

# ENGINEERING AND TECHNOLOGY

---

Vasilyev P.F., Kobylin V.P., Davydov G.I., Nesterov A.S.,  
Khoyutanov A.M.

## SURFACE EARTHING COAXIAL CONSTRUCTION FOR EARTHING OF MOBILE ELECTRICAL INSTALLATIONS

Vasilyev P.F., Russian Federation, Institute of physical  
and technical problems of the North, Siberian Branch of Russian  
Academy of Sciences, Candidate of Engineering Sciences

Kobylin V.P., Russian Federation, Institute of physical  
and technical problems of the North, Siberian Branch of Russian  
Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences

Davydov G.I., Russian Federation, Institute of physical  
and technical problems of the North, Siberian Branch of Russian  
Academy of Sciences, Research assistant

Nesterov A.S., Russian Federation, Institute of physical  
and technical problems of the North, Siberian Branch of Russian  
Academy of Sciences, Engineer

Khoyutanov A.M., Russian Federation, Institute of  
physical and technical problems of the North, Siberian Branch of  
Russian Academy of Sciences, Engineer

### Abstract

The analysis of work of portable earthing devices is presented in the conditions of distribution of permafrost soils. The way and a technical decision of grounding of mobile electroinstallations is presented by a superficial grounding conductor of a coaxial construction.

**Keywords:** transportability, electrodes grounding

conductors of a coaxial construction, electronic stabilizer of resistance to current spreading, the melt zone.

Широкое применение мобильных электроустановок повышает уровень риска несанкционированного доступа к электрооборудованию. В настоящее время известны следующие методы заземления, применяемые на Крайнем Севере в зимний период времени: использование концентрированного раствора поваренной соли и подсыпания талого грунта между заземлителем и мерзлым грунтом [1]; резервуар для сжигания жидкого топлива (тороидальной или прямоугольной формы) [2]. Недостатком первого метода снижения сопротивления заземления является его плохой контакт с мерзлым грунтом вследствие быстрого промерзания подсыпанного грунта, что ведет к резкому возрастанию сопротивления заземления. Кроме того, создаются очаги засоления почвы. Недостатком второго являются затраты на доставку жидкого топлива, сжигаемого в течение всего рабочего времени заземляемого объекта. Другая возможность оперативного снижения сопротивления заземлителей – использование вертикальных трубчатых перфорированных электродов с обработкой грунта концентрированной кислотой. Не останавливаясь на примерах использования этого способа, отметим его принципиальный недостаток: необходимость бурения мерзлых грунтов, что значительно удорожает процесс. Для установок с относительно продолжительной дислокацией приемлем вариант устройства заземлений подобных заземлениям стационарных установок, но с учетом фактора временности. Выполнение этих условий возможно искусственным понижением удельного электрического сопротивления мерзлых грунтов и сохранением таликовой зоны вокруг заземлителей на период работы установки, а также использованием естественных заземлителей типа фундаментов промышленных зданий и сооружений.

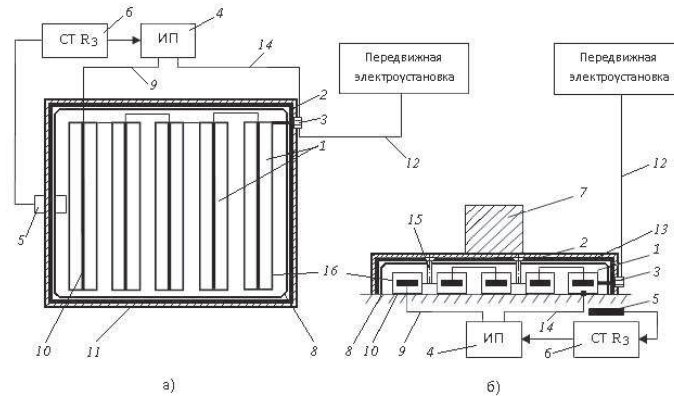
Анализ источников по вопросам заземления мобильных электроустановок на Крайнем Севере показывает малочисленность литературных данных и слабую освещенность вопроса. Главная задача данного вопроса – снижение и стабилизация сопротивления растеканию тока в грунте от переносного поверхностного заземлителя и повышения надежной и безопасной работы электрооборудования и обслуживающего персонала мобильной электроустановки в зимний период в условиях экстремально низких температур и многолетнемерзлых грунтов. Рассматриваемое в данной статье

переносное поверхностное заземляющее устройство коаксиальной конструкции, предназначен для обеспечения безопасной работы мобильных электроустановок и имеет следующие преимущества: транспортабельность, относительно небольшие габариты, автономность. Данные качества позволяют использовать мобильные электроустановки при различных работах в районах пионерного освоения природных богатств, геологоразведочных экспедиций, партий и т.д.

