

УДК 621.311

Стенд моделирования электрического тока в грунтах различной структуры

Кочкин Д.М.

В статье описывается модель стенда имитации растекания электрического тока в грунтах различной структуры. Так же на этом стенде представлены элементы конструкции: адаптер, вольтметр, кнопки четырехпозиционного переключателя и резисторы, необходимые для измерения растекания электрического тока в трех видах грунтов: песок, чернозем и глина. В статье описывается схема электрическая принципиальная, по которой сооружен стенд. Резисторы были рассчитаны по представленной формуле и подобраны близко по значению к теоретическим значениям. Резисторы подобрали индивидуально для каждого квадратного метра исследуемых грунтов. В статье представлено измерение, песка, чернозема и глины. По результатам измерения было выявлено, что чернозем имеет наименьшее сопротивление грунта, а самое большое сопротивление из выбранных грунтов имеет песок.

Ключевые слова: электрический ток, грунт, заземление, растекания тока.

Electric current simulation stand in soils of different structure

Kochkin D.M.

The article describes the model of the stand simulation of the spreading of electric current in soils of different structure. This stand presents the elements of design: adapter, voltmeter, buttons, four position switch and resistors required to measure the flow of electric current in three types of soils: sand, humus and clay. The article describes the circuit diagram principally, which built the stand. The resistors are calculated by presented formula and matched closely to the theoretical values. The resistors are picked individually for each square meter of the investigated soils. The article presents the measurement, of sand, humus and clay. The result of the measurement revealed that black soil has the lowest resistance of the soil, and the great resistance of the selected soil is sand.

Keywords: electric current, soil, ground, flowing current.

Введение

В современном обществе нельзя обойтись без электроустановок различного напряжения, которые являются опасными как для человека, так и для всех живых организмов в целом [1, 2].

Электробезопасность – является системой организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих вредное и опасное воздействие на человека и окружающую среду от электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества [3].

Важный раздел в области электробезопасности - использование системы заземления [5].

Поэтому проведение исследований в области электробезопасности является актуальной задачей.

Стенд моделирования электрического тока в грунтах различной структуры

Для создания имитации [4] растекания электрического тока в грунтах с различным сопротивлением, было предложено собрать стенд, в который входит адаптер 12 В, для безопасности работы, вольтметр, кнопка включения питания, 15 двухпозиционных переключателя (1 служащий для включения стенда), четырехпозиционный переключатель (служащий для переключения грунтов), мультиметр (служащий для показания силы тока в заданных точках) и резисторы, которые имитируют

напряжение шага от заземляющего источника в 3 видах грунта. Для того, чтобы имитационно показать напряжение шага, было найдено сопротивление самого грунта:

Чернозем – 50 Ом*м;

Глина – 60 Ом*м;

Песок – 500 Ом*м.

Для того чтобы стенд работал правильно, по закону распределения потенциалов, были рассчитаны резисторы по формуле.

$$R_{cp} = 2 \cdot \pi \cdot x \cdot R,$$

где R_{cp} - сопротивление заземления на определенном расстоянии от заземлителя;

x – расстояние от заземлителя, до точки показания сопротивления (м);

R – сопротивление почвы (Ом*м) .

В ходе расчета сопротивления, были подобраны резисторы с ближайшим сопротивлением.

Подобранные резисторы были включены в схему (рисунок 1), на которой мы видим, работу стенда.

По схеме был собран стенд, с помощью которого можно рассмотреть, как имитационно меняется сопротивление в 3 грунтах на расстоянии в 5 м с шагом 1 м, а именно в глине, черноземе, песке (рисунок 2).

С помощью имитационного стенда можно выявить силу тока в цепи в каждой точке сопротивления для каждого грунта.

