

## Informacje i rozwiązania dotyczące systemów alarmowych stosowanych w sieciach ciepłowniczych preizolowanych. Cz. 2

The information and considerations concerning the alarm systems applies in preinsulated district heating systems. Part 2

LESZEK WRÓBEL, MAREK KAMIŃSKI

Prawie dwadzieścia lat temu miałem przypadkowe spotkanie w Marsylii z członkiem, który jak się później zorientowałem, wykrywał na odległość zbiorniki i żyły wodne. Za jego namową narysowałem na kartce papieru ogródek działkowy mojego teścia. Na planie musiałem zaznaczyć położenie „domu”, drzewa i kierunek północ-południe. W tym towarzystwie tylko ja wiedziałem, wzdłuż którego boku działki przechodzi instalacja wodociągowa i że w pobliżu jednego rogu domku stoją dwie dwustylitrowe beczki z wodą. Przygodny znajomy wziął ode mnie kartkę z rysunkiem. Potem zaczął przesuwając pióro wzdłuż brzegów narysowanej działki. Gdy doszedł do boku z instalacją wodociągową dostał drgawek. Przy rogu domku, gdzie wiedziałem, że stoją beczki zaczęło nim strasznie trząść. Myślałem, że spadnie z krzesła. Dalej było spokojnie, aż wreszcie po przesunięciu pióra na inny bok działki uspokoił się zupełnie. Dosłownie ostupiałem. Działka mojego teścia znajduje się w Warszawie przy ulicy Raławickiej. W czasie dalszej rozmowy powiedział mi, że przed każdym takim poszukiwaniem musi się „włączyć”, a na zakończenie „wyłączyć”. Jednak kiedy pomyśli o swojej żonie, a ona w tym czasie myje naczynia lub kąpie się, to nawet w „stanie wyłączonym” dostaje silnych drgawek. Potem okazało się, że mój znajomy z racji swoich właściwości jest badany przez lekarzy, był pokazywany w telewizji i opisywany w gazetach. Właściciele pól i działek przyjeżdżają do niego z planami swoich posiadłości, a on stawia na nich punkt, wskazujący gdzie należy budować studnię.

Jeszcze wtedy nie wiedziałem, że będę się zajmował między innymi lokalizacją przecieków w preizolowanych sieciach ciepłowniczych. Teraz ten członek jest ideałem dla naszej firmy, do którego chcemy się zbliżyć konstruując niektóre nasze przyrządy.

Prawie każdy producent rur preizolowanych ma własną wersję alarmowego systemu impulsowego do wykrywania i lokalizacji przecieku (wilgoci) w sieci ciepłowniczej. W najczęściej spotykanych rozwiązaniach układ pomiarowy tworzą: rura stalowa, izolacja poliuretanowa, dwa nie izolowane druty miedziane oraz rura osłonowa. Rura przewodowa jest umieszczona współśrodkowo wewnątrz rury osłonowej. Przestrzeń między nimi wypełnia izolacja poliuretanowa. W niej umieszczone są dwa druty miedziane. Przewody te biegną wzdłuż rury stalowej w stałej odległości od jej powierzchni. Ich położenie względem siebie jest potocznie określane jako pozycja „na godzinę za piętnaście trzecia”. W niektórych wersjach alarmowego systemu impulsowego stosuje się dodatkowo w układzie pomiarowym podkładki filcowe. Są to arkusze filcu, którymi owija się drut miedziany w miejscach połączeń spawanych sieci ciepłowniczej. Podkładka jest jedynym materiałem izolacyjnym występującym między przewodem czujnikowym i rurą stalową. Doskonałe właściwości higroskopijne filcu powodują wzrost czułości pomiarowej systemu alarmowego. Efekt jest tak wyraźny, że **zasadnicze kryterium podziału istniejących wersji alarmowych systemów impulsowych opiera się na rozróżnieniu układów z podkładkami i bez podkładek filcowych.**

Proces produkcji rur preizolowanych z przewodami czujnikowymi zapewnia uzyskiwanie dobrej powtarzalności wyrobów zarówno pod względem właściwości fizycznych stosowanych materiałów jak i pew-

nych wymiarów geometrycznych. To z kolei powoduje, że we wszystkich produktach jest zachowana powtarzalność właściwości elektrycznych. Na przykład pojemność elektryczna mierzona między drutem miedzianym i rurą stalową ma stałą wartość przypadającą na jednostkę długości. Impedancja falowa mierzona między tymi samymi elementami charakteryzuje się stałą wartością, niezależną od długości rury preizolowanej. Na obie wielkości nie ma wpływu średnica rury przewodowej. Wszystkie cechy charakterystyczne rur preizolowanych przenoszą się na tworzone z nich sieci ciepłownicze. Technika wykonywania połączeń została tak opracowana, aby obszar złącza (mufa) miał te same właściwości fizyczne, co rura preizolowana. Jednak spełnienie tego warunku zależy także od umiejętności ekip monterskich, warunków atmosferycznych, w jakich odbywa się montaż itp.

