

А.П.Ковалёв, М.А.Нагорный, И.Я.Чернов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЁННЫХ КОМПЛЕКТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ МОЩНОСТЬЮ ДО 1600 КВ·А

Постановка проблемы. Взрывозащищённые комплектные трансформаторные подстанции (КТП), предназначенные для электроснабжения участков угольных предприятий, опасных по газу метану и/или угольной пыли, уже в течение более сорока лет выпускает ОАО «Донецкий энергозавод».

Постепенное повышение требуемой установленной мощности токоприемников участков шахт приводит к постоянному увеличению предельной единичной мощности КТП вплоть до 1600 кВ·А и более, значительному усложнению их конструкции и потенциальному снижению безопасности и надежности КТП в эксплуатации.

Поэтому является целесообразной постановка задачи повышения безопасности эксплуатации КТП путём уменьшения стыковочных соединений оболочек с одновременным снижением влияния давления взрыва путём разделения его продуктов по крайней мере на два потока и более компактного выполнения конструкции за счёт рационального использования допустимых габаритных размеров по ширине горных выработок существующих угольных предприятий.

Анализ исследований и публикаций. Существующие взрывозащищённые КТП структурно содержат распределительные устройства высшего (РУВН) и низшего (РУНН) напряжений, размещаемые во взрывонепроницаемых оболочках с кабельными коробками и вводами, проходными токоведущими зажимами, комплектом коммутационной аппаратуры с шинами, аппаратурой защиты, управления и сигнализации. Силовой трансформатор (активная часть) также размещается во взрывонепроницаемой оболочке, образующей в сочетании с РУВН и РУНН единый корпус с общей взрывозащитой.

Известна конструкция КТП [1], в которой силовой трансформатор выполнен из отдельных секций, каждая из которых представляет собой магнитопровод с насаженными на его стержни обмотками, размещенный в отдельной взрывонепроницаемой оболочке со своими фланцами. При сборе в КТП нескольких таких секций образуется общий корпус с большим количеством фланцев и соединений взрывозащиты.

Недостатки этой конструкции заключаются в невозможности снижения давления взрыва вследствие чрезмерно большого объёма внутренних полостей трансформаторного блока и распределительных устройств и из-за отсутствия устройств снижения давления взрыва. К недостаткам можно отнести также большой расход металла из-за того, что каждый трансформатор-секция имеет автономные фланцы и крепёжные элементы. Большое количество стыковочных поверхностей (каждая трансформаторная секция имеет по два фланца) приводит к существенному увеличению общей массы КТП и уменьшению безопасности применения из-за наличия большого количества стыковочных взрывозащитных поверхностей. Продольное размещение активных частей трансформаторов-секций в оболочках ограничивает их количество в изделии по причине сложности обеспечения взрывозащиты при помощи фланцев и приводит к недоиспользованию габаритного размера по ширине.

Указанные недостатки частично устранены аналогичной конструкцией КТП, предложенной в [2].

Расположение активной части поперек корпуса позволяет уменьшить длину КТП за счёт некоторого увеличения ее ширины, определяемой допустимыми габаритами шахтного транспорта.

Недостатки же этой конструкции заключаются в том, что она допускает с учётом современных электротехнических и конструкционных материалов выполнение КТП мощностью ориентировочно до 800 кВ·А, между тем как для электроснабжения угледобывающих участков уже в недалёком будущем потребуется установленная мощность до 1600 кВ·А. Простое наращивание мощности путём механического соединения блоков в общую конструкцию также приводит к увеличению массы изделия из-за добавления количества фланцев с крепёжными элементами и общей длины стыковочных взрывозащищённых поверхностей, что является нежелательным в условиях взрывоопасной атмосферы, так как приводит к снижению надёжности и безопасности оборудования.

Цель статьи. Обоснование нового структурного построения рудничных взрывозащищённых КТП мощностью до 1600 кВ·А, предназначенного для обеспечения высокой надёжности, безопасности и гибкости их использования применительно к различным изменяющимся условиям эксплуатации во взрывоопасной среде угледобывающих участков шахт.

