

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

220487

(11)

(B1)



(22) Přihlášeno 31 12 80
(21) (PV 9602-80)

(51) Int. Cl.³
G 01 R 27/00
C 23 F 13/00

(40) Zveřejněno 15 09 82

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(45) Vydáno 15 11 85

(75)

Autor vynálezu

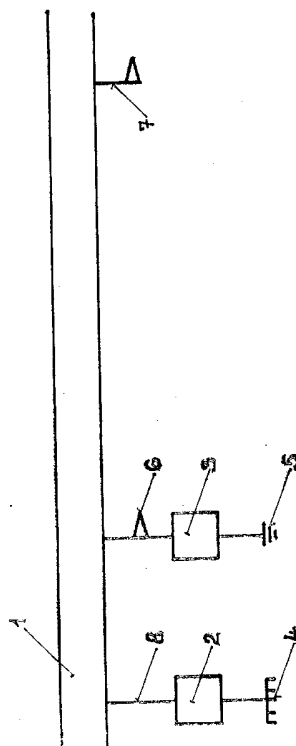
VELETA PAVEL ing., NOVOTNÝ TOMÁŠ ing., PRAHA

(54) Způsob stanovení průměrné vodivosti izolace v zemi uloženého izolovaného potrubí

1

Vynález řeší problém měření průměrné vodivosti izolace v zemi uložených potrubí i v oblastech s bludnými proudy. Podstatou vynálezu je způsob stanovení průměrné vodivosti izolace výpočtem ze změřeného útlumu potrubí uvažovaného spolu s okolní zemínou za koaxiální vedení, kde potrubí představuje vnitřní vodič a okolní zemina vnější. Pro potrubí se nejprve ze známých rozměrů vypočtou primární parametry a ze závislosti útlumu na primárních parametrech se vypočte svod potrubí na 1 km a z něj pak průměrná vodivost izolace na 1 m². Vynálezu lze použít v plynárenství, vodárenství, petrochemii a v příbuzných oborech.

2



Vynález se týká způsobu stanovení průměrné vodivosti v zemi uloženého izolovaného potrubí.

Dosud se provádí měření průměrné vodivosti izolace v zemi uložených potrubí stejnsměrnými metodami založenými na principu měření stejnsměrného proudu a napětí na potrubí.

Tyto metody v oblastech s bludnými proudy jsou značně nepřesné, a proto mnohdy nepoužitelné. Další nevýhodou je nutnost použití zvláštních proudových vývodů, které na mnoha potrubních systémech nejsou vybudovány, a proto nelze vůbec stanovit průměrnou kvalitu izolace.

Při použití stejnsměrných metod je dále nutné přerušovat v několikasekundových intervalech stejnsměrný proud až několik desítek ampér, což klade značné nároky na použitá zařízení, která musí být pro toto měření speciálně konstruována. Stejnsměrný proud, který se zavádí do potrubí, musí mít obvykle několik desítek ampér. Aby se proud takové velikosti protlačil do potrubí, je třeba použít speciální uzemnění s nízkým zemním odporem kolem jednoho ohmu.

Takové uzemnění lze jen velmi těžko vybudovat a v praxi tyto požadavky splňuje jen

anodové uzemnění. Ve spojení usměrňovače s anodovým uzemněním lze do potrubí protlačit i proud až 50 ampér. Tyto skutečnosti omezují použitelnost stejnsměrných metod jen tam, kde je již vybudována katodická ochrana a u nových, čerstvě zahrnutých potrubí nelze kvalitu izolace stejnsměrnými metodami zkontrolovat.

Tyto nevýhody, tj. měření kvality izolace jen v oblastech bez bludných proudů a na potrubích, kde je již vybudována katodická ochrana, odstraňuje způsob stanovení průměrné vodivosti izolace v zemi uloženého izolovaného potrubí podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se potrubí rozdělí na úseky, jejichž délka se volí podle výkonu zdroje nízkofrekvenčního signálu a na jednotlivých úsecích se změří útlum nízkofrekvenčního signálu procházejícího potrubím tak, že cca 2 km před měřený úsek, od něhož jsou odpojeny všechny přilehlé konstrukce, se připojí zdroj nízkofrekvenčního signálu a na začátku a na konci tohoto úseku se změří úroveň signálu selektivním voltmetrem naladěným na kmitočet zdroje nízkofrekvenčního signálu, průměrná vodivost izolace tohoto úseku v [$\mu\text{S}/\text{m}^2$] se vypočte podle vztahu

$$G = \frac{10^6}{2\pi v_2} \cdot \frac{-D + \sqrt{D^2 + 4AB}}{2B},$$

$$\text{kde } A = 4a^4 + (4a\pi f)^2 LC - (2\pi fRC)^2,$$

$$B = (2\pi fL)^2,$$

$$D = (2a)^2 R + 8(\pi f)^2 RLC,$$

a je změřená hodnota útlumu na 1 km potrubí v [dB] při kmitočtu f v [Hz], která se vypočte podle vztahu

