

DOI:10.24223/1999-5555-2017-10-4-287-290

УДК: 621.316.9

Обеспечение безопасности при эксплуатации распределительных сетей

Кондратьева Н. П.¹, Стерхова Т. Н.², Широбокова Т. А.¹, Огородников Л. Л.¹, Моисеенко А. Б.³

¹ ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

Россия, Удмуртская Республика, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

² ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,

Россия Удмуртская Республика, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1

³ ООО «Удмуртэнерго-нефть»,

Россия, Удмуртская Республика, 426039 г. Ижевск ул. Новосмирновская, 19

Поступила / Received 23.03.2017

Принята к печати / Accepted for publication 01.12.2017

В соответствии с требованиями действующих Правил электроустановок все объекты, получающие электроэнергию от централизованной системы электроснабжения, должны иметь необходимую надежность электроснабжения. Особенно это касается объектов нефтегазового комплекса. Отключение этих объектов от сети электроснабжения даже на небольшой промежуток времени может привести к авариям и принести большой материальный и моральный ущерб. Даже если не произошло прямого попадания молнии в оборудование, все равно может возникнуть электромагнитный импульс между тучами и удаленным ударом молнии в землю. В статье представлено средство защиты от молнии — установка «Грозозащита», которая проходит испытания на Киенгопском нефтяном месторождении Удмуртской Республики и установлена на отдельно стоящей опоре в районе КТП-6/0,4 кВ с учетом конфигурации электрической сети 6 кВ ПС 110/6 кВ. Установку «Грозозащита» обычно располагают на возвышенности в отдалении от важных объектов инфраструктуры. Принцип ее работы основан на создании искусственной зоны грозового разряда. Проблемой этой установки является то, что она является концентратором электрических зарядов, наведенных в результате различных атмосферных явлений. Поэтому при ее эксплуатации необходимо соблюдать повышенные требования безопасности. Описаны назначения основных узлов грозозащитной установки и их функциональное назначение. За период эксплуатации устройства не наблюдалось ни одного попадания молнии в оборудование Киенгопского месторождения нефти и линии электропередач, а также не произошло опасных воздействий от грозовых перенапряжений. Таким образом, увеличилась защищенность всего электрооборудования как от перепадов напряжения, так и от резких скачков и импульсов напряжения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: защита от молнии, установка «Грозозащита», распределительные сети, линия электропередач

Адрес для переписки:

Стерхова Т. Н.

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,

ул. Университетская, 1,

426034, г. Ижевск, Россия Удмуртская Республика

tatiana.sterh@mail.ru

Address for correspondence:

Sterkhova T. N.

FSBEI DH «Udmurt state University», Universitetskaya, 1,

426034, Izhevsk, Republic ANS of Russia

tatiana.sterh@mail.ru

For citation:

Kondratieva N. P., Sterkhova T. N., Shirobokova T. A., Ogorodnikov L. L., Moiseenko A. B. [Ensuring safety in operation of distribution networks]. *Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry*. 2017, vol. 10, no. 4, pp. 287–290 (in Russian).

Для цитирования:

Кондратьева Н. П., Стерхова Т. Н., Широбокова Т. А.,

Огородников Л. Л., Моисеенко, А. Б. Обеспечение безопас-

ности при эксплуатации распределительных сетей.

Надежность и безопасность энергетики. 2017. – Т.10,

№4. – с. 287–290.

Ensuring safety in operation of distribution networks

Kondratieva N. P.¹, Sterkhova T. N.², Shirobokova T. A.¹, Ogorodnikov L. L.¹, Moiseenko A. B.³

¹ FSBEI DH «Izhevsk state agricultural Academy»,
Russia, the Republic ANS, 426069, Izhevsk, Studencheskaya, 11

² FSBEI DH «Udmurt state University»
Republic ANS of Russia, 426034, Izhevsk, Universitetskaya, 1

³ ООО «Udmurtenergoremont»,
Russia, the Republic ANS, 426069, Izhevsk, Novosmirnovskaya, 19

In accordance with the requirements of the current Electrical Code, all facilities receiving electricity from a centralized power supply system must be provided with the necessary reliability of electricity supply. This is particularly true for oil and gas facilities. Disconnecting these objects from the power supply network even for a short period of time can lead to accidents and bring great material and moral damage. Even if the equipment is not directly struck by a lightning, an electromagnetic pulse between the clouds and a distant lightning strike to the ground can still occur. The article presents a lightning protection device — the «Grozozaschita» installation, which is being tested at the Kiengop oil field in the Udmurt Republic and installed on a standalone support in the area of CTS-6/0.4 kV, taking into account the configuration of the 6 kV electric network at a 110 / 6 kV substation. A «Grozozaschita» installation is usually located on a hill at some remote distance from important infrastructure facilities. The operation principle of the installation is based on creation of an artificial lightning discharge zone. The problem with this setup is that it concentrates electric charges induced by various atmospheric phenomena. Therefore, during its operation, higher safety requirements must be observed. The designation of the main components of the lightning protection system and their functional purpose are described. During the operation of the device, no lightnings struck the equipment of the Kiengop oilfield and power transmission line, and there were no dangerous effects from lightning surges. Thus, protection of all electrical equipment has been enhanced, both against voltage drops and sudden voltage surge and pulses.

