

УДК 621.313+06

Сигнализатор напряжения как средство повышения безопасности труда**Ю. И. Жарков, С. Д. Мрыхин, Д. С. Мрыхин, Е. П. Фигурнов**

(Ростовский государственный университет путей сообщения)

Описывается дистанционный сигнализатор напряжения — устройство, разрабатываемое для обнаружения опасного напряжения на конкретном рабочем месте, в высоковольтных блоках питающего напряжения, в электротяговых и контактных сетях. Приведена схема дистанционного сигнализатора напряжения для высоковольтного оборудования переменного тока. Сигнализатор не требует батарейного блока питания, прост в использовании и позволяет бесконтактно обнаруживать опасное напряжение, проверять и обнаруживать провод высокого и опасного напряжения, обнаруживать остаточное или наведённое напряжение. Дистанционный сигнализатор использует антенну, разработанную таким образом, чтобы обнаруживать электрическое излучение в данной области в возбуждённых проводниках. Электрическое излучение увеличивается с ростом напряжения, но уменьшается с увеличением расстояния. Когда электрическая область обнаружена или есть перемещение к электрическому устройству под высоким напряжением, сигнализатор начинает производить звуковые и световые сигналы.

Ключевые слова: безопасность труда, защитные средства, высоковольтные установки, сигнализатор опасного напряжения.

Введение. Обеспечение безопасности труда лиц, связанных с обслуживанием и ремонтом линий электропередач, контактных сетей, высоковольтных электроустановок является важной задачей, так как уровень электротравматизма в хозяйстве электроснабжения высок [1]. Все случаи электротравматизма свидетельствуют о нарушении основных требований безопасности: «отключи, проверь отсутствие напряжения, заземли».

Безопасность работ повышается при использовании, в том числе, дополнительных защитных средств. К таким средствам, в частности, относятся индивидуальные устройства, сигнализирующие о наличии или отсутствии высокого напряжения на тех частях электроустановки, на которых требуется выполнять какие-либо работы или приближаться к ним.

Сигнализатор индивидуального пользования должен быть компактным, не мешать работе обслуживающего персонала электроустановки, быть надёжным и стабильным. Последнее требование особенно относится к источникам питания сигнализатора, параметры и работа которого не должны зависеть от атмосферных условий, температуры окружающей среды и длительности рабочей смены. Надёжность и стабильность существенно повышаются, если для работы сигнализатора специальный источник питания не нужен. Такой сигнализатор для электроустановок переменного тока описан в [2]. В качестве источника питания используется энергия электрического поля высоковольтной электроустановки. Однако, сигнализатор [2] работает ненадёжно и нестабильно, что ограничивает его применение в электроустановках. Для производственных условий требуется сигнализатор, который работает надёжно и стабильно.

Основная часть. Проведём анализ устройства [2]. Оно содержит антенну и корпус, в котором размещены выпрямитель и подключённые к нему со стороны выпрямленного тока сигнальный блок, блок индикации и конденсатор. При этом конденсатор включён параллельно сигнальному блоку и блоку индикации, соединённым последовательно, а со стороны переменного тока один из выводов выпрямителя подключён к антенне, а другой — к корпусу. Сигнальный блок выполнен в виде элемента (прибора) с S-образной вольтамперной характеристикой.

При приближении антенны устройства к частям электроустановки, находящимся под высоким напряжением, за счёт разности потенциалов между антенной и корпусом, конденсатор начи-

нает заряжаться выпрямленным ёмкостным током. Когда напряжение на конденсаторе достигнет заданного уровня, срабатывает сигнальный блок и конденсатор разряжается на контур, состоящий из соединённых последовательно сигнального блока и блока индикации. Сигнальный блок закрывается и конденсатор начинает снова заряжаться. Периодический разряд конденсатора (с периодичностью от одного разряда за несколько периодов частоты переменного тока высоковольтной установки до нескольких разрядов за один период) вызывает протекание импульсов тока через блок индикации. Если этот блок выполнен в виде громкоговорителя, зуммера, звонка и т. п., то протекающие через него импульсы тока разряда конденсатора вызывают звучание. Возникновение звучания является признаком опасного приближения к высоковольтной электроустановке.