$$a = \frac{20}{1} \log \frac{U_1}{U_2},$$

kde U_1 je úroveň nízkofrekvenčního signálu na začátku úseku ve [V], U_2 je úroveň nízkofrekvenčního signálu ve [V] na konci měřeného úseku o délce l v [km], R, L a C jsou parametry potrubí vypočtené podle vztahů

$$R = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \left[\rho_r \cdot \frac{10^3}{2\pi A} \cdot \sqrt{\rho (\sqrt{10^{-1}} \mu_r \rho_r + \sqrt{10^{-1}} \rho_z)} \right],$$

$$L = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\sqrt{\rho}} \cdot (\sqrt{10^{-1}} \mu_r \rho_r + \sqrt{10^{-1}} \rho_z + 2 \cdot 10^{-4} \ln(1 + \frac{w}{\sqrt{2}}));$$

$$C = \frac{10^{-6} \epsilon_r}{18 \ln \frac{v_2}{\sqrt{2}}},$$

$$\sqrt{2} = r_1 + s,$$

$$\sqrt{3} = r_2 + w,$$

kde r_1 je vnitřní poloměr potrubí v [mm], s je síla stěny potrubí v [mm], v je tloušťka izolace potrubí v [mm], ρ_r je měrný odpor potrubí v [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$], ρ_z je měrný odpor půdy v [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$], f je kmitočet v [Hz] při němž se provádí měření útlumu a, ϵ_r je relativní permitivita izolace potrubí, μ_r je relativní permeabilita oceli z níž je vyrobeno potrubí, výsledná hodnota průměrné vodivosti izolace celého potrubí se vypočte jako aritmetický průměr z hodnot vypočtených pro jednotlivé úseky.

Hlavní výhodou vynálezu je možnost měření průměrné vodivosti izolace i v oblastech s bludnými proudy v důsledku použití nízkofrekvenčního signálu, který není bludnými proudy nikterak ovlivňován. Další výhodou je, že k měření útlumu nízkofrekvenčního signálu na potrubí postačí jakékoliv galvanické připojení na potrubí.

Průměrná vodivost izolace potrubí se vypočte jako aritmetický průměr z hodnot stanovených pro úseky tohoto potrubí. Délka úseků, na které se rozdělí potrubí, jehož průměrná vodivost má být stanovena, se volí s ohledem na výkon zdroje nízkofrekvenčního signálu, citlivost a selektivitu selektivního voltmetru a rušivé signály. Na jednotlivých úsecích se změří útlum nízkofrekvenčního signálu způsobem zakresleným na výkresu.

Mezi potrubí 1 a anodové uzemnění 4 je zapojen zdroj nízkofrekvenčního signálu 2. Přenosný selektivní nanovoltmetr 3 je připojen k měřicímu vývodu 6 a zemi 5. Na potrubí 1 je za měřicím vývodem 6 ve vzdá-

lenosti 5 km další měřicí vývod 7. Mezi vývodem 6 a 7 je úsek měřené průměrné vodivosti izolace. Vzdálenost mezi měřicím vývodem 6 a místem připojení 8 zdroje nízkofrekvenčního signálu je 2 km.

Útlum nízkofrekvenčního signálu se vypočte pro jednotlivé úseky podle vztahu

$$a = \frac{20}{1} \log \frac{U_1}{U_2},$$

kde U_1 je úroveň signálu změřená selektivním voltmetrem mezi měřicím vývodem 6 a zemí a U_2 je úroveň signálu změřená mezi měřicím vývodem 7 a zemí a l je vzdálenost mezi měřicími vývody.

Měření útlumu se provede na kmitočtu v rozmezí od 10 [Hz] do 1 [kHz] s ohledem na rušení a požadovaný dosah, se vzrůstajícím kmitočtem roste útlum nízkofrekvenčního signálu a dosah zdroje nízkofrekvenčního signálu se zmenšuje.

K výpočtu průměrné vodivosti izolace je dále třeba znát tyto parametry: vnitřní poloměr potrubí r_1 , sílu stěny potrubí s , tloušťku izolace potrubí v , měrný odpor potrubí ρ_r , měrný odpor půdy ρ_z , relativní permeabilitu oceli z níž je vyrobeno potrubí μ_r a relativní permitivitu izolace potrubí ϵ_r .

Vnitřní poloměr potrubí r_1 lze vypočítat ze známé jmenovité světlosti potrubí. Měrný odpor půdy je průměrná hodnota z několika měření provedených podél měřeného úseku. Průměrná vodivost izolace potrubí se vypočte podle vztahu

$$G = \frac{10^6}{2\pi r_2} \cdot \frac{-D + \sqrt{D^2 + 4AB}}{2B}$$

$$A = 4a^4 + (4a\pi f)^2 LC - (2\pi fRC)^2,$$

$$B = (2\pi fL)^2,$$

$$D = (2a)^2 R + 8(\pi f)^2 RLC,$$

$$r_2 = r_1 + \Delta$$

Veličina a je útlum na 1 km potrubí změřený a vypočtený výše uvedeným způsobem, f je kmitočet v [Hz] při němž byl útlum