KEYWORDS: Protection against lightning, «Grozozaschita» installation, power transmission line

Согласно требованиям Правил электроустановок [1] все объекты энергосистемы должны быть обеспечены необходимой надежностью электроснабжения и высоким качеством электроэнергии. Аварийные перерывы в электроснабжении или частичное снижение ее качества могут привести к нежелательным последствиям, приводящим к большим моральным и материальным ущербам для конкретного предприятия и для народного хозяйства в целом. Новые прогрессивные технологии производства вообще не допускают перерывов электропитания и колебания напряжения. Поэтому необходимо рассмотреть методы и способы повышения надежности электроснабжения.

Надежность электроснабжения потребителей в значительной мере определяется надежностью работы воздушных линий (ВЛ). В силу ряда объективных и субъективных причин надежность работы ВЛ 6 и 10 кВ остается относительно низкой. Одной из основных причин аварий и нарушений питания на ВЛ 6–10 кВ являются грозовые воздействия, которые составляют до 40% от общего числа отключений. Кроме того, при попадании молнии в опору ВЛ возникает процесс стекания заряда в землю, и в проводах линия электропередач возникнет напряжение, способное пробить изоляцию. Даже если не произошло пробоя, может произойти отключение или нарушение работы, что также отразится на работе электрооборудования и выполнении производственного процесса [2–6].

Опасность для зданий (сооружений) в результате прямого удара молнии может привести к: повреждению здания (сооружения) и его частей, отказу находящихся внутри электрических и электронных частей, гибели

и травмированию живых существ, находящихся непосредственно в здании (сооружении) или вблизи него [7].

Для защиты распределительных сетей 6–35 кВ и объектов нефтедобычи ООО «Удмуртэнерго» проводит свои испытания с установкой активной молниезащиты «Грозозащита» путем создания искусственной зоны грозового разряда [8–10].

Установка расположена на возвышенности в отдалении от важных объектов инфраструктуры, смонтирована на отдельно стоящей опоре в районе КТП-6/0,4 кВ Киенгопского месторождения и подключена к ВЛ 6кВ ПС Киенгоп (рисунок 1).

Предполагаемая зона защиты — это площадь расположения фидеров ПС Киенгоп. «Грозозащита» устанавливалась исходя из конфигурации электрической сети 6 кВ ПС 110/6 кВ. Разработанное устройство подключается к фазному проводу ВЛ 6 кВ и, в свою очередь, является еще и системой сбора статического заряда с территории, на которой располагается ВЛ. Подключение к фидеру ПС выполнено кабелем из сшитого полиэтилена (рисунок 2).

Принцип работы установки основан на создании искусственной зоны грозового разряда. Установка имеет следующие функциональные элементы:

- систему сбора зарядов с защищаемой площади. Данную функцию определяют и выполняют ВЛ 6 кВ;
- устройство подключения, которое обеспечивает связь установки с ВЛ, выполняет функцию «насоса электрических зарядов» и работает по принципу «Цилиндра Фарадея»;
- конденсатор, который выполняет функцию концентрации зарядов и фильтра тока промышленной частоты;



Рисунок 1. Установка для защиты объектов от грозового разряда:
1 — устройство подключения; 2 — конденсатор высоковольтный; 3 — разрядник; 4 — молниеприемник.

Figure 1. Installation for protection of facilities from lightning discharge:
1 — to-device connectivity; 2 — high voltage capacitor; 3 — discharger; 4 — lightning.

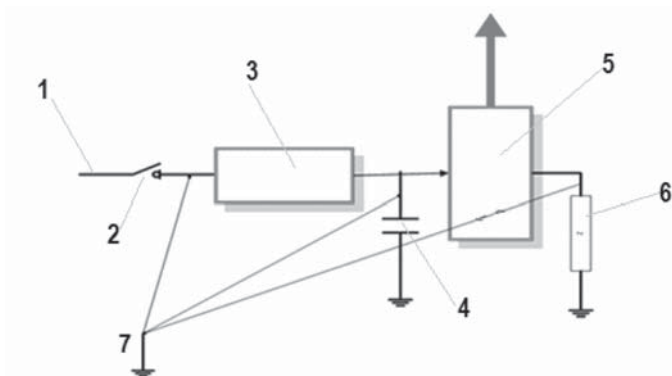


Рисунок 2. Схема подключения установки «Грозозащита» к ВЛ 6 кВ:
1 — ВЛ 6 кВ, 2 — разъединитель линейный 6 кВ, 3 — устройство подключения, 4 — конденсатор высоковольтный, 5 — устройство сбора и концентрации зарядов, 6 — разрядник, 7 — место установки переносного заземления.