Do najczęściej spotykanych wad montażowych w sieciach ciepłowniczych należą: wilgoć w izolacji poliuretanowej, nieszczelność muf, zwarcie przewodu miedzianego z rurą stalową, zła jakość lub brak połączenia między odcinkami przewodów miedzianych tworzących pętlę czujnikową, zmiana odległości między przewodem miedzianym i powierzchnią rury stalowej. Popętniane błędy można wykrywać za pomocą przyrządów realizujących pomiar oporności. Sygnałem pomiarowym jest napięcie, a wielkością mierzoną prąd. Wartość wyniku pomiaru zależy od oporności mierzonego układu (elementu). Wilgoć w izolacji poliuretanowej jest sygnalizowana spadkiem wartości rezystancji mierzonej między przewodem miedzianym i rurą stalową. W przypadku zwarcia drutu miedzianego z rurą przewodową wartość wyniku pomiaru może spaść prawie do zera. ☐le wykonane połączenie przewodów miedzianych powoduje nieproporcjonalnie

inż. Leszek Wróbel,  
mgr inż. Marek Kamiński,  
— Elektroniczny Zakład  
Usługowo-Produkcyjny Levr

duży wzrost oporności pętli czujnikowej w stosunku do jej uprzednio mierzonego odcinka. Natomiast jeżeli przyrząd wskazuje przekroczenie zakresu pomiarowego rezystancji lub symbol nieskończoności, to oznacza że w obwodzie pętli alarmowej istnieje przerwa elektryczna.

Podczas budowania sieci ciepłowniczej należy na bieżąco sprawdzać jakość prowadzonych prac montażowych. Praktycznie wygląda to w ten sposób, że po wykonaniu połączenia z nowym elementem konstrukcyjnym dokonuje się pomiarów kontrolnych całego odcinka rurociągu. W przypadku wykrycia zwarcia z rurą stalową lub przerwy elektrycznej w pętli czujnikowej sytuacja jest jednoznaczna — należy natychmiast usunąć popełniony błąd. Natomiast wykrycie wilgoci w izolacji poliuretanowej mufy nie zawsze wymaga podjęcia działań naprawczych. W połączeniach sieci ciepłowniczej jest akceptowana obecność pewnej ilości wody. Każda wersja alarmowego systemu impulsowego ma określony dopuszczalny poziom wilgoci w formie warunku na **minimalną wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla maksymalnej długości sieci ciepłowniczej**. Występujące w warunku wielkości zazwyczaj różnią się wartościami przyjętymi w każdej wersji. Problem polega na tym, że z tych danych nie wynika wprost jaka powinna być wartość oporności izolacji poliuretanowej dla odcinków sieci ciepłowniczych krótszych od zakładanego maksimum. Opisy popularnych systemów alarmowych albo pomijają ten temat, albo nawet udzielają błędnych wskazówek. Tylko w materiałach firmy CWA (układ sygnalizacyjny stosowany przez FINPOL ROHR) znaleźliśmy wzór opisujący zależność między podanymi w warunku wielkościami. Niestety w podanej postaci nie nadaje się do zastosowania w odniesieniu do innych alarmowych systemów impulsowych. Korzystając z okazji przedstawiamy stworzone przez nas uniwersalne równanie rozwiązujące omawiany problem.

$$R_p = \frac{R_{min}}{L/L_{max}}$$

$R_{min}$  [k $\Omega$ ] — minimalna wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla maksymalnej długości sieci ciepłowniczej podana w opisie systemu alarmowego.

$L_{max}$  [km] — maksymalna długość sieci ciepłowniczej podana w opisie systemu alarmowego.

$L$  [km] — długość wykonanego odcinka sieci ciepłowniczej ( $L < L_{max}$ ).

$R_p$  [k $\Omega$ ] — minimalna, dopuszczalna wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla wykonanego odcinka sieci ciepłowniczej.

