим распределительным сетям» в ВГУ. Инженер кафедры ТЭВН НИУ «МЭИ».

Чернокоз Александр Яковлевич окончил радиотехнический факультет Казанского авиационного института в 1970 г. Научный сотрудник ООО «НПФ ЭЛНАП».

2. Rozhkova L.D., Kozulin V.S. *Elektrooborudovaniye stantsii i podstantsii* (Electrical equipment of stations and substations). Moscow, Publ. Energoatomizdat, 1987, 648 p.

