



O MOŻLIWOŚCI IDENTYFIKACJI PRZEWODÓW W SŁUPKU POMIAROWYM NA RUROCIĄGU BEZ JEGO ODKOPYWANIA

THE POSSIBILITY OF IDENTIFYING CONDUCTORS IN POST MEASUREMENT ON THE PIPELINE WITHOUT DIGGING

Jacek Barański, Józef Dąbrowski

L'Instruments
Instytut Elektrotechniki

Słowa kluczowe: identyfikacja przewodów, słupki pomiarowe, słupki kontrolne
Keywords: identification of electric al test leads, posts measurement on the pipeline, control posts on the pipeline

Streszczenie

W pracy zwrócono uwagę na możliwość wykorzystania rejestratora z kilkoma kanałami o mikrowoltowych zakresach do ustalenia prawidłowości oznaczeń i połączeń przewodów na tabliczce zaciskowej w słupku kontrolno-pomiarowym przeznaczonym do pomiaru prądu płynącego w rurociągu. Omówiono wymagania jakie należy spełnić, aby jednoznacznie określić przewody. Metodę postępowania zastosowano również w przypadkach, gdy wyprowadzone od rurociągu przewody są parami równolegle przyłączane w danym przekroju rury.

Summary

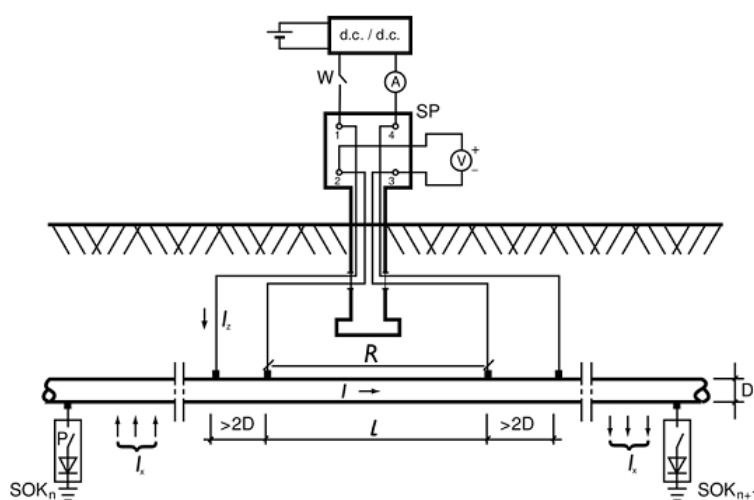
The study highlighted the possibility of using the recorder with a few channels of microvolts ranges to determine the accuracy of marking cable connections on the terminal board in the post-measurement control for measuring the current flowing in the pipeline. It discusses the requirements to be met in order to clearly identify the wires. The method procedure also used in cases where derived from the pipeline cables are pairs of parallel connections in the section of the pipe.

1. Wstęp

Na stalowych rurociągach, niezależnie od ich średnicy oraz powłoki izolacyjnej, realizowane są bocznikowe układy pomiaru prądu płynącego w rurze. Dzięki temu istnieje możliwość dokonywania okresowej oceny rezystancji przejścia powłoki izolacyjnej w czasie eksploatacji podczas rutynowych badań [1]. Bocznikowy układ pomiaru prądu wymaga przyłączenia do metalu rury w czterech przekrojach minimum po jednym przewodzie i wyprowadzenia do listwy zaciskowej w słupku kontrolno-pomiarowym. Miejsce przyłączenia przewodów na rurociągu należy dokładnie zaizolować [1, 2].

2. Bocznik rurociągowy i wyznaczenia jego rezystancji

Na rysunku 1 pokazano ideę utworzenia bocznika na rurociągu i niezbędne dodatkowe przewody wykorzystywane w procesie skalowania bocznika tj. wyznaczania jego rezystancji.



Rys. 1. Wyznaczanie rezystancji boczniaka rurociągowego [1]

Na rys. 1 przyjęto następujące oznaczenia:

- SP – słupki pomiarowe z zaciskami 1, 2, 3, 4 do których przyłączone są przewody od rurociągu;
- A – amperomierz precyzyjnie mierzący prąd z dodatkowego zewnętrznego źródła d.c./d.c.;
- V – miliwoltomierz do pomiaru spadku napięcia na nieznaną (wyznaczaną) rezystancję boczniaka rurociągowego;
- W – wyłącznik, zamknięty wymusza prąd ze źródła $I = I_{on}$ otwarty nie wymusza prądu ze źródła $I = I_{off}$
- SOK_n, SOK_{n+1} – stacje ochrony katodowej nr n i n+1