Недостатком устройства является нестабильность, приводящая к изменению расстояния до электроустановки, на котором оно срабатывает. Нестабильность обусловлена тем, что срабатывание устройства зависит от разности потенциалов, наведённых в антенне и на корпусе, при этом потенциал корпуса не зафиксирован. Потенциал антенны увеличивается с ростом напряжения электроустановки, но уменьшается с увеличением расстояния до возбуждённого проводника, создающего электрическое излучение. Если корпус устройства находится в руке, то потенциал корпуса зависит от наличия перчаток (зимой) и свойств обуви.

Надёжность может быть увеличена за счёт снижения числа элементов устройства, присоединённых к выпрямителю, а стабильность может быть повышена путём фиксации потенциала металлического корпуса устройства с помощью заземлителя.

Предлагается устройство, у которого повышена стабильность срабатывания и надёжность.

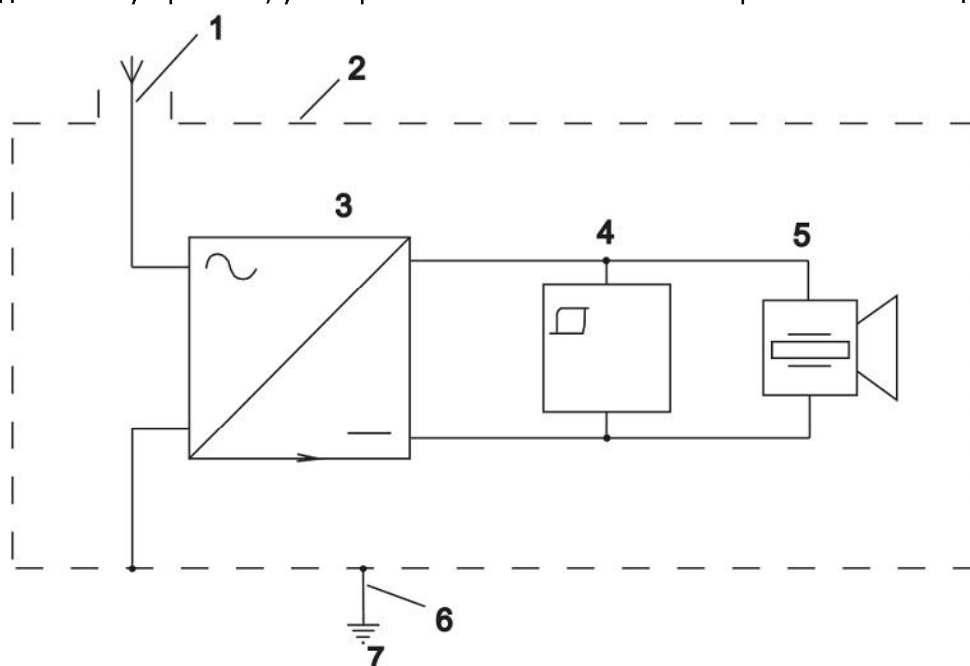


Рис. Схема устройства сигнализатора опасного приближения к электроустановкам

Схема устройства изображена на рисунке, где приняты следующие обозначения: 1 — антенна; 2 — корпус; 3 — выпрямитель; 4 — пороговый элемент; 5 — блок индикации (пьезоэлектрический звуковой преобразователь); 6 — заземлитель; 7 — земля.

Блок 5 выполняется в виде пьезоэлектрического звукового преобразователя, например, телефона, громкоговорителя, или другого известного пьезоакустического прибора. Элемент 7 выполняется в виде гибкого проводника с заострённым штырём на одном из концов для вдавливания в землю или с приспособлением для его крепления к металлической опоре высоковольтной

линии, рельсам железнодорожного пути, другим заземлённым конструкциям. Пороговый элемент 4, выполненный в виде газоразрядной лампы, дополнительно создаёт световую сигнализацию.

Устройство работает следующим образом.

