



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

223406
(11) (B1)

[51] Int. Cl.³
C 23 F 13/00

(22) Přihlášeno 16 12 80
(21) (PV 8889-80)

(40) Zveřejněno 28 01 83

(45) Vydáno 15 03 86

(75)

Autor vynálezu

POLÁK JOSEF ing., VELETA PAVEL ing., NOVOTNÝ TOMÁŠ ing., PRAHA

(54) Způsob stanovení průměrné vodivosti izolace pomocí měření zemního odporu potrubí

1

2

Vynález se týká korozního průzkumu v terénu, tj. zjištění kvality izolačního povlaku podzemního potrubí pro účely katodické ochrany a řeší problém stanovení průměrné vodivosti izolace pomocí měření zemního odporu potrubí. Pracovní postup spočívá v tom, že se změří postupně zemní odpor potrubí ve vzdálenostech maximálně 2 km podél trasy v místech vybudovaných standardních měřicích objektů, načež se stanoví hodnota průměrné vodivosti izolace potrubí v měřeném úseku podle odvozeného vztahu.

Vynález může být použit při kontrole kvality izolace po cca 2 až 6 měsících po položení potrubí do země, jakož i pro kontrolu stárnutí izolačního povlaku po delší době uložení potrubí v zemi. Získané výsledky slouží jednak pracovníkům provozu, dále pro účely projektování katodické ochrany, případně i pro pracovníky dodavatele pro hodnocení zvolené technologie nanášení izolačního povlaku na potrubí a zvoleného izolačního materiálu.

Vynález se týká korozního průzkumu v terénu, tj. zjištění kvality izolačního povlaku podzemního potrubí pro účely katodické ochrany a řeší problém stanovení průměrné vodivosti izolace pomocí měření zemního odporu potrubí.

Účelem měřicích metod v terénu je poznat nebezpečí koroze a opatřit podklady pro správné provozování zařízení a k projektování vhodné ochrany proti korozi. Jednou z hlavních charakteristik kvality izolace potrubí je elektrický odpor této izolace vztážený na 1 m² plochy potrubí, tedy průměrný odpor izolace potrubí, resp. jeho reciproká hodnota, tj. průměrná vodivost izolace. V této souvislosti je důležitá otázka, na jakou hodnotu průměrné vodivosti izolace je třeba projektovat zařízení katodické ochrany a jakými měřicími metodami ověřovat předpoklady projektové dokumentace.

Základní metodou pro stanovení průměrné vodivosti izolace je metoda NACE. Předpokladem pro použití této metody je zjištění proudu vstupujícího v měřeném úseku do potrubí. K potrubí je připojena stanice katodické ochrany tak, aby uzemňovací anoda svým gradientem znatelně neovlivňovala potenciál potrubí—půda v měřeném úseku potrubí. Stanoví se změna proudu vstupujícího do měřeného úseku jako rozdíl proudu při zapnutém a vypnutém zdroji proudu—usměrňovače, například $\Delta I_1 - \Delta I_2$. Stanoví se změna potenciálu vůči referenční zemi v okamžiku „zapnuto“ a „vypnuto“. Tyto veličiny označujeme ΔU_1 , ΔU_2 , ΔU_3 atd. Určí se průměrná hodnota změny potenciálu v měřeném úseku. Aritmetický průměr dvou koncových hodnot, například

$$\frac{\Delta U_1 + \Delta U_2}{2}$$

je za určitých okolností dostatečně přesnou aproximací; existují však případy, kdy je použití tohoto prostého průměru hrubou chybou. Průměrný odpor izolace úseku 1—2 je dán výrazem:

$$r_1 = R_{c1,2} \cdot \pi \cdot d \cdot (x_2 - x_1) \quad [\Omega \text{ m}^2]$$

kde

$$R_{c1,2} = \frac{\Delta U_1 + \Delta U_2}{2 (\Delta I_1 - \Delta I_2)}, \quad [\Omega]$$

$$\text{kde } G_i = \frac{2 (\Delta I_1 - \Delta I_2)}{(\Delta U_1 + \Delta U_2) \cdot \pi \cdot d \cdot L} \quad [\text{S/m}^2]$$