Результаты исследований. Разработано структурное и конструктивное выполнение взрывозащищённой КТП, которая включает взрывонепроницаемую оболочку, с размещённой в ней активной частью и распределительные устройства РУВН и РУНН [3].

Взрывозащищённая КТП имеет (рисунки 1 и 2) РУВН и РУНН, 1 и 2 соответственно, включающих в себя оболочки 3 и 4 с кабельными короб-

ками, вводами и проходными силовыми токоведущими зажимами 5 и 6. Распределительные устройства содержат комплекты аппаратуры с шинами, аппаратурой коммутации, защиты, управления и сигнализации. Подстанция включает в себя также силовой преобразовательный блок 7, выполненный из трансформаторных секций 8, каждая из которых представляет собой активную часть, содержащую магнитопровод с насаженными на его стержни обмотками. Распределительные устройства и силовой преобразовательный блок размещены во взрывонепроницаемых оболочках 9, имеющих взрывозащитные фланцы, образующие систему взрывозащиты при их объединении в единую конструкцию при помощи крепящих элементов. Трансформаторные секции 8 конструктивно соединены попарно. Каждая пара размещена или поперечно или продольно оси оболочки в её полостях, образованных поперечной взрывонепроницаемой перегородкой 10 с проходными токоведущими зажимами 11 и 12 и силовыми шинами ВН и НН соответственно. В нижней части оболочки 9 на поперечной перегородке 10 и на перегородках распределительных устройств 13 и 14 установлены устройства снижения давления взрыва 15, выполненные разнесенными в пространстве. В силовом преобразовательном блоке в обеих парах трансформаторных секций 8 устанавливаются изоляционные пластины 16 поперек продольной оси оболочки и параллельно продольным осям трансформаторов-секций.

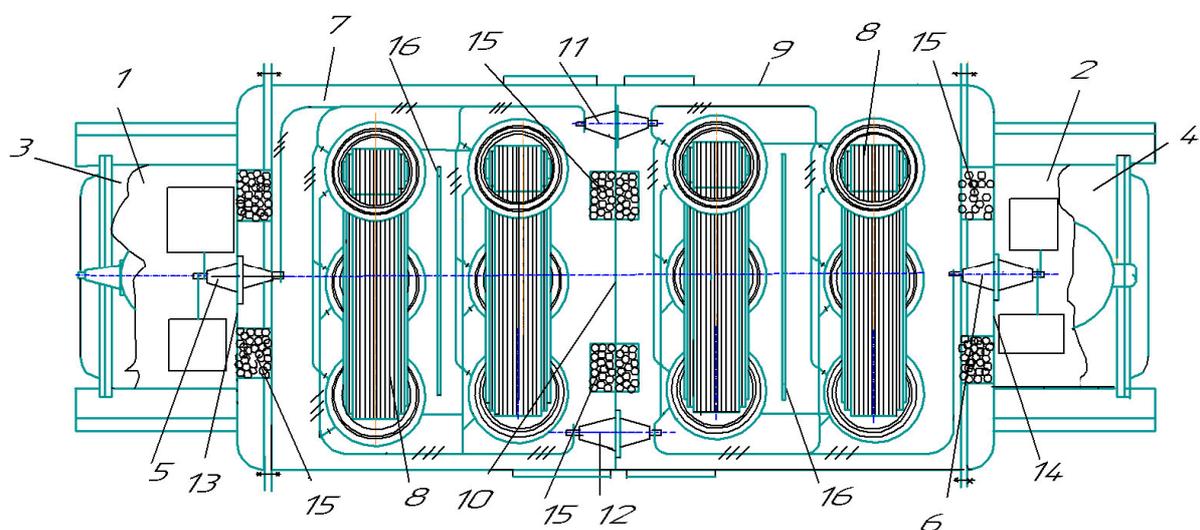


Рисунок 1 – Структурная схема взрывозащищённой трансформаторной подстанции с размещением трансформаторных секций поперек её продольной оси (вид сверху)

В месте расположения проходных токоведущих зажимов 11 и 12 в оболочке выполнены люки, которые закрываются крышками с фланцами. Подстанция для удобства перемещения её в горных выработках снабжена салазками и может снабжаться колёсными парами.

