

УДК 621.316.995 + 620.193.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын

Приведены результаты исследования влияния коррозии на основные параметры заземлителя характеризующего его состояние. Определена зависимость сопротивления растеканию тока заземляющего устройство от процесса коррозии. Установлено, что коррозия заземляющего устройства приводит к росту его сопротивления растеканию тока.

Ключевые слова: заземляющее устройство; химико-минеральный состав грунта; потеря массы электродов; влажность грунта; процесс коррозии.

Коррозии в наибольшей степени подвержены вертикальные и горизонтальные электроды заземлителей, находящиеся в непосредственном контакте с грунтом. Такие повреждения, как коррозионный разрыв заземляющего проводника или коррозия заземлителей, выравнивающих потенциал, вызывают отказ заземляющей системы, предназначенной для обеспечения требуемого уровня напряжений прикосновения. Обрыв заземляющего проводника (заземляющего проводника от трансформаторов напряжения, короткозамыкателей, нейтралей силовых трансформаторов и т.п.) может привести также к отказу в срабатывании защит и устройств автоматики. При возникновении внутренних или атмосферных перенапряжений, если вентильные или трубчатые разрядники не связаны с землей, возможен пробой изоляции оборудования электроустановки. В трансформаторах с ослабленной изоляцией нейтрали нарушение заземления последней может привести при коротком замыкании к повреждению изоляции трансформаторов [1].

При коррозионном нарушении целостности электродов заземляющих устройств (ЗУ), возникающие в системе заземления при коротких замыканиях токи, протекают через любые естественные связи, такие как оболочки кабелей, трубопроводы, воздухопроводы и вызывают пережоги оболочек и трубопроводов, которые иногда могут привести к пожару или взрыву.

Степень интенсивности коррозии элементов заземлителя в зависимости от условий грунтовой-климатической зоны различна. Максимальная коррозия элементов ЗУ наблюдается в зоне с высокой влажностью [2].

Коррозийная активность грунта зависит от многих факторов, к числу которых относятся химико-минеральный состав, его влажность, содержа-

ние газов, структура, электропроводность и бактериальный состав [3]. Наиболее ускорен процесс коррозии в грунтах, пропитанных различными химическими реагентами.

Коррозия элементов заземлителя приводит не только к их разрушению, но и к изменению основных электрических параметров, характеризующих условия электробезопасности.

При расчете ЗУ электроустановок возможные изменения сопротивления растеканию тока за счет сезонных и многолетних изменений электропроводности земли учитываются соответствующими коэффициентами. Считается также, что коррозия ЗУ не оказывает влияния на его сопротивление. Такое мнение подтверждается действующими указаниями, правилами и опубликованными работами [4, 5]

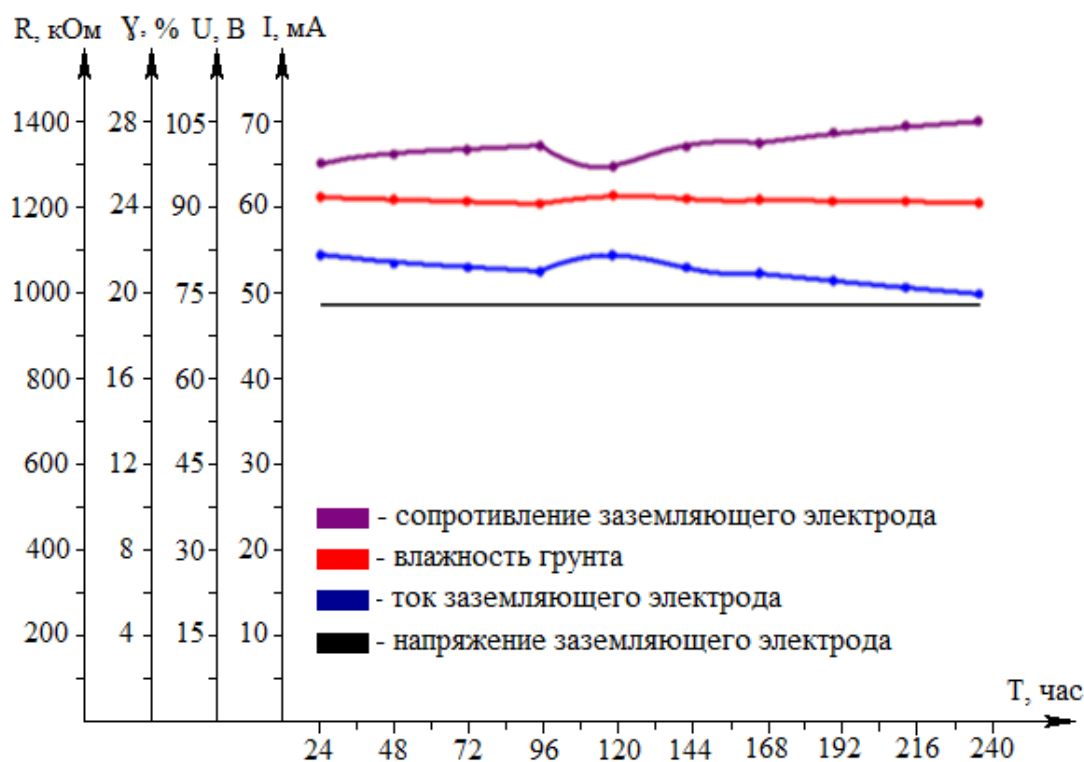
Исследования влияние коррозии простого заземлителя на его сопротивление растеканию, проведенные Н.П. Катигроб [6], показывают, что увеличение продуктов коррозии вокруг заземляющих электродов приводит к росту сопротивления растеканию тока ЗУ.