### Podany wzór można wykorzystywać we wszystkich rodzajach systemów alarmowych, impulsowych i rezystancyjnych.

Spróbujemy teraz wykazać dlaczego i jak ważne jest poruszane zagadnienie. Dowód będzie zawierał opisy stosowanych dotychczas praktyk oraz występujących przypadków. Założmy, że zaplanowano wykonanie 100 m sieci ciepłowniczej. W przyjętej do realizacji wersji systemu alarmowego maksymalna długość sieci wynosi 1000 m, a minimalna wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla tej długości musi być nie mniejsza niż 500 k $\Omega$ . Po zakończeniu budowy następuje odbiór techniczny. W ramach wyznaczonych działań kontrolnych zostaje wykonany pomiar rezystancji izolacji poliuretanowej. Wartość wyniku pomiaru wynosi 500 k $\Omega$ . W materiałach firmowych dotyczących systemu alarmowego nie ma podanej zależności między długością sieci ciepłowniczej i wartością rezystancji izolacji poliuretanowej. Z tego powodu komisja techniczna porównuje uzyskany wynik pomiaru z jedyną wartością podaną w opisie systemu i na tej podstawie uznaje, że sieć jest wykonana prawidłowo pod względem dopuszczalnego poziomu wilgoci. Po niedługim czasie zapada decyzja o rozbudowie sieci ciepłowniczej. Jej całkowita długość ma wynosić 1 km. Po zakończeniu budowy znowu następuje odbiór techniczny. Dla wykonanego odcinka (900 m) zmierzona wartość rezystancji poliuretanowej wynosi 5 M $\Omega$  (5000 k $\Omega$ ). Ponieważ uzyskany wynik jest aż 10 razy większy od wartości podanej w opisie systemu alarmowego, więc pod tym względem nie ma problemów z odbiorem technicznym budowy. Jednak po połączeniu obydwu „poprawnie” wykonanych odcinków i dokonaniu pomiaru rezystancji izolacji poliuretanowej dla całej (1000 m) sieci ciepłowniczej okazuje się, że zmierzona oporność ma wartość 450 k $\Omega$ . Podane w warunku minimum wynosi 500 k $\Omega$ . A więc cała sieć nie spełnia warunku technicznego na dopuszczalny poziom wilgoci. Należałoby ją naprawić. Tylko kto ma to zrobić? Obydwaj wykonawcy są zdania, że swoje odcinki wykonali poprawnie. Każdy z nich ma potwierdzenie pozytywnego odbioru prac wydane przez komisję techniczną. Jest źle, a nie ma winnych.

Wszystko jest oczywiście zgodne z prawami fizyki. Wzór Ohma i obliczenia dla rozpatrywanego przypadku przedstawiają się następująco:

$$R_c = \frac{R_a \cdot R_b}{R_a + R_b} = \frac{0,5 \cdot 5}{0,5 + 5} \cong 0,45 \text{ M}\Omega = 45 \text{ k}\Omega$$

- Ra — zmierzona wartość rezystancji izolacji poliuretanowej (500 k $\Omega$  = 0,5 M $\Omega$ ) dla odcinka 100 m sieci ciepłowniczej.
- Rb — zmierzona wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla odcinka 900 m sieci ciepłowniczej.
- Rc — wypadkowa wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla połączonych odcinków sieci ciepłowniczej (1000 m).

Problemy występujące w podanym przykładzie zaczęły się od błędu popełnionego przez komisję techniczną. Poszukajmy tego błędu wykorzystując ułożone przez nas równanie. Policzmy **minimalne** wartości rezystancji, dla których można jeszcze przyjąć, że odcinki sieci w podanym przykładzie zostały wykonane poprawnie pod względem dopuszczalnego poziomu wilgoci.

Minimalna, dopuszczalna wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla odcinka 100 m sieci ciepłowniczej:

$$R_1 = \frac{500 \text{ k}\Omega}{0,1 \text{ km} / 1 \text{ km}} = \frac{500 \text{ k}\Omega}{0,1} = 5000 \text{ k}\Omega = 5 \text{ M}\Omega$$

Minimalna, dopuszczalna wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla odcinka 900 m sieci ciepłowniczej:

$$R_2 = \frac{500 \text{ k}\Omega}{0,9 \text{ km} / 1 \text{ km}} = \frac{500 \text{ k}\Omega}{0,9} \cong 556 \text{ k}\Omega \cong 0,56 \text{ M}\Omega$$

Dla wyznaczonych minimalnych wartości  $R_1$  i  $R_2$  wypadkowa minimalna oporność izolacji poliuretanowej w sieci ciepłowniczej o długości 1000 m (100 m + 900 m) powinna spełniać warunek podany w opisie systemu alarmowego. Do sprawdzenia wykorzystamy prawo Ohma.