При приближении антенны 1 к частям электроустановки, находящейся под напряжением, в антенне относительно корпуса 2 наводится переменная электродвижущая сила с частотой напряжения электроустановки, которая прикладывается к выпрямителю 3. Выпрямленный выпрямителем 3 ток заряжает естественную ёмкость пьезоэлектрического преобразователя 5 и напряжение на нём начинает возрастать. Когда это напряжение достигнет уровня срабатывания порогового элемента 4, последний открывается и ёмкость преобразователя 5 разряжается на образовавшийся при этом замкнутый контур. После разряда пороговый элемент 4 закрывается, а ёмкость пьезоэлектрического преобразователя снова начинает заряжаться и весь процесс повторяется снова. При каждом разряде ёмкости, возникающий импульс тока разряда преобразуется в пьезоэлектрическом звуковом преобразователе в звуковой сигнал, а разряд в газоразрядной лампе создаёт световые сигналы. Таким образом, при приближении к частям электроустановки, находящимся под напряжением, сигнализатор начинает издавать звуковой сигнал, состоящий из отдельных звуковых импульсов, следующих друг за другом с частотой заряда естественной ёмкости пьезоэлектрического преобразователя, и световые сигналы, чем и обеспечивается бесконтактная индикация наличия (или отсутствия) напряжения на контролируемой электроустановке.

Выводы. Предлагаемое устройство имеет простую конструкцию и фиксирует потенциал корпуса на уровне земли. Тем самым повышается стабильность работы и надёжность устройства.

Библиографический список

1. Анализ работы хозяйства электрификации и электроснабжения за 2011 год / Управление электрификации и электроснабжения Центральной дирекции инфраструктуры — филиала ОАО «РЖД». — Москва, 2012. — 136 с.

2. Сигнализаторы высокого напряжения, размещённые в каске электромонтёра / Н. И. Азаров [и др.] // Режимы работы, диагностика и контроль устройств электроснабжения железных дорог : межвуз. темат. сб. / РИИЖТ. — Ростов-на-Дону, 1980. — Вып. 155. — С. 34–36.

Материал поступил в редакцию 02.04.2012.

References

1. *Analiz raboty khozyaystva elektrifikatsii i elektrosnabzheniya za 2011 god. Upravleniya elektrifikatsii i elektrosnabzheniya Tsentralnoy direksii infrastruktury – filiala OAO «RZhD».* [Job analysis of electrification and power supply unit for 2011. Electrification and power supply administration of the Central infrastructure directorate – OJSC “RR” branch.] Moscow, 2012, 136 p. (in Russian).

2. Azarov, N.I., et al. *Signalizatory vysokogo napryazheniya, razmeshchennyye v kaske elektromontera.* [High pressure indicators on electrician's hat.] *Rezhimy raboty, diagnostika i kontrol ustroystv elektrosnabzheniya zheleznykh dorog: mezhvuz. temat. sb. / RIIZhT.* [Operations, diagnostics, and control of railways power supply facilities: interuniversity subject collection. RIRTE.] Rostov-on-Don, 1980, iss. 155, pp. 34–36 (in Russian).

VOLTAGE ANNUNCIATOR AS SECURITY-ENHANCING FACILITY

Y. I. Zharkov, S. D. Mrykhin, D. S. Mrykhin, E. P. Figurnov

(Rostov State Transport University)

The remote voltage annunciator – the device developed for detecting dangerous voltage at the specific workplace, in the high voltage supply units, in the electric traction networks, and catenaries – is described. The remote voltage annunciator scheme for the high-voltage AC-operated equipment is described. The annunciator needs no battery power supply block, is easy-to-use, and allows noncontacting detecting dangerous voltage, checking and detecting a high and dangerous voltage cable, determining residual and induced voltage. The remote annunciator uses the antenna designed to detect the radiated electrical field in the energized conductors. The electric radiation increases with the voltage growth, but lowers with the distance increase. When an electrical field is detected, or there is some motion towards the high-voltage current-carrying device, the annunciator starts to perform sound and light alarms.

Keywords: labour safety, means of protection, high-voltage units, dangerous voltage annunciator.