Исследования процесса коррозии элементов ЗУ (на экспериментальной установке), проведенные на кафедре «Безопасность жизнедеятельности» ЮУрГУ, подтверждают достоверность вышеуказанных изменений, полученных в работе Н.П. Катигроб (табл. 1, рис.). Измерение сопротивления растеканию тока ЗУ была осуществлено методом амперметра вольтметра.

Таблица 1

Контроль параметров заземляющего устройства

№ п/п	Дата	Влажность грунта, %	Напряжения ЗУ, В	Ток растекания ЗУ, мА	Расчетное значение сопротивления ЗУ, кОм
1	2	3	4	5	6
1	09.07.2015	25,5	75	56,0	1,339
2	30.07.2015	25,2	75	54,9	1,366
3	01. 08. 2015	25,0	75	54,5	1,376
4	02. 08. 2015	24,7	75	54,0	1,388
5	03. 08. 2015	25,6	75	56,1	1,336
6	04. 08. 2015	25,4	75	54,1	1,386
7	05. 08. 2015	25,2	75	53,9	1,391
8	06. 08. 2015	25,1	75	53,0	1,415
9	07. 08. 2015	25,0	75	52,2	1,436
10	08. 08. 2015	24,9	75	51,4	1,459



Зависимость электрических параметров заземляющего электрода от коррозии

Заземляющие электроды экспериментальной установки были смоделированы согласно [7].

Основные геометрические размеры и электрические параметры элементов ЗУ в реальности и в модели приведены в табл. 2 [8].

Для исследования влияния факторов окружающей среды и блуждающих токов на коррозионное состояние элементов ЗУ в лабораторных условиях были масштабированы следующие геометрические размеры и электрические параметры элементов заземлителя:

- длина вертикального электрода;
- глубина погружения горизонтального электрода;
- расстояния между электродами в модели;
- диаметр вертикального и горизонтального электродов;
- суммарная длина вертикальных электродов;
- площадь заземляющей сетки;
- сопротивления вертикального и горизонтального электродов и сопротивление растеканию тока ЗУ.

Масштабирование всех геометрических размеров и электрических параметров заземлителя позволили сформулировать требования к экспериментальной установке для исследования процесса коррозии элементов ЗУ под влиянием факторов окружающей среды и блуждающих токов.

Таблица 2

Базисные и подобные данные элементов ЗУ

№ п/п	Наименование	Геометрические размеры и электрические параметры элементов ЗУ	
		базисные	подобные
1	Длина вертикального электрода	4 м	84 мм
2	Глубина погружения горизонтального электрода	0,5 м	10,5 мм
3	Расстояния между электродами	5 м	105 мм
4	Диаметр вертикального электрода	10 мм	0,21 мм
5	Диаметр горизонтального электрода	50 мм	1,05 мм
6	Количество вертикальных электродов	40 шт.	40 шт.
7	Суммарная длина горизонтальных электродов	650 м	13 704 мм
8	Сопротивления вертикального электрода	18,06 Ом	1029 Ом
9	Сопротивления горизонтального электрода	0,219 Ом	10,4 Ом
10	Сопротивления ЗУ	0,705 Ом	16,282 Ом

Модель ЗУ позволила в лабораторных условиях провести ряд экспериментов в разных диапазонах влажности грунта. Основными управляемыми факторами при исследованиях была принята влажность грунта, концентрация химических минералов, водородный показатель грунта и наличие блуждающих токов [9].

Таким образом, проведенные исследования показали, что основными факторами, существенно влияющими на процесс коррозии элементов ЗУ является влажность грунта и наличие блуждающего тока. Остальные факторы такие как, химико-минеральная концентрация и водородный показатель грунта не оказывают существенного влияния.

Библиографический список

1. Кораблев, В.П. Электробезопасность на предприятиях химической промышленности: Справочное издание / В.П. Кораблев. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
2. Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский и др.; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
3. Абдуллоев, Р.Т. Факторы, влияющие на коррозию заземляющих устройств / Р.Т. Абдуллоев, А. И. Сидоров, А. Б. Тряпицын // Материалы LIV международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. д-ра техн. наук П.Г. Свечникова. – Челябинск: ЧГАА, 2015. – Ч. IV. – С. 93–96.

4. Демин, Ю.В. Защита металла от подземной коррозии / Ю.В. Демин, М. Файдт, Ю.В. Целебровский, К. Волковинский; под общ. ред. Ю.В. Целебровского. – М.: Информэнерго, 1979. – 72 с.

5. Paul, H.U. Korrosion von Erdungsanlagen und corrosive Beeinflussung / H.U. Paul // Elektrizitätswirtschaft. – 1987. – № 4. – Pp. 86–92.

6. Катигроб, Н.П. Влияние коррозии простого заземлителя на его сопротивление растеканию / Н.П. Катигроб, Н.Н. Вертий // Электрические станции. – 1994. – №2. – С. 36–40.

7. Веников, В.А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики): учебное пособие / В.А. Веников, Г.В. Веников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1984. – 439 с.

8. Абдуллоев, Р.Т. Физическое моделирование элементов заземлителей при учете электромагнитных процессов / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров // Наука ЮУрГУ: материалы 67-й научной конференции. Секции технических наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – С. 467–473.

9. Абдуллоев, Р.Т. Планирование эксперимента по исследованию влияния внешних факторов на техническое состояние заземляющих устройств / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын // Электробезопасность. – 2015. – № 2. – С. 38–42.

[К содержанию](#)