kde

$$\text{délka měřeného úseku } L = x_2 - x_1 \quad [\text{m}]$$

$$d \text{ je průměr potrubí} \quad [\text{m}]$$

$$\Delta U \text{ změna potenciálu} \quad [\text{V}]$$

$$\Delta I \text{ změna proudu} \quad [\text{A}]$$

U této metody jsou nezbytné tzv. proudové měřicí vývody v měřených úsecích trasy potrubí pro měření spádu napětí v potrubí,

dále zdroj stejnosměrného proudu a nízkoohmické uzemnění, obvykle v provedení prozatímní nebo stálé stanice katodické ochrany, jakož i automatiky přerušovač proudu (cyklovač na sekundární vedení stanice katodické ochrany). Aby se dosáhlo přijatelné přesnosti, je nutno provést dostatečný počet měření za použití stejných měřicích bodů u stejného zdroje stejnosměrného proudu pouze s malým časovým odstupem. Přesto v terénních podmínkách může při měření dojít k značným chybám zejména pak v oblastech s bludnými proudy. Relativní pracnost pracovního postupu není adekvátní získaným výsledkům, zejména co se týče přesnosti měření.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem stanovení průměrné vodivosti izolace pomocí měření zemního odporu potrubí při použití běžných měřicích přístrojů a příslušenství, tj. měřiče zemního odporu—ohmmetru, dvou měřicích tyčí a spojovacích kabelů, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se změní postupně zemní odpor potrubí ve vzdálenosti maximálně $L \leq 2 L_p$ podél trasy, načež se stanoví hodnota průměrné vodivosti izolace potrubí v měřeném úseku podle vztahu:

$$G_{\text{prům}} = \left(\pi \cdot d \cdot L_p \cdot K \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_z \right)^{-1},$$

v němž $G_{\text{prům}}$ je hledaná průměrná vodivost izolace v Siemensech na m², d je průměr potrubí v metrech, K je korekční činitel závislý na měrném odporu půdy a pohybuje se v mezích 0,5 až 1,0; n je počet měření po trase potrubí, R_z je zemní odpor úseku potrubí délky L_p v ohmech, L_p je délka dosahu měřicího proudu v metrech v závislosti především na frekvenci měřicího přístroje.

Při měření zemního odporu potrubí ohmmetrem, například přístrojem NORMA 666 teče proud z přístroje do potrubí a zemí se vrací zpět přes proudovou elektrodu, například zemní tyč, do měřicího přístroje. Z poměru napětí a proudu mezi potrubím a zemí lze na stupnici přístroje odečíst přímo zemní odpor v ohmech. Velikost zemního odporu závisí na elektrické vodivosti izolačního povlaku potrubí, zemním odporu půdy, jmenovité světlosti potrubí a dalších okolnostech. Praktickými zkouškami v terénu bylo ověřeno, že na velikosti zemního odporu potrubí má největší vliv vodivost izolace potrubí v daném horninovém prostředí. Tato závislost je dána vztahem jak je uvedeno shora.

Za délku L_p , která se uplatňuje při měření přístrojem, se bere délka, za kterou se signál utlumí na 90 %. Měřením v různých podmínkách bylo pomocí selektivního nanovoltmetru zjištěno, že tato vzdálenost u ohmmetru NORMA 666 — kmitočet přístroje je

cca 130 Hz — je asi 1000 m na jednu stranu, celkem tedy 2000 m.

V terénních podmínkách se tato metoda ukazuje velice operativní. Nevyžaduje žádné speciální přístroje, využívá pracovní postupy, které jsou korozním technikům běžné, může ji použít i jediný pracovník i v oblastech s bludnými proudy.

Touto metodou lze zjistit průměrnou vodivost izolace i relativně krátkých úseků potrubí $L_p = 1$ až 3 km, což je závislé na rozmístění standardních měřicích objektů. Je možno snadno kontrolovat kvalitu prací dodavatelského závodu, co se týče izolačního povlaku i v době, kdy nejsou ještě v provozu stanice katodické ochrany. Určitou nevýhodou je menší přesnost měření, vyplývající již ze samotné metody měření zemních odporů rozsáhlých zemniců; pro inspekční účely je však dosahovaná přesnost měření cca 30 až 50 % pln vyhovující. Na výslednou přesnost měření má především vliv změřený zemní odpor R_z . Proto je nutno předem vyloučit, že by se týče pro měření zemního odporu umístily na cizí konstrukci nebo na uzemňovací síti apod. Dále je nutno vyloučit možnost, že kontrolní vývod má vadný spoj s potrubím. Tato okolnost se například projeví tak, že průměr naměřených hodnot R_z po trase je kolem $2,0 \Omega$, přičemž jedna hodnota je například 10Ω . Tuto hodnotu do průměru pak neuvažujeme.