změřen. R , L a C jsou parametry potrubí vypočtené podle vztahů

$$R = \frac{1}{r_2} \left[\rho_v \cdot \frac{10^3}{2\pi \Delta} + \sqrt{f} \left(\sqrt{10^{-1} \mu_r \rho_v} + \sqrt{10^{-1} \rho_z} \right) \right],$$

$$L = \frac{1}{2\pi r_2 \sqrt{f}} \left(\sqrt{10^{-1} \mu_r \rho_v} + \sqrt{10^{-1} \rho_z} \right) + 2 \cdot 10^{-4} \ln \left(1 + \frac{r}{r_2} \right),$$

$$C = \frac{10^{-6} \epsilon_r}{18 \ln \frac{r}{r_2}}$$

Veličina r_3 je vnější poloměr potrubí i s izolací a lze ji vypočítat podle vztahu

$$r_3 = r_2 + v$$

Veličiny r_1 , s a v je třeba dosadit do vzorců v [mm], vzdálenost l mezi měřicími vývody na začátku a na konci měřeného úseku v [km], měrný odpor půdy ρ_z a měrný odpor potrubí ρ_v v [Ω mm²/m].

Pro kontrolu správnosti výpočtu, popřípadě měření, je vhodné změřit a vypočítat průměrnou vodivost izolace pro několik kmitočtů. Při kmitočtech od 10 [Hz] do jednoho [kHz] musí vyjít průměrná vodivost izolace vždy stejná. V případě, že při měře-

ní na různých kmitočtech vychází různá vodivost izolace, je v měření chyba, např. k potrubí je připojena cizí konstrukce, na měřeném úseku je rozpojená izolační příruba apod.

Pro snadné stanovení průměrné vodivosti izolace byly sestaveny tabulky pro různé druhy potrubí. Při znalosti jmenovité světlosti, tloušťky stěny a tloušťky izolace lze pro kmitočty 10, 15, 20, 25, 35, 80, 140, 230, 400 a 1000 [Hz] a útlumy 1–20 [dB/km] z tabulky odečíst průměrnou vodivost izolace potrubí.

Vynálezu lze použít např. v plynárenství, vodárenství, petrochemii a v příbuzných oborech.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob stanovení průměrné vodivosti izolace v zemi uloženého izolovaného potrubí, vyznačený tím, že se potrubí rozdělí na úseky, jejichž délka se volí podle výkonu zdroje nízkofrekvenčního signálu a na jednotlivých úsecích se změní útlum nízkofrekvenčního signálu procházejícího potrubím tak, že cca 2 km před měřený úsek, od ně-

hož jsou odpojeny všechny přilehlé konstrukce, se připojí zdroj nízkofrekvenčního signálu a na začátku a na konci tohoto úseku se změní úroveň signálu selektivním voltmetrem naladěným na kmitočet zdroje nízkofrekvenčního signálu, průměrná vodivost izolace tohoto úseku v [$\mu\text{S}/\text{m}^2$] se vypočte podle vztahu

$$G = \frac{10^6}{2\pi r_2} \cdot \frac{-D + \sqrt{D^2 + 4AB}}{2B},$$

$$\text{kde } A = 4a^4 + (4a\pi f)^2 LC - (2\pi fRC)^2,$$

$$B = (2\pi fL)^2,$$

$$D = (2a)^2 R + 8(\pi f)^2 RLC,$$

a je změřená hodnota útlumu na 1 km potrubí v [dB] při kmitočtu f v [Hz], která se vypočte podle vztahu

$$a = \frac{20}{1} \log \frac{U_1}{U_2},$$

kde U_1 je úroveň nízkofrekvenčního signálu na začátku úseku ve [V], U_2 je úroveň nízkofrekvenčního signálu ve [V] na konci měřeného úseku o délce l v [km], R , L a C jsou parametry potrubí vypočtené podle vztahů

$$R = \frac{1}{r_2} \cdot \left[\rho_r \cdot \frac{10^3}{2\pi \Delta} + \sqrt{f} \left(\sqrt{10^{-1} \mu_r \rho_r} + \sqrt{10^{-1} \rho_z} \right) \right],$$

$$L = \frac{1}{2\pi r_2 \sqrt{f}} \cdot \left(\sqrt{10^{-1} \mu_r \rho_r} + \sqrt{10^{-1} \rho_z} + 2 \cdot 10^{-4} \ln \left(1 + \frac{\mu}{r_2} \right) \right),$$

$$C = \frac{10^{-6} \epsilon_r}{18 \ln \frac{r_3}{r_2}},$$

$$r_2 = r_1 + \Delta,$$

$$r_3 = r_2 + \mu,$$

kde r_1 je vnitřní poloměr potrubí v [mm], s je síla stěny potrubí v [mm], v je tloušťka izolace potrubí v [mm], ρ_v je měrný odpor potrubí v [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$], ρ_z je měrný odpor půdy v [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$], f je kmitočet v [Hz], při němž se provádí měření útlumu a , ϵ_r je re-

lativní permitivita izolace potrubí, μ_r je relativní permeabilita oceli, z níž je vyrobeno potrubí, výsledná hodnota průměrné vodivosti izolace celého potrubí se vypočte jako aritmetický průměr z hodnot vypočtených pro jednotlivé úseky.