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cong \frac{5 \cdot 0,56}{5 + 0,56} \cong 0,5 \text{ M}\Omega = 500 \text{ k}\Omega$$

Ostatniego obliczenia nie musieliśmy wykonywać. Wynik był oczywisty ze względu na przyjęte założenia. Natomiast analizując wyniki pozostałych obliczeń zorientujemy się natychmiast, że komisja techniczna popełniła błąd przy odbiorze pierwszego odcinka sieci. Zmierzona wartość (500 k $\Omega$ ) rezystancji izolacji poliuretanowej, to zgodnie z warunkiem obowiązujące minimum dla sieci ciepłowniczej o długości 1 km, a nie 100 m. Mówiąc inaczej, w 100 m odcinku wykonawca zamknął w mufach taką ilość wilgoci, jaka jest dopuszczalna w sieci o długości 1 km dla przyjętego w przykładzie systemu alarmowego. Mi-

nimalna wartość rezystancji izolacji poliuretanowej dla 100 m odcinka wynosi zgodnie z obliczeniami 5 MΩ. Tylko na podstawie czego komisja techniczna mogła wyznaczyć, a potem żądać od wykonawcy spełnienia takiego warunku? Nasze równanie uzupełnia istniejącą dotkliwą lukę informacyjną. Powinno być wykorzystywane nie tylko przy odbiorach technicznych, ale również podczas budowania sieci ciepłowniczych. Dzięki niemu można na bieżąco oceniać jakość prowadzonych prac montażowych, znać poziom istniejącego zagrożenia oraz wykryć i poprawić źle wykonane połączenie pod względem dopuszczalnego poziomu wilgoci.

Na zakończenie tej części rozważań podamy kilka uwag na temat przyrządów pomiarowych używanych w czasie montażu sieci ciepłowniczej. Najlepiej jest stosować mierniki cyfrowe. Są one dokładniejsze od przyrządów wskazówkowych, łatwiejsze w użyciu, zapewniają obiektywny odczyt wyniku pomiaru. Ostatnia z wymienionych zalet jest ważna z uwagi na logarytmiczną skalę stosowaną w omiarmierzach wskazówkowych. Osprzęt pomiarowy powinien gwarantować pewny, kontrolowany i łatwy do uzyskania kontakt z rurą stalową oraz przewodami miedzianymi pętli czujnikowej. Do pomiaru rezystancji izolacji poliuretanowej należy używać przyrządów mających zakres pomiarowy co najmniej 1 kΩ ÷ 100 MΩ. Natomiast optymalna wartość napięcia pomiarowego nie powinna być większa niż 250VDC. W propozycjach nowych norm europejskich (pr EN 14419) zaleca się nawet stosować napięcie nie większe niż 24VDC. Przy pomiarze oporności pętli czujnikowej istotne znaczenie ma rozdzielczość pomiarowa. Średniej klasy omiarmierz cyfrowy z zakresem pomiarowym 0 ÷ 200 Ω mają rozdzielczość pomiarową 10 mΩ. To nawet przekracza wymagania występujące przy sprawdzaniu jakości połączeń i długości pętli alarmowej.

Firma LEVR produkuje dwa typy przyrządów do sprawdzania poprawności prac montażowych.

W jednym z nich napięcie pomiarowe dla rezystancji izolacji poliuretanowej ma wartość 5VDC, a w drugim 250VDC. Obydwa mierniki mają dwa pola odczytowe, na których są jednocześnie prezentowane wartości wyników pomiarów rezystancji izolacji poliuretanowej oraz oporności pętli czujnikowej. Odpowiednie zakresy pomiarowe wynoszą: 0,1 kΩ ÷ 100 MΩ; 0 ÷ 50 Ω. Dla pomiaru oporności pętli czujnikowej rozdzielczość pomiarowa wynosi około 24 mΩ (1 m drutu miedzianego). Obydwa przyrządy zapewniają kontrolowany kontakt z rurą stalową. Informa-

cje o najważniejszych stanach awaryjnych układu alarmowego są wyświetlane w formie komunikatów tekstowych.

