

УДК 622.012.2

Р.М. Саркисян

К ВОПРОСУ ВЫБОРА УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Выполнен обзор научно-технической литературы по вопросам применения устройств защитного отключения в электрических сетях с глухозаземлённой и изолированной нейтралью. Приведена история развития устройств защитного отключения, рассмотрены различные статьи, диссертации и монографии по данному вопросу. Обозначена актуальность проблемы выбора устройств защитного отключения в сети с глухозаземлённой нейтралью. Приведены цели и задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: устройство защитного отключения, глухозаземлённая нейтраль, электробезопасность, электрическая сеть.

Введение

Защитным отключением называется быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Защитное отключение, как и всякая автоматическая система, более сложна по устройству, чем заземление, зануление, понижающие или разделительные трансформаторы и на первый взгляд трудно осуществимо и малонадежно. В действительности же развитие современной техники позволяет изготовить несложные малогабаритные устройства с применением таких элементов, как полупроводниковые приборы, магнитные усилители, микросхемы, микропроцессоры и т.д. Надежность таких устройств достаточно высока, и, кроме того, автоматические устройства защитного отключения (УЗО) могут осуществлять самоконтроль, отключая установку при повреждении самого УЗО, что обеспечивает еще бóльшую степень безопасности.

Защитное отключение, осуществляемое из соображений безопасности, имеет также большое эксплуата-

ционное значение. Поддержание сопротивления изоляции сети на достаточно высоком уровне оказывает благоприятное влияние на эксплуатацию электрооборудования.

Эксплуатация электроустановок при снижении сопротивления изоляции не допускается, предупреждая развитие уже возникших повреждений. Этим сокращаются простои электрооборудования и ускоряется, упрощается и удешевляется ремонт поврежденного электрооборудования. При применении защитного отключения уменьшается возможные потери энергии в цепях утечек. Наконец, при помощи УЗО облегчается обнаружение места и характера возникшего повреждения.

Развитие устройств защитного отключения

Создание и развитие устройств защитного отключения началось в конце 20 годов прошлого столетия. Первое УЗО было запатентовано германской фирмой RWE в 1928 г., когда принцип токовой дифференциальной защиты, ранее применявшийся для защиты генераторов, линий и трансформаторов, был применен для защиты человека от поражения электрическим током.

В 1937 г. фирма Schutzapparategesellschaft Paris & Co. изготовила первое действующее устройство на базе дифференциального трансформатора и поляризованного реле, имевшее чувствительность 0,01 А и быстродействие 0,1 с. В том же году с помощью добровольца (сотрудника фирмы) было проведено испытание УЗО. Эксперимент закончился благополучно, устройство сработало четко, доброволец испытал лишь слабый удар электрическим током, хотя и отказался от участия в дальнейших опытах.

Все последующие годы, за исключением военных и первых послевоенных, велась интенсивная работа по изучению действия электрического тока на организм человека, разработке электрозщитных средств и в первую очередь — совершенствованию и внедрению УЗО.

Разработки устройств защитного отключения в России начались в 60-70 годах 20-го столетия и продолжаются по сегодняшний день. Большой вклад в изучении этой проблемы внесли различные учёные.

В трудах профессора П.А. Долина описаны основные понятия связанные с электробезопасностью и устройствами защитного отключения [1]. Дано понятие устройства защитного отключения, его основных элементов и параметров; так же рассмотрены области применения устройств защитного отключения; типы устройств защитного отключения по способу реагирования, рассмотрены принципы действия данных устройств; произведены расчёты основных параметров устройств защитного отключения.

В дальнейшем рассмотрение проблем связанных с устройствами защитного отключения велось по различным направлениям. К.т.н. В.Г. Куницким выполнены исследования по применению устройств защитного отключения

для шахтных участковых электрических сетей с частотно-регулируемым электроприводом напряжением до 1000 В [7]. Инженер Косарева-Володько О.В. в своей работе [5] привела классификации способов защиты от токов утечки в городском электрическом транспорте, которая позволяет сделать вывод о недостатках существующих устройств защиты от токов утечки; предложено усовершенствованное устройство защиты от токов утечки, которое позволяет решить вопрос электробезопасности на городском троллейбусном транспорте.