Результаты снижения силы тока в цепи различного грунта:

1. Глина при номинальном сопротивлении 60 Ом*м:

- на расстоянии 1 метр от заземлителя – 14,5

мкА;

- на расстоянии 2 метров от заземлителя – 3,1 мкА;

- на расстоянии 3 метров от заземлителя – 0,78 мкА;

- на расстоянии 4 метров от заземлителя – 0,3 мкА;

- на расстоянии 5 метров от заземлителя – 0,18 мкА.

2. Чернозем при номинальном сопротивлении 50 Ом*м:

- на расстоянии 1 метр от заземлителя – 16,11 мкА;

- на расстоянии 2 метров от заземлителя – 3,14 мкА;

- на расстоянии 3 метров от заземлителя – 0,95 мкА;

- на расстоянии 4 метров от заземлителя – 0,28 мкА;

- на расстоянии 5 метров от заземлителя – 0,23 мкА.

3. Песок при номинальном сопротивлении 500 Ом*м:

- на расстоянии 1 метр от заземлителя – 1,58 мкА;

- на расстоянии 2 метров от заземлителя – 0,36 мкА;

- на расстоянии 3 метров от заземлителя – 0,09 мкА;

- на расстоянии 4 метров от заземлителя – 0,03 мкА;

- на расстоянии 5 метров от заземлителя – 0,01 мкА.

Таблица 1

Модельное распределение тока на разном расстоянии

Название грунта	Резистор R1	Резистор R2	Резистор R3	Резистор R4	Резистор R5
Глина	2*180 Ом	50 Ом	1.2 кОм	1.5 кОм	1.8 кОм
Чернозем	28 Ом	626 Ом	931 Ом	1.2 кОм	1.8 кОм
Песок	3.3 кОм	6.8 кОм	9.6 кОм	12.5 кОм	6 кОм