Prawdziwe sprawdzenie jakości wykonania sieci ciepłowniczej odbywa się w procesie eksploatacji. Na skutek zmian temperatury wody grzewczej występują między innymi takie zjawiska, jak cykliczne przemieszczanie się wilgoci zamkniętej w izolacji poliuretanowej muf i zasysanie wody gruntowej przez nieszczelne połączenia sieci. Drugi z wymienionych przypadków spowoduje po jakimś czasie takie stężenie wilgoci, które będzie można zlokalizować. Natomiast pierwszy niekonierniecznie. Zachodzące procesy są sygnalizowane przez stacjonarne detektory stanu sieci ciepłowniczej i układu alarmowego. Charakterystyczna dla występowania opisanych zjawisk jest zmienność wskazań przyrządów. To znaczy sygnalizowanie przecieku na zmianę ze stanem dobrym, w zależności od temperatury wody grzewczej. Sytuacja jest o tyle trudna do opanowania, a czasami nawet bez wyjścia, że wskazania detektora zależą od ilości wody znajdującej się w całej objętości izolacji poliuretanowej sieci ciepłowniczej, a lokalizator przecieku jest wrażliwy na duże, miejscowe stężenia wilgoci. Jedna z firm podaje w swoich materiałach, że dogodne warunki dla lokalizacji przecieku (wilgoci) występują wtedy, gdy izolacja poliuretanowa wokół przewodu czujnikowego jest nasycona wodą na długości 500 mm. W opisywanym przypadku dość często wykorzystywanym sposobem na wyeliminowanie zmienności wskazań detektora jest obniżenie jego czułości pomiarowej. Przyrząd będzie sygnalizował tylko bardzo duże stężenie wilgoci. W konsekwencji opóźnia się wykrycie i lokalizację przecieku. Z kolei długotrwały przeciek zwiększa obszar degradacji izolacji poliuretanowej, a tym samym koszt naprawy sieci ciepłowniczej. Czasami nawet maksymalne obniżenie czułości pomiarowej detektora nie powoduje zmiany jego wskazań. Dla takiego przypadku ostatecznym rozwiązaniem jest wymiana detektora wilgoci na stacjonarny lokalizator przecieku lub okresowe dokonywanie pomiarów lokalizatorem przenośnym.

Ta część rozważań, dotycząca niektórych problemów występujących podczas eksploatacji sieci ciepłowniczej preizolowanej z systemem alarmowym uwidacznia, dlaczego i jakie znaczenie ma prawidłowe wykonanie prac montażowych dla procesu eksploatacji. Szczególnie ze względu na zamykanie stosunkowo niewielkiej ilości wilgoci w wielu mufach oraz nieszczelność połączeń. Nie prowadzimy statystyki przypadków, ale zdarza się, że w systemach alarmowych stosujących

podkładki filcowe można częściej i szybciej wybrnąć z opisywanych trudności.

Do ciągłego nadzorowania sieci ciepłowniczej w procesie eksploatacji stosuje się detektory lub lokalizatory awarii (przeciek, przerwa elektryczna w pętli alarmowej, zwarcie pętli z rurą przewodową). Wieleletnie doświadczenia eksploatacyjne wykazały, że stacjonarne lokalizatory cyfrowe (reflektometry) są wrażliwe na zakłócenia elektromagnetyczne. Ta wada uwidacznia się szczególnie w ostatnich czasach.

Z wiadomych przyczyn. Zdarza się że zlokalizowana awaria, to miejsce przecięcia się sieci ciepłowniczej z przewodami telefonicznymi, elektrycznymi itp. Pewne rodzaje zakłóceń powodują podawanie przez przyrząd zmieniających się wyników lokalizacji. Z wymienionych powodów zmniejsza się zaufanie do wskazań przyrządu. Najczęściej spotykane ostatnio rozwiązanie polega na stosowaniu do nadzorowania sieci ciepłowniczych stacjonarnych detektorów awarii i przenośnego lokalizatora z wyświetlaczem graficznym (wykres z danymi pomiarowymi).