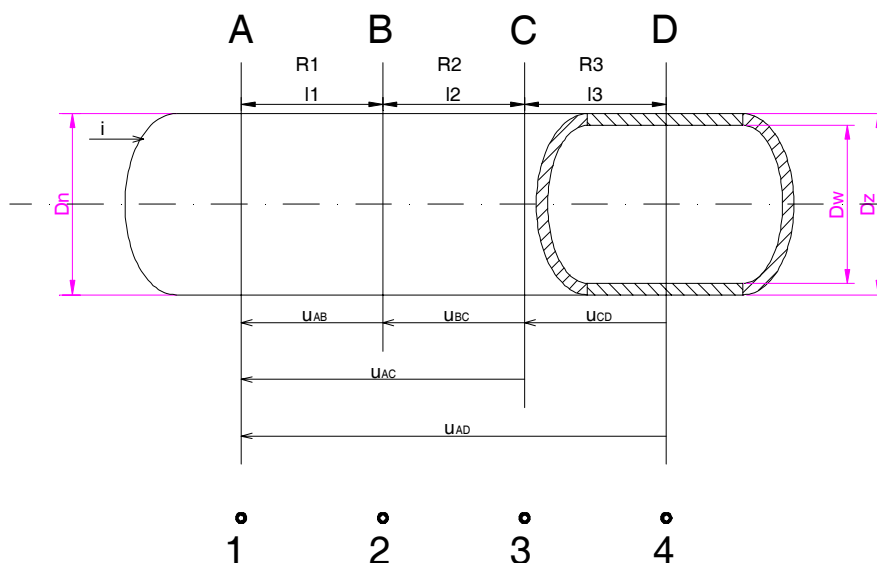
- D – średnica rurociągu
- l – długość bocznika (rozstawienie przyłączonych przewodów napięciowych);
- I – prąd płynący w rurociągu przez bocznik;
- I_{on} – prąd załączeniowy, $I_{on} = I_x + I_z$
- I_{off} – prąd wyłączeniowy $I_{off} = I_x$
- I_z – prąd wymuszony z dodatkowego zewnętrznego źródła zasilania;
- I_x – suma nieznanymi prądów generowanych przez obce źródła
- R – rezystancja bocznika rurociągowego;
- $>2D$ – odstęp pomiędzy przyłączeniem przewodu wymuszenia prądowego zewnętrznego źródła a bliższym mu przewodem napięciowym.

W pracy [1] podano podstawy teoretyczne pomiaru wraz z wymaganiami i oszacowaniem błędów oraz wykorzystania rejestratora typu mRA przy realizacji badań. W praktyce pomiarowej do wyznaczenia R można wykorzystać dowolny dwukanałowy rejestrator z separowanymi kanałami pomiarowymi o miliwoltowych zakresach pomiarowych. W ofercie firmy L'Instruments znajdują się najnowsze rejestratory typu mR3p i mR4 [3] spełniające powyższe wymagania. Dodatkowo na wyposażeniu rejestratorów można zastosować przystawkę, która spełnia jednocześnie funkcję zewnętrznego źródła prądowego. Taki zestaw umożliwi wykonanie badań kontrolnych skalowania bocznika rurowego, a przy okazji weryfikacji układu przyłączenia przewodów w słupku pomiarowym i do rurociągu.

3. Idea testowania przewodów w układzie bocznika rurowego

Na rysunku 2 pokazano rurociąg z poprzecznymi przekrojami A, B, C, D przyłączenia do niego przewodów pomiarowych. Prąd i płynący w materiale rury powoduje spadki napięcia występujące pomiędzy poszczególnymi przekrojami. Prawidłowo wyprowadzone przewody do zacisków 1, 2, 3 i 4 pokazanych na rysunku 2 zgodnie z podstawami elektrotechniki powinny odzwierciedlać spadki napięć i ich polaryzację.

Rozmiary odcinków pomiarowych I1, I2 i I3 i związane z tym długości użytych przewodów są zależne od jednostkowej rezystancji rury. W literaturze są zalecane odcinki od 30 do 100 m dla I2 oraz odcinki I1 i I3 równej długości nie zawsze uzależnionej od średnicy rury (grubości jej ścianki) jak pokazano na rysunku 1. Wielkości prądów płynących w rurze są wartościami wypadkowymi warunków zewnętrznych oraz rezystancji przejścia nałożonej na rurze izolacji. Zakresy pomiarowe zastosowanej aparatury pomiarowej powinny umożliwiać dokładny pomiar. Najczęściej w przypadku takich badań stosowane są miliwoltomierze. Przy zwiększaniu średnicy rurociągu należy sprawdzić czy nie będzie koniecznym maksymalne wydłużenie odcinka bocznika (spadku napięcia) zwłaszcza przy współczesnych szczelnych powłokach izolacyjnych o jednostkowych rezystancjach przejścia rzędu 10^8 . Cyfrowe miliwoltomierze o zakresach do kilkudziesięciu miliwoltów podobnie jak mikrowoltomierze w warunkach laboratoryjnych pokazują już zmiany napięcia związane ze zjawiskami termoelektrycznymi, co przy pomiarach polowych może być przyczyną błędów, które można zminimalizować wykonując dłuższe pomiary – oczekując wyrównywania temperatur wykonanych połączeń przewodów. Wpływ zakłóceń termicznych będzie odczuwany na wynikach spadków napięć na odcinkach I1 i I3 z rysunku 2.



