

О СРОКЕ СЛУЖБЫ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В ГРУНТАХ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.А. Драко, А.М. Короткевич

РУП “Белэнергосетьпроект”,

г. Минск, Республика Беларусь, drako.mikhail@mail.ru

Доказано, что применительно к характерным осадочным породам территории Республики Беларусь ожидаемый срок службы вертикальных заземлителей при выборе их сечения с учетом коррозии превышает 50 лет в независимости от коррозионной активности грунта.

The average corrosion depth determination method has been estimated based on the earthing devise's life cycle.

Согласно [1, 2] заземляющее устройство (ЗУ) электрических станций и подстанций (ЭС и ПС), а также воздушных линий электропередачи (ВЛ) необходимо обследовать не реже одного раза в 12 лет. Однако эксплуатирующие предприятия часто игнорируют данное требование, что в дальнейшем может привести к серьезным последствиям, вызванным нарушением основ электробезопасности в части заземления электрооборудования и охраны труда [3].

Заземляющие устройства подвергаются совместному воздействию грунтовой (почвенной) коррозии, вызываемой окислительно-восстановительными реакциями, и токов короткого и двойного замыкания на землю, что может приводить к разрушению заземляющих про-

водников в местах входа в грунт, непосредственно под поверхностью грунта, горизонтальных заземлителей, нижних концов вертикальных электродов [4].

Применительно к проектируемым ЗУ, заземляющие проводники выбираются исходя из требований, предъявленных к их механической прочности, коррозионной и термической стойкости, а сечение вертикальных электродов заземлителей – в зависимости от их механической прочности и коррозионной стойкости [1].

Если минимально допустимый диаметр сечения элементов ЗУ определяется не термической стойкостью, а только механической прочностью, то его значение в зависимости от агрессивности грунта принимается согласно [1].

В качестве основного фактора коррозионного воздействия на металлические элементы ЗУ ПС и ВЛ [1] выделяет удельное электрическое сопротивление грунта, в котором они расположены.

Удельное электрическое сопротивление осадочных пород определяется степенью их водонасыщения (положение уровня грунтовых вод), глинистостью и минерализацией грунтовых вод. Значение удельного электрического сопротивления менее 5 Ом·м характерно только для водонасыщенных пород при минерализации грунтовых вод более 10 г/дм³. Наиболее типичная минерализация грунтовых вод Беларуси составляет 1,0 г/дм³. Значения, превышающие данную величину, обусловлены, как правило, техногенным загрязнением [4].

На основании проведенных геофизических исследований (электрокаротаж, вертикальное электрическое зондирование грунта) применительно к территории Республики Беларусь выделяются характерные значения электрического сопротивления осадочных горных пород (Таблица 1).

Таблица 1 – Значения электрического сопротивления осадочных горных пород по результатам полевых геофизических исследований в Республике Беларусь, Ом·м

Горная порода	По данным геофизических исследований в скважинах (водонасыщенные породы)			По результатам вертикального электрического зондирования			
				водонасыщенные		сухие	
	от	до	сред.	от	до	от	до
Песок	80	350	180	90	280	300	10000
Супесь	40	100	80	40	250	180	550
Суглинок	30	40	35	30	40	50	150
Глина	15	30	20	10	30	15	30
Песок глинистый	70	120	90	70	150	300	800

Разъедание электрода ржавчиной пропорционально площади поверхности электрода, соприкасающегося с влажным грунтом. Согласно [5] минимальное допустимое сечение заземлителя с учетом коррозии:

$$S_{\min} = S + S_{\text{кор}}, \quad (1)$$

где S – сечение проводника, выбранное по механической прочности, мм²; $S_{\text{кор}}$ – уменьшение сечения проводника в процессе коррозии за расчетный срок службы заземлителя, мм².

Уменьшение площади для круглых заземлителей:

$$S_{\text{кор}} = \pi \delta_{\text{пр}} (d + \delta_{\text{пр}}), \quad (2)$$

$$\delta_{\text{пр}} = a_3 (\ln T)^3 + a_2 (\ln T)^2 + a_1 \ln T + a_0. \quad (3)$$

где T – расчетный срок службы заземлителя, мес.;

a_0, a_3 – коэффициенты, зависящие от агрессивности грунтовых условий по отношению к стали [5].

Зададимся расчетным сроком службы заземлителя в пределе до 20 лет [5] с шагом в 1 год. Учитывая, что элемент заземлителя должен быть заменен, если разрушено более 50 % его сечения, оценим ожидаемый срок службы заземлителя, выполненного из круглой стали:

– при выборе его сечения без учета коррозии:

$$\frac{S_{\text{кор}}}{S} \geq 0,5; \quad (4)$$

– при выборе его сечения с учетом коррозии:

$$\frac{S_{\text{кор}}}{S + S_{\text{кор}}} \geq 0,5. \quad (5)$$

Результаты расчета для заземлителя, выполненного сталью круглой диаметром $d = 12$ мм, представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Ожидаемый срок службы заземлителя в зависимости от коррозионной активности грунта

Коррозионная активность грунта	Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Ожидаемый срок службы заземлителя, год, для сечения ЗУ выбранного	
		без учета коррозии	с учетом коррозии
Весьма высокая	до 5	5,5	>50
Высокая	5–10	14	>50
Повышенная	10–20	>20	>50
Средняя	20–100	>50	>50
Низкая	100	>50	>50

На основании данных Таблиц 1, 2 можно сделать следующие выводы:

1. Грунты с высокой коррозионной активностью ($\rho_{уд} \leq 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) не характерны для Республики Беларусь. К грунтам с повышенной коррозионной активностью ($10 < \rho_{уд} \leq 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) можно отнести только глины. Пески характеризуются низкой коррозионной активностью ($\rho_{уд} > 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$).

2. Расчетный срок службы заземлителя, принимаемый равным 20 годам [5], при удельном сопротивлении грунта $> 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ является весьма заниженным.

3. При выборе сечения заземлителя с учетом коррозии, ожидаемый срок службы ЗУ составит не менее 50 лет в независимости от коррозионной активности грунта.

4. При выборе сечения заземлителя без учета коррозии, ожидаемый срок службы ЗУ при удельном сопротивлении грунта $> 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ составит не менее 50 лет.

Согласно [6], применительно к территории Республики Беларусь, считается, что вертикальные и лучевые заземлители, выполненные из круглой стали диаметром 12 мм, прослужат не менее 50 лет, что подтверждают результаты расчетов.

Литература:

- СТП 09110.47.203-07. Методические указания по выполнению заземления на электрических станциях и подстанциях напряжением 35-750 кВ. – Введ. 2007-04-26. – Мн.: ГПО “Белэнерго”, 2007. – 48 с.
- СТП 09110.20.189-12. Методические указания по проектированию и выполнению заземляющих устройств опор ВЛ напряжением 35-750 кВ. – Введ. 2013-07-18. – Мн.: ГПО “Белэнерго”, 2007. – 42 с.

3. *Колик В.Р., Драко М.А., Мойсеенко О.А.* Актуальность обследования заземляющего устройства и устройств молниезащиты подстанций 35кВ и выше // Энергетическая стратегия. - 2014. - №2. - С. 23-25.
4. РД 153-34.0-20.525-00. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок. – Введ. 2000-05-07. – М.: РАО “ЕЭС России”, 2000. – 64 с.
5. *Карякин Р.Н.* Заземляющие устройства электроустановок. Справочник. Второе издание – М.: ЗАО “Энергосервис”, 2006. – 520 с.
6. *Короткевич М.А.* Монтаж электрических сетей: учеб. пособие. – Мн.: Выш. шк., 2012. – 512 с.