Firma LEVR produkuje detektory awarii dla wszystkich wersji alarmowych systemów impulsowych. Jeden z produkowanych typów ACN4N, dostosowany do systemów alarmowych (podkładki filcowe) firmy ALSTOM POWER i FINPOL ROHR, posiada na tyle unikalny sposób pomiaru i prezentacji informacji pomiarowych, że jest chętnie stosowany w innych wersjach systemów alarmowych. Jeszcze nie mamy takiego doświadczenia, aby ocenić, czy jest to postępowanie właściwe. W każdym bądź razie nie bierzemy za nie odpowiedzialności. Natomiast w najbliższym czasie, być może jeszcze przed pojawieniem się tego artykułu, będzie można u nas kupić nowe typy detektorów awarii dla innych rodzajów (bez podkładek filcowych) alarmowych systemów impulsowych, mające podobne właściwości. Poza tym właśnie zakończyliśmy prace nad stacjonarnym lokalizatorem awarii i przekazemy go do eksploatacji nadzorowanej. W konstrukcji przyrządu wykorzystaliśmy całe nasze wieloletnie doświadczenie obejmujące sposoby wykonywania i interpretacji wyników pomiarów oraz warunki eksploatacyjne. Informacja pomiarowa jest podawana na wyświetlaczu graficznym w formie opisanego wykresu. Wykonanie reflektometru w wersji stacjonarnej rozszerza możliwości analizy sygnałów elektrycznych (sygnał pomiarowy, zakłócenia) pojawiających się na wejściu pomiarowym przyrządu. Równocześnie prowadzone są prace nad modelem przenośnym.

Produkowane przez nas przyrządy stacjonarne mogą przekazywać informacje

o awarii w sieci ciepłowniczej do systemów zbierania danych za pomocą elementów dwustanowych (np. przekaźnik), układu transmisji danych typu RS lub programowalnych modułów GSM/GPRS.

Reflektometr jest podstawowym przyrządem pomiarowym do wszystkich wersji alarmowego systemu impulsowego. Znajduje zastosowanie do lokalizacji przecieku, przerwy elektrycznej w pętli alarmowej, zwarcia przewodu czujnikowego z rurą przewodową, zmiany odległości między przewodem miedzianym i powierzchnią rury stalowej.

Metoda pomiarowa realizowana przez przyrząd polega na wytwarzaniu bardzo krótkich impulsów elektrycznych, które są wprowadzane między drut miedziany i rurę przewodową. Minimalny czas trwania (szerokość) sygnału pomiarowego wynosi 0,000000002 s. Dzięki stałej wartości impedancji falowej badanego układu wytworzony impuls elektryczny przemieszcza się swobodnie wzdłuż rurociągu z szybkością prawie równą prędkości rozchodzenia się światła. Jeżeli w jakimś miejscu sieci ciepłowniczej preizolowanej wystąpi jeden z wymienionych powyżej efektów i towarzy-

sząca mu zmiana wartości impedancji falowej, to nastąpi całkowite lub częściowe odbicie impulsu pomiarowego. Reflektometr mierzy czas, jaki upływa od momentu wyjścia sygnału elektrycznego do chwili pojawienia się jego odbicia. Następnie, mając wpisaną wartość prędkości przemieszczania się impulsu pomiarowego oraz zmierzony czas, oblicza odległość między stanowiskiem pomiarowym i miejscem odbicia, czyli miejscem wystąpienia przecieku lub innego defektu w układzie alarmowym.

Uzupełniając przedstawiony opis sposobu pomiaru należy dodać, że efekt odbicia impulsu pomiarowego może wystąpić tylko w przypadku **skokowej zmiany wartości impedancji falowej**. Taki warunek jest zawsze spełniony w miejscu metalicznego zwarcia drutu miedzianego pętli alarmowej z rurą przewodową oraz w miejscu wystąpienia elektrycznej przerwy w pętli alarmowej. Natomiast w przypadku pojawienia się wilgoci musi wystąpić dość duże stężenie wody w izolacji poliuretanowej, aby nastąpiła znacząca zmiana wartości impedancji falowej powodująca

choć częściowe odbicie impulsu pomiarowego.

Z tego właśnie warunku wziął się pomysł na stosowanie podkładek filcowych w alarmowych systemach impulsowych. Natomiast nazwa systemu pochodzi od charakteru sygnału pomiarowego.

Następna część artykułu będzie zawierała charakterystyki i dane techniczne stosowanych wersji alarmowego systemu impulsowego. Niektóre informacje będą przedstawione w formie tabelarycznej. W tabeli będzie także ujęty alarmowy system rezystancyjny Brandes. Dokonamy analizy i opatrzmy komentarzem niektóre zamieszczone dane. Udowodnimy, że propozycje nowych norm europejskich zawierają warunki zdecydowanie dyskryminujące alarmowy system impulsowy we wszystkich jego odmianach.

#### LITERATURA

Wróbel L., Kamiński M.: Informacje i rozważania dotyczące systemów alarmowych stosowanych w sieciach ciepłowniczych preizolowanych cz. 1 INSTAL nr 9/2003.