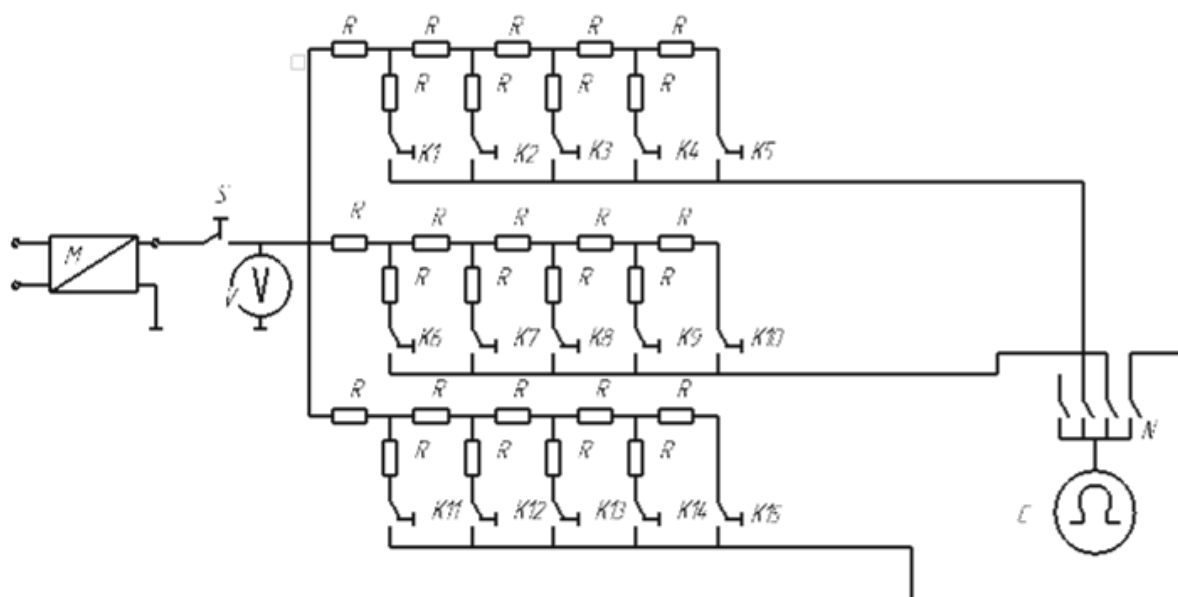


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная

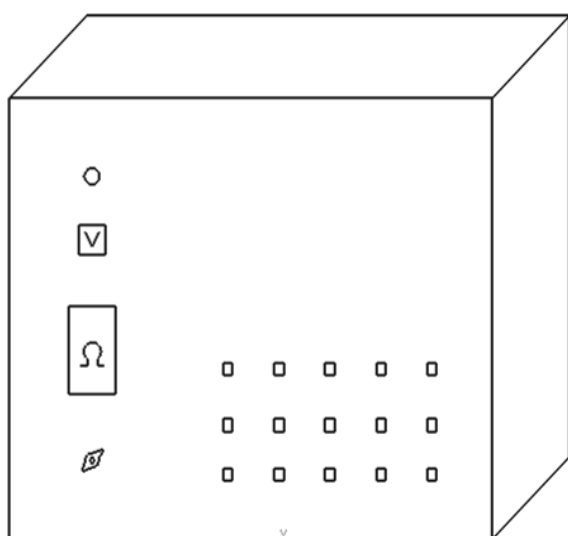


Рис. 2. Стенд моделирования растекания тока

Заключение

В ходе работы со стендом по полученным результатам можно сделать вывод, что при самом маленьком сопротивлении, имеющий чернозем в $50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, электрический ток имеет наибольшую проходимость в грунте, а при сопротивлении, имеющий песок в $500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, электрический ток практически сразу рассеивается и не затрагивает окружающую среду.

Литература

1. Соловьев Л.П., Шарпов Р.В., Булкин В.В., Гусейнов Н.Г., Ермолаева В.А., Лазуткина Н.А., Лодыгина Н.Д., Первушин Р.В., Романченко С.В., Серeda С.Н., Шарпова Е.В., Калиниченко М.В. Мониторинг окружающей среды селитебных территорий малых промышленных городов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №4, 2014. – С. 34-40.
2. Правила устройства электроустановок. Издание 7.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергосервис, 2003.
4. Серeda С.Н. Оценка параметров моделей систем обеспечения безопасности // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, № 1, 2011. – С. 10-13.
5. ГОСТ Р 50571.3-2009 Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

References

1. Solovjev L.P., Sharapov R.V., Bulkin V.V., Gusejnov N.G., Ermolaeva V.A., Lazutkina N.A., Lodygina N.D., Pervushin R.V., Romanchenko S.V., Sereda S.N., Sharapova E.V., Kalinichenko M.V. Monitoring okružhajushhej sredy selitebnyh territorij malyh promyshlennyh gorodov [Environmental monitoring in

residential areas of small industrial cities] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], №4, 2014. – P. 34-40.

2. Pravila ustrojstva jelektroustanovok [Rules for the installation of electrical installations]. Edition 7.

3. Pravila tehniceskoy jekspluatacii jelektroustanovok potrebitelej [Rules of technical operation of electrical installations of consumers]. – Moscow: Energoservis, 2003.

4. *Sereda S.N.* Otsenka parametrov modeley sistem obespecheniya bezopasnosti [The estimation of the

parameters of the models of the safety engineering systems] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2011, №1. - P. 10-13

5. GOST R 50571.3-2009 Jelektroustanovki nizkovol'tnye. Chast' 4-41. Trebovanija dlja obespechenija bezopasnosti. Zashhita ot porazhenija jelektricheskim tokom [Electrical installations are low-voltage. Part 4-41. Requirements for security. Protection against electric shock]

Статья поступила в редакцию 14 декабря 2016 г.

Кочкин Денис Михайлович – студент кафедры «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: kochckindenis@yandex.ru

Kochkin Denis Mikchajlovich – student, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: kochckindenis@yandex.ru