Rys. 2. Idea weryfikacji przewodów przyłączonych do rurociągu w słupku pomiaru prądu w rurze

Ze względu na jednostkową rezystancję rur, która maleje wraz ze wzrostem nominalnej średnicy, dla mniejszych średnic odcinek środkowy pomiaru spadku napięcia wynosi do 30 m, na większych 60 m, zaś średnic powyżej 1000 mm – 90 m. W zasadzie nie rozpatruje się wpływu jakości powłoki izolacyjnej na rurociągu na dokładności pomiaru skalowania, ale w założeniach do analizy błędów zakłada się brak wymiany prądu z rurociągu na odcinku pomiarowym.

W czasie budowy bocznikowego układu pomiarowego na rurociągu w terenie przed zasypaniem (zakopaniem) rury przewody są widoczne i można je jednoznacznie oznaczyć i później wprowadzić na listwę w SP. Błędne połączenie jest niestety możliwe, ale mało prawdopodobne. W czasie eksploatacji mogą wystąpić różne okoliczności wymagające np. wymiany słupka i prawidłowego odtworzenia listwy zaciskowej. Jeżeli oznaczniki nie uległy zatarciui lub zniszczeniu, to odtworzenie nie powinno sprawić trudności. W przeciwnym przypadku konieczna jest identyfikacja poszczególnych przewodów. W praktyce wykorzystano rejestrator mR3p. W celu jednoznacznego określenia kolejności występowania przyłączeń poszczególnych przewodów najkorzystniej jest wymuszać prąd ochrony z jednej SOK i włączyć jej taktowanie on/off w cyklu umożliwiającym obserwację względnie krótkotrwałego zaniku prądu ochrony, np. 3–5 sekund przy płynącym prądzie ochrony przez 27–25 sekund. Rejestrator podłączamy do przewodów przyjmując jeden z nich za zewnętrzny (prądowy) – wspólny dla trzech kanałów. Pozostałe trzy przewody od rurociągu przyłączamy do wejść poszczególnych kanałów. Oczekujemy tym samym uzyskania napięć u_{AB} , u_{AC} i u_{AD} pokazanych na rysunku 2. Po uruchomieniu rejestracji dzięki łączności komputera z rejestratorem za pomocą bluetootha można podglądać przebiegi napięcia w czasie, lub zapisać rejestrację i wykonać korelację przebiegów względem siebie. Zgodność trzech przebiegów w czasie świadczy o utrafieniu w przewody i należy jeszcze ustalić polaryzację napięć w czasie przepływu prądu ochrony i odpowiednio przypisać przewody do zacisków od 1 do 4 lub odwrotnie zależnie od polaryzacji (biegunowości) oraz wzajemnego położenia SOK względem SP.

Niezgodność znaków w przebiegach świadczy o wybraniu wewnętrznego przewodu (napięciowego) do wspólnego punktu odniesienia dla pozostałych spadków napięć.

Grubość korelacji z wygenerowanych w czasie rejestracji spadków napięć jest najprawdopodobniej związana z jakością powłoki izolacyjnej na badanym odcinku przyłączenia przewodów do rury.

4. Przypadek podwójnych przewodów

Przy dużych średnicach rurociągu spotykane są rozwiązania konstrukcyjne z wyprowadzeniem od rury w danym przekroju dwóch przewodów przyłączonych obok siebie na górze rury lub na zewnątrz, np. na godzinie 10 i 14. W tym przypadku niezależnie od rozmieszczenia dwóch przewodów w danym przekroju oczekujemy, że dwa przewody z każdego przekroju nie wykażą istotnej różnicy napięcia. Wartości na poziomie maksimum pojedynczych mikrowoltów będą zależne od różnic termicznych w utworzonym obwodzie pomiarowym, a nie od taktującego prądu ochrony. Z czasem przy wyrównaniu temperatur poszczególnych łączy przewodów pomiarowych sem termoelektryczne zanika, mogą jednak występować różnice wynikające z różnych potencjałów elektrochemicznych metali w obwodzie pomiarowym. Mając na uwadze te zakłócające zjawiska należy poświęcić więcej czasu na obserwację tendencji zmian napięcia pomiędzy parami przewodów. W ten sposób należy wyznaczyć cztery pary przewodów, które następnie można przetestować w/w sposób razem (parami) lub oddzielnie.

5. Podsumowanie

Z uzyskanych doświadczeń wynika, że przy zachowaniu cierpliwości i systematycznym postępowaniu z poszczególnymi parami przewodów uzyskuje się prawidłowe określenie tych przewodów w układzie pomiarowym słupka pomiaru prądu, co potwierdziły wykonywane później odkrywki.

Literatura

- [1] Hanasz M., *Pomiar prądu w ocenie powłoki rurociągu*, Ochrona przed Korozją nr 8, 2009, www.linstruments.com.pl/informacje-techniczne.
- [2] *Poradnik Pomiaru w ochronie katodowej przed korozją*, CEOCOR 2010, Wydawnictwo SEP.
- [3] Barański J., *Rejestratory MR4 i MR3P w pomiarach korozyjnych*, XIII Krajowa Konferencja Pomiaru Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej, 9–11.06.2014.