Трансформаторы 8 по отношению к продольной оси оболочки КТП могут размещаться поперечно или продольно. При поперечном размещении трансформаторов (см. рисунок 1) КТП имеет меньшую длину, а при продольном размещении трансформаторов (рисунок 2) более рационально используется ее ширина, что является предпочтительным с целью увеличения мощности.

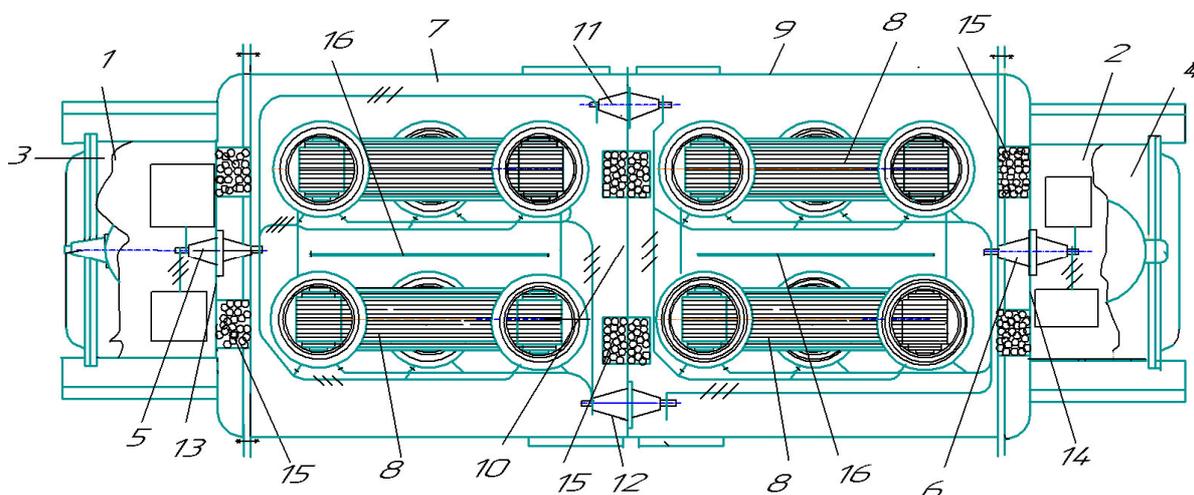


Рисунок 2 – Структурная схема взрывозащищённой трансформаторной подстанции с размещением трансформаторных секций вдоль её продольной оси (вид сверху)

При работе напряжение подаётся на проходные токоведущие зажимы (на рисунках не показаны) кабельной коробки РУВН через силовой коммутационный аппарат комплекта аппаратуры с шинами на обмотки трансформаторных секций через проходные токоведущие зажимы. Питание приёмников электроэнергии осуществляется через проходные токоведущие зажимы и силовые шины НН и соответствующий комплект аппаратуры с силовым коммутационным аппаратом, проходные токоведущие зажимы (на рисунках не показаны), установленные в кабельной коробке НН через кабельный ввод.

Предложенная конструкция позволяет:

- а) повысить мощность КТП до 1600 кВ·А, а также надёжность и безопасность ее применения в условиях эксплуатации во взрывоопасной среде;
- б) снизить металлоёмкость при изготовлении за счёт уменьшения количества взрывозащитных фланцев оболочек корпуса, обеспечивающих взрывозащиту изделия, до двух;
- в) примерно в 2...2,5 раза уменьшить длину КТП за счёт некоторого допустимого увеличения ширины путём поперечного размещения трансформаторных секций и установки между ними изоляционных перегородок и таким образом выполнить изделие более компактным;

г) снизить влияние давления взрыва за счёт разделения оболочки для трансформаторных секций на два равных объёма, установки в нижней части перегородок и разнесения в пространстве устройств снижения давления взрыва;

д) более рационально использовать объём оболочки за счёт размещения между трансформаторами изоляционных перегородок (барьеров).