Figure 2. Wiring plan of the «Lightning protection» installation to the VL 6 kV
2 — disconnector linear 6 kV, 3 — connection device, 4 — high-voltage capacitor, 5 — device for collecting and concentration of charges, 6 — discharger, 7 — place for installation of portable grounding.

- разрядник, обеспечивающий разряд тока молнии на контур заземления;
- молниеприемник, обеспечивающий ионизацию в предгрозовой период за счет стекания сконцентрированных избыточных зарядов и формирования

встречного лидера для направленного на установку грозового разряда.

В предгрозовой период с ВЛ посредством устройства подключения 1 заряды перемещаются на конденсатор 2 и молниеприемник 4. По мере формирования лидерной стадии грозового разряда с молниеприемника возникает встречный лидер (т. к. на установке сконцентрирована основная и достаточная величина зарядов) и по образовавшемуся каналу повышенной проводимости проходит основная стадия грозового разряда.

Установка для защиты от грозового разряда ВЛ и объектов нефтедобычи является источником повышенной опасности, как со стороны системы электроснабжения, так и от наведенных на ней зарядов в процессе атмосферных явлений.

Представленная установка является концентратором электрических зарядов, наведенных в результате различных атмосферных явлений, поэтому при ее эксплуатации необходимо соблюдать повышенные требования безопасности.

Блок управления (БУ) содержит следующие элементы (рисунок 3): конденсатор С1, подключенный к фазному проводу ВЛ 6 кВ для питания БУ; схемы R2 — VD3-VD8 I для формирования напряжения питания адаптера (220 – 5В); GSM модуля mini, твердотельного реле П-КРП9А для дистанционного управления и контроля работы установки; схему задания периода цикла включения R4 – C3 – KT117 – R5-R3 – VD2; схему управления и формирования питания катушки тягового магнита включения высоковольтного переключателя. На GSM модуль mini посылаются SMS сообщения (1111), в результате чего включается реле П-КРП9А. Реле подает питание на схему управления на базе KT117, который с заданной выдержкой времени (30 сек) включает предварительно заряженный тиристор (Т4) и, следовательно, электромагнит (К2), который своими контактами переносит заряды с малого цилиндра на большой и вновь подключает его к ВЛ 6 кВ для очередного заряда. Этот процесс многократно повторяется в течение времени предгрозового и грозового периода. Позвонив на GSM модуль mini через встроенный микрофон, можно контролировать процесс работы установки. После завершения грозового периода на

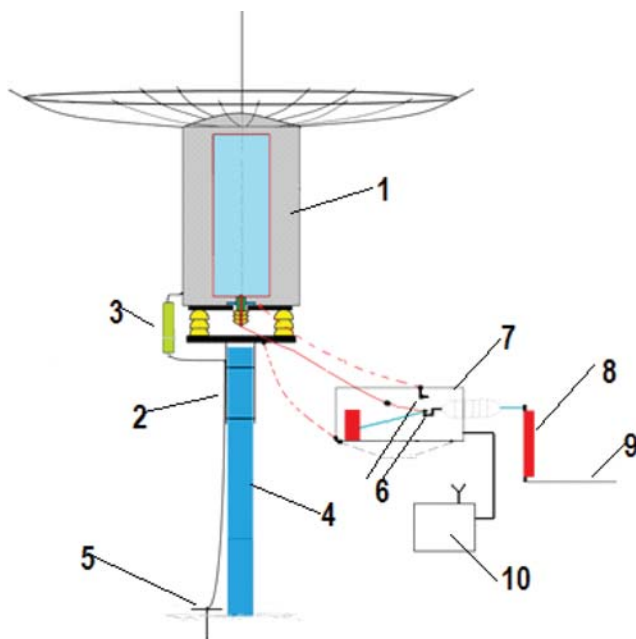


Рисунок 3. Блок управления: 1 — установка «Грозозащита», 2 — наголовник, 3 — разрядник, 4 — опора, 5 — контур заземления, 6 — контактные площадки, 7 — блок переключения, 8 — резистор, 9 — ВЛ 6 кВ, 10 — GSM-модуль.

Figure 3. Control Unit: 1 — installation «Lightning protection», 2 — head protection, 3 — discharger, 4 — support, 5 — ground loop, 6 — contact areas, 7 — switching block, 8 — resistor, 9 — 6 kV overhead line, 10 — GSM-module.