Переносной поверхностный заземлитель содержит плоские горизонтально расположенные электроды-заземлители коаксиальной конструкции, наружные обкладки которых изолированы слоем термостойкого лака размещенные в герметичном теплоизолированном полиуретановым покрытием корпусе, который защищен стеклопластиковой оболочкой. Корпус снабжен концентратором тепла и датчиком сопротивления, соединенного с электронным стабилизатором сопротивления растеканию тока в грунте. Поверхностный заземлитель присоединен к источнику электропитания мобильной электроустановки [3]. Сравнение предложенного устройства поверхностного заземлителя с другими известными техническими решениями того же назначения показывает, что в этом устройстве необходимый эффект достигается комплексом мероприятий: выполнением поверхностных заземлителей в виде плоской коаксиальной конструкции, концентратором тепла в область талика и стабилизацией сопротивления растеканию тока в объеме талика.

На рисунке изображены схема электрических соединений электродов-заземлителей и вид со стороны подключения источника питания. Здесь представлено устройство поверхностного заземлителя коаксиальной конструкции, наружная и внутренняя обкладки которого изготовлены из листовой стали толщиной 1,5 мм, плоской прямоугольной формы, содержащей: плоские горизонтально расположенные коаксиальные электроды-заземлители 1, наружные обкладки 9 которых изолированы слоем термостойкого лака, размещены горизонтально в герметичном, теплоизолированном слое полиуретанового покрытия 13, корпусе 2; концентратор тепла 8; защитную стеклопластиковую оболочку 11 корпуса 2; контактный болт 3 для подключения шины заземления 12 объекта, наружной обкладки 1 заземлителя и нулевого провода 14 источника электропитания 4; внутреннюю обкладку 10 заземлителя подключенную проводником 9 к фазе источника электропитания 4; источник

электропитания 4 с напряжением 6-12 Вольт; датчик сопротивления 5; электронный стабилизатор 6 сопротивления растеканию тока в таликовой зоне грунта; груз 7 для снижения переходного сопротивления и надежного контакта между заземлителем и поверхностью грунта.



Поверхностный заземлитель: а) схема электрических соединений электродов-заземлителей б) вид со стороны подключения ИП

Для устройства заземления поверхность грунта очищается от снега, на очищенную поверхность устанавливается корпус 2 с заземлителем 1 и нагружается грузом 7. К приваренному к наружной обкладке коаксиального электрода-заземлителя 1 контактному болту 3 присоединяется нулевой провод 14 источника питания 4 и объект заземления, а фазный провод 9 источника питания 4 присоединяется проводником 9 к внутренней обкладке 10 коаксиального электрода-заземлителя 1. При протекании тока через коаксиальные электроды в коаксиальной конструкции заземлителей за счет эффекта близости выделяется тепло, которое разогревает металл, а затем и мерзлый грунт. За счет этого под заземлителем образуется талая зона, а груз 7 прижимает устройство плотно к земле и создает надежный контакт с малым переходным сопротивлением между заземлителем и грунтом. Для контроля стабилизации нормированного сопротивления растеканию тока от заземляющего устройства в талой зоне на поверхности земли устанавливается датчик контроля сопротивления растеканию тока 5, подающий сигнал на электронный стабилизатор сопротивления 6, который в свою очередь,

включает или выключает источник питания, стабилизируя нормированное сопротивление растеканию тока в талике. Таким образом, по шкале электронного стабилизатора сопротивления устанавливается необходимый режим работы поверхностного заземлителя. Поверхностный заземлитель коаксиальной конструкции содержит 5 коаксиальных пластин длиной каждого равной 1 м. Питание заземляющего устройства осуществлялось от специально изготовленного трансформатора, с напряжением питания 24 В. При этом сопротивление электродов составило 0,018 Ом. Экспериментальным путем установлено, что коаксиальные электроды-нагреватели представляют собой в основном активную нагрузку с коэффициентом мощности  $\text{Cos}\varphi=0,95$  [4], мощность установки при этом составила:  $P=U^2*\text{Cos}\varphi/R_H=30,4$  кВт.

Вывод: Применение поверхностного заземлителя коаксиальной конструкции исключает: необходимость в буровой установке для заземления мобильной электроустановки; обработку грунта кислотами, солями и щелочами; сознательную засоленность почвы, которая накапливается в низинах, ухудшая при этом экологическую обстановку. При этом снижаются временные, финансовые и трудовые затраты в достижении нормированной величины сопротивления поверхностного заземлителя мобильной электроустановки.

#### References:

- [1] Karelin, V.I., Method of installation of mobile grounding. Copyright certificate №414665, 1974.
- [2] Yakushev M.V., Sedalishchev V.A. Surface portable earthing. Copyright certificate №716096, 1979.
- [3] Vasilyev P.F. The decrease in the spreading resistance current grounding devices stationary and mobile installations // proceedings of Russian conference of young scientists «Problems and prospects of energy management systems and complex technical systems in Arctic regions»: sat. Tr. – Yakutsk, 2012. – Pp. 7-9.
- [4] Kobylin V.P., Sedalishchev V.A., Lee-Fir-Su R.P. Vasilyev P.F. Methods of reducing the resistance to current spreading permafrost soil // Proceedings of Russian Academy of Sciences. Energy. – Moscow, 2008. – No. 1. – Pp. 117-121.