Предложенное техническое решение позволяет повысить надёжность и безопасность применения электрической энергии в электрических сетях взрывоопасных производств в условиях эксплуатации за счёт снижения тока короткого замыкания (КЗ) в обмотках силового преобразовательного блока и создания благоприятных условий для снижения давления взрыва внутри оболочек распределительных устройств и силового преобразовательного блока, так как все эти оболочки соизмеримы по объёму. Давление в кабельных коробках при возникновении в них взрыва может быть снижено разгрузками в сопряжённые оболочки большего объёма.

Функциональные возможности и гибкость использования предложенной взрывозащищённой КТП могут быть расширены за счёт возможного параллельного или отдельного включения каждого из попарно соединённых трансформаторных секций.

Снижение напряжения КЗ за счёт выполнения силового преобразовательного блока из попарно объединённых трансформаторных секций позволяет повысить пусковые характеристики приёмников электроэнергии.

Эффективность мощности КЗ при этом может быть снижена за счёт рассредоточения её на трансформаторные секции преобразовательного блока, чем достигается большая безопасность её эксплуатации.

Попарное объединение трансформаторных секций упрощает процесс монтажа их в оболочке силового преобразовательного блока. Перед установкой трансформаторных секций осуществляют их конструктивное объединение в блоки, выполняют предварительные электрические соединения. После установки блоков в оболочку и их закрепления окончательные электрические соединения осуществляют через люковые отверстия.

Установка электроизоляционных пластин 16 между сопряжёнными обмотками трансформаторов-секций позволяет уменьшить расстояние между ними и общую длину КТП.

Выполнение устройств снижения давления взрыва разнесёнными в нижней части поперечной перегородки позволяет снизить вероятность передачи в смежное пространство опасных продуктов взрыва путём их направления в нижнюю часть оболочки и разделения в пространстве.

Процесс изготовления трансформаторных секций упрощается, а в условиях эксплуатации живучесть изделия повышается, так как выход из строя одной из составляющих силового преобразовательного блока позво-

ляет некоторое время продолжать работу изделия за счёт вывода из строя повреждённой секции и отдельного подключения неповреждённых.

При выборе источников электроснабжения (трансформаторов) для питания системы электроснабжения запас их установленной мощности может быть снижен до мощности одной трансформаторной секции, что позволит снизить расход электротехнических материалов в электрической сети.

Вывод.

Предложено и обосновано структурное и конструктивное исполнение рудничных взрывозащищённых КТП, в которых трансформаторный блок выполнен из трансформаторных секций, попарно соединённых между собой в отсеках общей оболочки, разделённых между собой взрывонепроницаемой перегородкой. Такое исполнение КТП мощностью до 1600 кВ·А позволит за счёт рационального использования выработанного пространства горной выработки по ширине, длине и высоте получить более компактное изделие, повысить надёжность и безопасность использования КТП в условиях взрывоопасной среды, а также упростить процесс ее изготовления.

Список литературы

1. Шахтная передвижная подстанция для питания угледобывающих участков: А.с. 427435 СССР, МКИ Н 02b 9/00 / В.М.Грушко, А.И.Кубрак, А.В.Лысюк, М.А.Нагорный, А.И.Плетнёв, А.Н.Селищев, Ф.В.Суков, В.В.Шилов (СССР). – 1673250/24-7; Заявл.24.06.71; Оpubл.05.05.74; Бюл.№17.

2. Патент № 26444 Україна, МПК (2006) H01F 27/02. Трансформатор вибухозахищений трифазний / М.О.Нагорний, В.М.Грушко, О.П.Ковальов, О.М.Омельченко, І.Я.Чернов (Україна). – № u 2007 03923; Заявл.15.05.07; Оpubл.25.09.07; Бюл.№15.

3. Патент № 37691 Україна, МПК (2006) H01F 27/00, H02B 7/00. Вибухозахищена трансформаторна підстанція / М.О.Нагорний, О.П.Ковальов, В.М.Грушко, І.Я.Чернов, О.М.Омельченко (Україна). – № u 2008 06965; Заявл.20.05.08; Оpubл.10.12.08; Бюл.№23.