GSM модуль mini посылает SMS сообщение (0000) и процесс работы установки прекращается. При поражении установки грозовым разрядом срабатывает датчик движения GSM модуля mini, который посылает звонок на номер оперативного персонала.

Необходимо отметить, что с начала эксплуатации исследуемой установки на Киенгопском нефтяном месторождении не отмечено ни одной аварии по причине ударов молнии или возникновения грозовых перенапряжений.

Выводы

1. Результаты наблюдений показали, что использование установки активной молниезащиты для линий электропередач от грозовых воздействий позволило снизить количество прямых попаданий молнии до нуля, что повысило надежность электрической сети.

2. Эксперимент показал, что «Грозозащита» обеспечивает безопасную эксплуатацию всего оборудования, находящегося в его зоне.

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок, 7-е издание. Утверждено Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 8.06.2002 г. №204. Дата введения 2003-01-01.
2. Базелян Э. М. Коронный разряд в молниезащите / Э. М. Базелян. // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2015. №3. С. 81 – 94.
3. Базелян Э. М. Вопросы практической молниезащиты / Э. М. Ба-

зелян. – М.: ИМАГ, 2015. – 208 с. <http://www.science-education.ru/125-20229> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Александров Н. Л. Роль коронного разряда в ориентировке молнии / Н. Л. Александров, Э. М. Базелян, Ю. П. Райзер // Физика плазмы, 2005, т. 31, №1.

5. Ермаков, В. И. Физика грозовых облаков / Ю. И. Стожков, В. И. Ермаков // – М.: Физический институт им. П. Н. Лебедева, РАН. – 2004. – С. 32 – 37.

6. Александров Г. Н. Молния и молниезащита. / Г. Н. Александров. – М.: Наука, 2008. – 274 с.

7. Стерхова Т. Н., Огородников Л. Л. Разработка системы формирования грозозащиты в сельских электрических сетях / Т. Н. Стерхова, Л. Л. Огородников // Современные проблемы науки и образования, 2015. №1. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/125-20229> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

8. Методические указания по защите распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ от грозовых перенапряжений. СТО 56947007-29.240.02.001-2008 Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» Дата введения: 01.12.2004. 2008.

9. Огородников, Л. Л. Технико-экономическое обоснование применения установки «Грозозащита» для распределительных сетей / Л. Л. Огородников, Т. А. Широкова, Т. Н. Стерхова. // Научная жизнь, 2017, №1, с. 14 – 21.

10. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО 153-34.21.122-2003. Утверждено приказом Минэнерго России от 30.06.2003. №280.

References

1. Rules of arrangement of electrical installations, 7th edition. Approved by the Ministry of energy of the Russian Federation, to the order of 8.06.2002, No. 204. Date of introduction 2003-01-01.
2. Bazelyan, E. M. Corona discharge in lightning protection / E. M. Bazelyan. // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy. 2015. No. 3. P. 81 – 94.
3. Bazelyan, E. M. practical lightning protection / E. M. Bazelyan. – М.: ИМАГ, 2015. – 208 p.
4. Alexandrov, N. L. The role of corona discharge in the orientation of lightning / N. L. Aleksandrov, E. M. Bazelyan, Yu. p. raiser // plasma Physics, 2005, vol. 31, No. 1.
5. Ermakov V. I. Physics of Thunderstorms / Yu. I. Stozhkov, V. I. Ermakov // – М.: Physical Institute. P. N. Lebedev, RAS.– 2004. – P. 32 – 37.
6. Alexandrov, G. N. Lightning and lightning protection. G. N. Alexandrov. – Moscow: Nauka, 2008. – P. 274.
7. Sterkhova T. N., Ogorodnikov L. L. Development of the formation system of lightning protection in rural electric networks / T. N. Sterkhova, L. L. Ogorodnikov // Modern problems of science and education, 2015. No. 1. Mode of access: <http://www.science-education.ru/125-20229> (free access) – the Caps. screen. – Lang. Rus.
8. Guidelines for the protection of distribution electric grids with voltage of 0.4–10 kV from lightning surges. SТО 56947007-29.240.02.001-2008 Standard organization of JSC «FGC UES» date of introduction: 01.12.2004. 2008.
9. Ogorodnikov L. L. Feasibility study of the «Grozozaschita» installation for distribution networks / L. L. Ogorodnikov, T. A. Shirobokova, T. N. Sterkhova. // Scientific life, 2017, №1, p. 14 – 21.
10. Instructions for the installation of lightning protection of buildings, structures and industrial communications. СО 153-34.21.122-2003. Approved by the order of the Ministry of Energy of Russia of 30.06.2003. №280.