В различных работах научного и технического профиля рассмотрены вопросы по адаптации и использования устройств защитного отключения в сельском хозяйстве; происходит развитие устройств защитного отключения в электровозной откатке; рассматриваются проблемы использования устройств защитного отключения в сетях горных предприятий; представляются информационно-стоимостные характеристики данных устройств [3], [4], [6].

Поскольку сети промышленных предприятий имеют технические различия то и защитные устройства применяемые в этих сетях различаются. В сетях с изолированной нейтралью наибольшее распространение получили устройства РУ, УАКИ, АЗАК, АЗГБ, АЗШ, АЗУР.

РУ (реле утечки) предназначены для защиты людей от поражений электрическим током и других опасных последствий утечек тока на землю. Устройства автоматического контроля изоляции УАКИ предназначено для защиты людей от поражения электрическим током, непрерывного контроля сопротивления изоляции и отключения трёхфазных электрических сетей с изолированной нейтралью переменного тока частотой 50 Гц в случае снижения сопротивления между их фазами и землёй до опасного значения. Аппараты

УАКИ выпускаются на напряжение 127, 380 и 660В. В устройствах выпускаемых промышленностью позже в отличие от реле утечки типа УАКИ, применена автоматическая компенсация емкостных токов утечки на землю. Данные реле утечки состоят из двух различных по назначению устройств: контроля изоляции и автоматической компенсации емкостных токов утечки. Устройство контроля изоляции выполнено на базе схемы аппарата УАКИ. В устройстве компенсации емкостной составляющей токов утечки применён дроссель насыщения, являющийся, как известно, нелинейным элементом.

В сетях с глухозаземлённой нейтралью наибольшее распространение получили так называемые дифференциальные автоматы, представляющие собой синтез автоматического выключателя и устройства защитного отключения. На сегодняшний момент проведено достаточное количество исследований связанных с разработкой и применением данных устройств.

Электрические сети промышленных и горных предприятий имеют различные параметры. К ним можно отнести такие параметры как протяжённость линии, типы систем заземления, активное, реактивное, индуктивное сопротивление сети. В зависимости от этих параметров производятся расчёты и выбор электротехнического оборудования.

Однако в нормативных документах по электробезопасности не совсем четко прописаны вопросы выбора устройств защитного отключения. Так в электрической сети с изолированной нейтралью устройство защитного отключения состоит из отключающего аппарата (автоматический выключатель, контактор и т.п.) и реле, реагирующего на снижение сопротивления изоляции (реле утечки). В данной сети выбор ти-

па устройства защитного отключения зависит от места установки реле утечки и его исполнения.

Согласно 7-му изданию ПУЭ, при выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система TN, и заземлены, если применены системы IT или TT. При этом характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников должны быть согласованы, чтобы обеспечивалось нормированное время отключения поврежденной цепи защитно-коммутационным аппаратом в соответствии с номинальным фазным напряжением питающей сети.

Существует ряд таблиц и графиков с помощью которых можно определить параметры сетей при выборе УЗО, но они не позволяют точно выбрать устройство защитного отключения в зависимости от параметров сети, и если в сетях с изолированной нейтралью проблема выбора не так актуальна, то в сетях с глухозаземлённой нейтралью этот вопрос остаётся открытым.

При дальнейших исследованиях ставятся следующие цели и задачи:

- для типизированных участков электрических сетей промышленных предприятий; выполнить моделирование токов утечки и напряжения прикосновения в установившемся и переходном режимах;
- синтезировать зависимости токов утечки от параметров электрической сети;
- на основании полученных результатов разработать рекомендации по выбору УЗО в электрических сетях с глухозаземлённой нейтралью промышленных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках установках. – М.: Энергоатомиздат., 1984. – 442 с.
2. Куницкий В.Г. Анализ средств защитного отключения для шахтных комбинированных сетей. // ГИАБ. – 2009. – С. 179-183.
3. Бабокин Г.И., Куницкий В.Г., Шеленёв П.И. Защитное отключение на постоянном оперативном токе для комбинированных шахтных сетей.
4. Петров Г.М., Ионов П.В. Условия выбора устройств защитного отключения для электрических сетей с разными режимами нейтрали. ГИАБ. ОВ4, Электрификация и энергоэффективность, 2011. – С. 373-378.
5. Петров Г.М., Жигарловский Я.А. Классификация защитных мер электробезопасности при совместной эксплуатации различных режимов нейтрали карьерных электрических сетей. // ГИАБ 2008, №8 – С.238-242.
6. Косарева-Володько О.В. Обоснование метода и разработка устройства защитного отключения для городского троллейбусного транспорта: Дис. ...к.т.н./ МГТУ. – М., 2002. – 202 с.
7. Дробязко О.Н. Развитие моделей электропоражений людей при защите устройствами защитного отключения по току утечки. // Вестник КрасГАУ. – 2006. – №10. – С. 296-304.
8. Куницкий В.Г. Разработка устройства защитного отключения для шахтных участковых электрических сетей с частотно регулируемым электроприводом до 1000 В: Дис. ...к.т.н. / МГТУ. – М., 1996. – 261 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Саркисян Рубен Михайлович – аспирант кафедры "Электрификация и энергоэффективность горных предприятий", rubik_dgeen@mail.ru
Московский государственный горный университет,



UDC 622.012.2

ON SELECTING CIRCUIT BREAKERS

Sarkisian R.M., Graduate Student, e-mail: rubik_dgeen@mail.ru
Moscow state mining university, Russia, ud@msmu.ru

A review of scientific literature on the use of circuit breakers in electrical networks with earthed and isolated neutral. Gives you history of circuit breakers, considered various papers, theses and monographs on the subject. Denotes the relevance of selecting circuit breakers in the network with earthed neutral. Are the goals and objectives for further research.

Key words: circuit breaker, neutral to earth, electrical safety, electrical network.

REFERENCES

1. Dolin P.A. Osnovy tehnik bezopasnosti v jelektroustanovkah ustanovkah. – М.: Jenergoatomizdat., 1984. – 442 s.
2. Kunickij V.G. Analiz sredstv za-shhitnogo otkljuchenija dlja shahtnyh kombi-nirovannyh setej. // GIAB. – 2009. – S. 179-183.
3. Babokin G.I., Kunickij V.G., She-lenjov P.I. Zashhitnoe otkljuchenie na posto-jannom operativnom toke dlja kombiniro-vannyh shahtnyh setej.
4. Petrov G.M., Ionov P.V. Uslovija vybora ustrojstv zashhitnogo otkljuchenija dlja jelektricheskijh setej s raznymi rezhima-mi nejtrali. GIAB. OV4. Jelektrifikacija i jenergojeffektivnost', 2011. – S. 373-378.
5. Petrov G.M., Zhigarlovskij Ja.A. Klassifikacija zashhitnyh mer jelektrobezo-pasnosti pri sovmestnoj jekspluatcii raz-lichnyh rezhimov nejtrali kar'ernyh jelek-tricheskijh setej. // GIAB 2008, №8 – S.238-242.
6. Kosareva-Volod'ko O.V. Obosno-vanie metoda i razrabotka ustrojstva za-shhitnogo otkljuchenija dlja gorodskogo trol-lejbusnogo transporta: Dis. ...k.t.n./ MGGU. – М., 2002. –202 s.
7. Drobjazko O.N. Razvitie modelej jelektroporazhenij ljudej pri zashhite ust-rojstvami zashhitnogo otkljuchenija po toku utechki. // Vestnik KrasGAU. – 2006. – №10. – S. 296-304.
8. Kunickij V.G. Razrabotka ustroj-stva zashhitnogo otkljuchenija dlja shahtnyh uchastkovykh jelektricheskijh setej s chastotno reguliruemykh jelektroprivodom do 1000 V: Dis. ...k.t.n. / MGGU. –М., 1996. – 261 s.