

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОТЕНЦИАЛНАТА РАЗЛИКА "СЪОРЪЖЕНИЕ – ЗЕМЯ" В ПОЧВИ С ВИСОКО СПЕЦИФИЧНО СЪПРОТИВЛЕНИЕ

Стефан Стефанов, Иван Милев, Теодора Христова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. Предложен е нов метод за определяне на потенциалната разлика "съоръжение – земя" чрез волтметър. Така отпада необходимостта от прилагането на специален измервателен уред. Методът може да се използва и за измерване на съпротивлението на почвата.

ASSESSMENT THE POTENTIAL DIFFERENCE "FACILITY-GROUND" IN SOILS WITH HIGH SPECIFIC RESISTANCE

Stefan Stefanov, Ivan Milev, Teodora Hristova

University of Mining and Geology "St Iv. Rilski", 1700 Sofia,

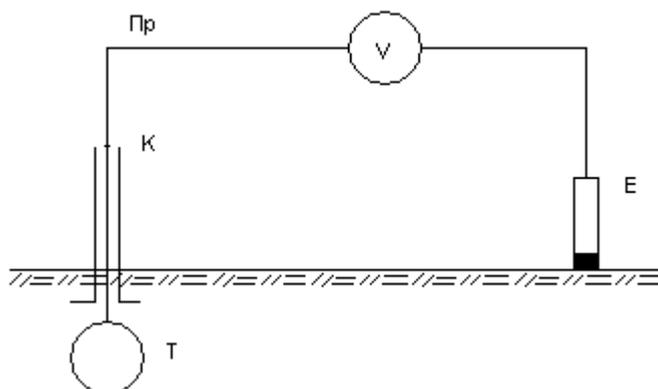
ABSTRACT. The report presents a new method for determining through voltmeter the potential difference "facility-ground". In this way the use of special measuring apparatus is escaped. The method can be applied also for measurement of soil resistance.

За степента на защитеност на подземните стоманени комуникации от корозия при наличие на електрохимична защита се съди по потенциалната разлика "съоръжение-земя". В качеството на измервателен уред най-често се използва комбиниран апарат (мултицет) с високо входно съпротивление ($20 \text{ k}\Omega/V$), а в качеството на заземител – медносулфатен електрод за сравнение.

Точността на измерването зависи от съпротивлението на измервателната верига, особено от преходното съпротивление на границата на медносулфатния електрод за сравнение и земя, от специфичното

съпротивление на почвата и от съпротивлението на изолацията на подземното съоръжение.

Установено е, че интензивна корозия на металите се наблюдава в почви не само с ниско, но и с високо специфично съпротивление. В този случай преходното съпротивление "медносулфатен електрод – земя" достига големи стойности и води до чувствителна разлика между действителните стойности на потенциалната разлика и тези, получени чрез измерване. Интерес представлява влиянието на преходното съпротивление "електрод-земя" върху стойността на отчетената от измервателния уред (волтметъра) разлика на потенциалите "съоръжение-земя" (фиг. 1).



фиг. 1. схема за измерване на потенциалната разлика "съоръжение-земя"

T – тръбопровод; Пр – съединителни проводници; V – волтметър; E – медносулфатен електрод; K – контролно-измервателна колонка

Общото съпротивление на измервателната верига е:

$$R_{\text{об}} = R_{m-z} + R_{np} + R_{exV} + R_{el} + R_{nrex e-z}, (1)$$

където $R_{\text{об}}$ е общо съпротивление на веригата;

R_{m-3} – съпротивлението “тръбопровод – земя”;
 R_{np} – съпротивлението на съединителните
 проводници;
 $R_{вхV}$ – вътрешно съпротивление на волтметра;
 $R_{ел}$ – съпротивлението на електрода;
 $R_{прех. ел-3}$ – преходно съпротивление
 “медносулфатен электрод-земя”;

Когато R_{m-3} , R_{np} и $R_{ел}$ са значително по-малки от $R_{вхV}$, то:

$$R_{об} \approx R_{вхV} + R_{прех. е-3} \quad (2)$$

Ако разликата на потенциалите “съоръжение-земя” е U_{m-3} , големината на тока в измервателната верига се определя с израза:

$$I = \frac{U_{m-3}}{R_{об}} = \frac{U_v}{R_v}, \quad (3)$$

откъдето отчитайки (2) получава се:

$$U_{m-3} = I \cdot R_{об} \approx I \cdot R_v + I \cdot R_{прех. е-3} = U_v + I \cdot R_{прех. е-3} \quad (4)$$

От (4) следва, че разликата на потенциалите “съоръжение – земя” е сума от показаниято на измервателния уред и падът на напрежение върху медносулфатния электрод, обусловен от преходното съпротивление “електрод-земя”.

Ако се проведе измерване на напрежението U_{m-3} в една точка с два уреда с известни входни съпротивления или с един уред в два обхвата на измервания с различни

входни съпротивления, може да се определи стойността на $R_{прех. е-3}$ и U_{m-3} .