Při praktickém stanovení průměrné vodivosti izolace metodou zemního odporu podle vynálezu je třeba zajistit základní pod-

mínky u potrubí jak pro ostatní měřicí metody, a sice především nutnost rozpojení propojovacích objektů, odpojení kondenzátorů (pro ochranu proti atmosférickým jevům) apod. Je třeba posoudit anomálie z hlediska hodnot zdánlivého zemního odporu půdy, tj. geologický zlom, a pro použití korekčního činitele pro ρ [Ωm] měřeného do 2 metrů hloubky.

$$\begin{aligned} K &= 1 \quad \text{pro } \rho > 300 \Omega m \\ K &= 0,8 \quad \text{pro } \rho = 100 \text{ až } 300 \Omega m \\ K &= 0,7 \quad \text{pro } \rho = 50 \text{ až } 100 \Omega m \\ K &= 0,6 \quad \text{pro } \rho = 20 \text{ až } 50 \Omega m \\ K &= 0,5 \quad \text{pro } \rho < 20 \Omega m. \end{aligned}$$

Praktické použití způsobu podle vynálezu je zřejmé z následujícího příkladu.

Pro měření v terénu byl použit měřicí přístroj NORMA 666, 4 tyčové ocelové elektrody pro měření zdánlivého měrného odporu půdy, z toho dvě pro měření zemního odporu, dva kabely v délce 100 m a 160 m o průměru měděného vodiče min. $1,5 m^2$. Po trase potrubí Js 800 ve vzdálenostech maximálně po 2 km — v daném případě byla tato vzdálenost po 800 až 1000 m — na kontrolních měřicích vývodech byl změřen jednak zemní odpor potrubí R_z , jednak zdánlivý měrný odpor půdy do 2 m. Průměrná hodnota $\rho_z = 50 \Omega m$ a tedy $K = 0,6$. V úseku cca 5 km byly změřeny tyto hodnoty $R_z = 2,2, 2,57, 3,3, 2,8, 2,2 \Omega$, průměrná hodnota $R_z = 2,60 \Omega$. Podle výše uvedeného vztahu

$$G_{\text{prům}} = (\pi \cdot 0,82 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 0,6 \cdot \frac{1}{5} \cdot \sum_1^5 R_z)^{-1} = 1,25 \cdot 10^{-4} S/m^2 = 125 \mu S/m^2.$$

Způsobu podle vynálezu je výhodné použít při kontrole kvality izolace po cca 2 až 6 měsících po položení potrubí do země, jednak i pro kontrolu stárnutí izolačního povlaku po delší době uložení potrubí v zemi. Získané výsledky slouží jednak pracov-

níkům provozu, dále pro účely projektování katodické ochrany, případně i pro pracovníky dodavatele pro hodnocení zvolené technologie a nanášení izolačního povlaku na potrubí a zvolení izolačního materiálu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob stanovení průměrné vodivosti izolace pomocí měření zemního odporu potrubí při použití měřiče zemního odporu, měřicích tyčí a spojovacích kabelů, vyznačený tím, že se změří postupně zemní odpor potrubí ve vzdálenostech maximálně $L \leq 2 L_p$ podél trasy, načež se stanoví hodnota průměrné vodivosti izolace potrubí v měřeném úseku podle vztahu:

$$G_{\text{prům}} = (\pi \cdot d \cdot L_p \cdot K \cdot \frac{1}{n} \sum_1^n R_z)^{-1},$$

v němž $G_{\text{prům}}$ ($S \cdot m^{-2}$) je hledaná průměrná vodivost izolace potrubí, d (m) je průměr potrubí, K je korekční činitel závislý na měření odporu půdy a pohybuje se v rozmezí 0,5 až 1,0, n je počet měření po trase potrubí, R_z (Ω) je zemní odpor úseku potrubí délky L_p , L_p (m) je délka dosahu měřicího proudu v závislosti především na frekvenci měřicího přístroje.