Ако с U' , I' , R' и U'' , I'' , R'' се означат съответно стойностите на разликата на потенциалите отчетени от уреда, силата на тока във веригата и входното съпротивление на волтметра при двата случая на измерване, то:

$$U_{m-3} = U' + I' \cdot R_{прех. е-3}, \quad a \quad (5)$$

$$I' = \frac{U'}{R'}$$

$$U_{m-3} = U'' + I'' \cdot R_{прех. е-3}, \quad a \quad (6)$$

$$I'' = \frac{U''}{R''}$$

Напрежението U_{m-3} от (5) и (6) е една и съща величина, т.е.

$$U' + I' \cdot R_{прех. е-3} = U'' + I'' \cdot R_{прех. е-3}, \quad или \quad (7)$$

$$U'' - U' = (I' - I'') \cdot R_{прех. е-3},$$

откъдето

$$R_{прех. е-3} = \frac{U'' - U'}{I' - I''} = \frac{U'' - U'}{\frac{U'}{R'} - \frac{U''}{R''}} = \frac{(U'' - U') \cdot R' \cdot R''}{R'' \cdot U' - R' \cdot U''} \quad (8)$$

След заместване на (8) в (5), или на (8) в (6), за напрежението U_{m-3} се получава израза:

$$U_{m-3} = U' + I' \cdot R_{прех. е-3} = U'' + I'' \cdot \frac{(U'' - U') \cdot R' \cdot R''}{R'' \cdot U' - R' \cdot U''} = \frac{U' \cdot U'' \left(1 - \frac{R'}{R''}\right)}{U' - \frac{R'}{R''} U''} \quad (9)$$

Посредством двете измервания на U_{m-3} може да се определи стойността на специфичното съпротивление на почвата в мястото на поставянето на медносулфатния электрод за сравнение. Преносимите медносулфатни електроди за сравнение са с различна форма: полусферична, конична, цилиндрична. Съпротивлението на различане на электрод с пореста керамична чашка с форма на полусфера е:

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot d}, \quad (10)$$

а на цилиндричен медносулфатен электрод с поресто керамично дъно с формата на диск е:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot d}, \quad (11)$$

където ρ – специфично съпротивление на почвата, $\Omega \cdot \text{см}$;
 d – диаметър на полусферата или на диска, см.

Обикновено на практика $d=2-3$ см, при което $R_{прех. е-3} = 0.15\rho \div 0.11\rho$ [$\Omega \cdot \text{см}$] = $15\rho \div 11\rho$ [$\Omega \cdot \text{м}$] при полусферична форма на чашката на електрода и $R_{прех. е-3} = 0.25\rho \div 0.17\rho$ [$\Omega \cdot \text{см}$] = $25\rho \div 17\rho$ [$\Omega \cdot \text{м}$] при чашка (дъното) на цилиндричния электрод във формата на диск.

Следователно в първия случай

$$\rho = R_{прех. е-3} \pi d = \frac{(U'' - U') \cdot R' \cdot R''}{R'' \cdot U' - R' \cdot U''} \cdot \pi d, \quad (12)$$

а във втория

$$\rho = R_{прех. е-3} 2d = \frac{(U'' - U') \cdot R' \cdot R''}{R'' \cdot U' - R' \cdot U''} \cdot 2d, \quad (13)$$

На практика по предложената методика, ако за измерване на потенциалната разлика “съоръжение – земя” се използва волтметър с входно съпротивление $20 \text{ k}\Omega/V$, т.е. при обхвати 1V и 5V, входното съпротивление съответно е $R'=20 \text{ k}\Omega$ и $R''=100 \text{ k}\Omega$, то изразите (9) и (10) при посочените обхвати съответно приемат вида:

$$U_{m-3} = \frac{U_{(1)} U_{(5)} \left(1 - \frac{20}{100}\right)}{U_{(1)} - \frac{20}{100} U_{(5)}} = \frac{4U_{(1)} U_{(5)}}{5U_{(1)} - U_{(5)}}, \quad V \text{ и}$$

$$R_{прех. е-3} = \frac{(U_{(5)} - U_{(1)}) R' \cdot R''}{R'' \cdot U_{(1)} - R' \cdot U_{(5)}} = \frac{[U_{(5)} - U_{(1)}] 20 \cdot 100}{5U_{(1)} - U_{(5)}}, \quad \text{k}\Omega$$

Относителната грешка при измерване на U_{m-3} в зависимост от $R_{прех. е-3}$ е:

$$\frac{U_{m-z} - U_{(1)}}{U_{m-z}} \cdot 100\% \text{ и } \frac{U_{m-z} - U_{(5)}}{U_{m-z}} \cdot 100\% .$$

Грешката при измерване на потенциалната разлика “съоръжение – земя” в почви с голямо специфично съпротивление и голямо преходно съпротивление на медносулфатния електрод за сравнение, при използване на волтметър с малко входно съпротивление, е твърде голяма.

Изводи

1. Предлага се опростен метод за измерване на потенциала U_{m-z} и преходното съпротивление на електрода за сравнение в почви с голямо специфично електрическо съпротивление, без използване на потенциометър. Резултатите от прилагането му са съкращаване на периода и цената за измерване.
2. Методът позволява определянето на специфичното електрическо съпротивление без използването на специален за целта измервателен уред.

Препоръчана за публикуване от катедра “Електротехника”, МЕМФ

3. За получаване на по-малка грешка при измерване на потенциалната разлика “съоръжение – земя” при почви с високо специфично съпротивление и голямо преходно съпротивление на медносулфатния електрод за сравнение, трябва да се използва измервателен уред с голямо вътрешно съпротивление.

Литература

- Глазов Н. П., Стрижевский И. В. И др., Методы контроля и измерений при защите подземных сооружений от коррозии, Москва, недра 1978г.
- Зобов Е. В., В. В. Красноярский Электрохимическая защита сооружений и оборудования от коррозии, кишинев, Картя Молдованяскэ, 1981г.
- Стрижевский И. В., М. А. Сурис Защита подземных теплопроводов от коррозии, Москва, Энергоатомиздат, 1983г.