

Ryszard Borkowski, Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Izolacji Przemysłowych

Obniżanie współczynnika przenikania ciepła

Nowy rodzaj konstrukcji wsporczych w izolacjach

Odpowiednia warstwa izolacyjna powinna chronić znajdującą się w obiekcie energię cieplną. Jednak często sposób jej zamocowania uniemożliwia zachowanie ciągłości, trwałości i nienaruszalności systemu izolacyjnego. Dzieje się tak na ogół z jednoczesnym powiększeniem współczynnika przenikania ciepła. Nie bez znaczenia jest również rodzaj konstrukcji wsporczych. Jak zatem obniżyć współczynnik przenikania ciepła?

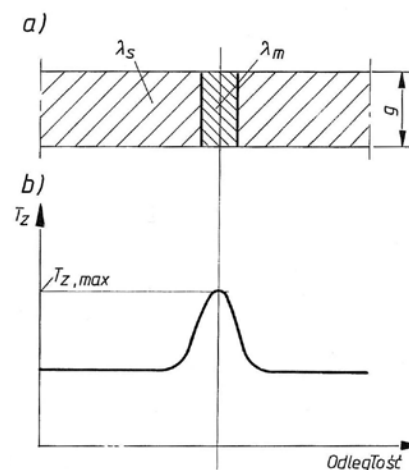
Izolacje cieplne na zewnętrznej powierzchni przegrody wykonane są z materiałów charakteryzujących się niską wartością współczynnika przewodności cieplnej. Materiały te, posiadają odpowiednio dobraną (na podstawie obliczeń) grubość, pozwalającą w zasadniczy sposób zmniejszyć gęstość strumienia ciepła przenikającego przez przegrodę (przegrodę stanowi jej ścianka zewnętrzna wraz z systemem izolacji). Dzięki temu ilość ciepła, która przedostaje się do otoczenia jest zdecydowanie mniejsza, niż ta, która przenikałaby przez samą przegrodę pozbawioną izolacji. Izolacja pozwala przeniknąć do otoczenia ilość ciepła, mieszczącą się w granicach strat, przewidzianych normą lub obliczeniami.

Mocowanie ma znaczenie

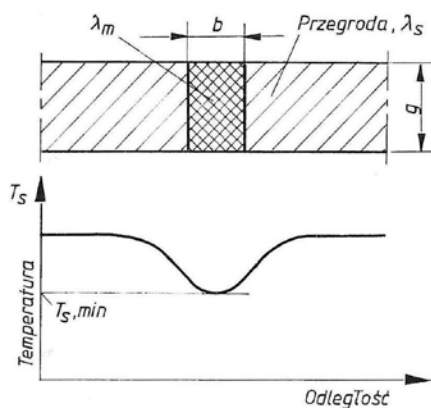
Fragmenty systemu, związane z mocowaniem wyrobów izolacyjnych do obiektu, zwane konstrukcją wsporczą, wykonane są najczęściej z materiałów o większym współczynniku przewodności cieplnej niż pozostała część przegrody i nazywane są mostkami termicznymi. Mostki te występują w postaci prętów, słupków, odstępników, stopek, kształtowników, taśm, styków, podpór itp. elementów. Mogą nimi być też złącza elementów prefabrykowanych, żebra w przegrodach warstwowych, wszelkiego rodzaju ścianki wyposażone w elementy wzmacniające konstrukcję itp. urządzenia.

Rysunek 1a i 1b ilustruje schemat działania takiego mostka oraz jego wpływ na współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę, a także na przebieg temperatury po zewnętrznej stronie przegrody. Wyraźnie zauważalny wzrost temperatury powierzchni zewnętrznej przegrody w miejscu występowania mostka cieplnego, stanowi przyczynę zwiększonych strat ciepła. Mostek podnosi temperaturę zewnętrzną do maksymalnej na demonstrowanej powierzchni, czyli stanowi przekaznik ciepła z wnętrza obiektu izolowanego na zewnątrz.

Rys. 2 przedstawia rozkład temperatury po wewnętrznej stronie powierzchni przegrody budowlanej, wykazując, że mostek może spowodować znaczące jej obniżenie, skutkujące nawet możliwością wystąpienia



Rys. 1 Schemat mostka termicznego.



Rys. 2 Rozkład temperatury po wewnętrznej stronie przegrody.

kondensacji pary wodnej, jeśli obniżeniu temperatury towarzyszyłoby zawilgocenie powietrza w pomieszczeniu.

Z występowania tego rodzaju zjawisk należy zdawać sobie sprawę zarówno na etapie projektowania izolacji, jak i na etapie jej wykonywania. Uwzględnienie występowania mostków cieplnych na etapie projektowania polega na stosowaniu odpowiednich naddatków grubości warstwy, celem pokrycia strat powstałych w wyniku występowania ubytków ciepła, spowodowanych ich obecnością. Dokładnie ujmuje to pkt. 4.1.4.2. i pkt. 4.1.4.3. normy PN-EN ISO 12241, który pokazuje sposób obliczania współczynnika przenikania ciepła bez poprawek i z poprawkami z uwagi na istnienie mostków cieplnych, wychodząc z podstawowego równania:

$$U = \frac{q}{\theta_i - \theta_e}$$

i doprowadzając je do równań opisujących sposób liczenia współczynnika przenikania ciepła stosowanego w przypadku różnych kształtów przegrody np. do przegrody płaskiej, cylindrycznej, sferycznej, czy o przekroju prostokątnym. Po uwzględnieniu wpływu działania mostków termicznych:

$U_T = U + \Delta U_B$ lub $U_{TL} = U_L + \Delta U_{BL}$ w odniesieniu do powierzchni płaskich i cylindrycznych, gdzie ΔU_B i ΔU_{BL} stanowią dodatki w przewodzeniu ciepła związane z uwzględnieniem obecnych w systemie izolacji mostków.

Punkt 7. w/w normy pozwala obliczyć dokładną wartość całkowitego przenikania ciepła przez te same przegrody z uwzględnieniem wielkości członów korekcyjnych spowodowanych nieregularnością izolacji wy-

wołanej mostkami jak i wielkości członów korekcyjnych wywołanych samą konstrukcją instalacji, za pomocą wzorów:

$$\Delta U_B = U \left[\sum_{j=1}^n Z_j + \sum_{j=1}^n Z^* \dot{\epsilon}_j \right]$$

Gdzie: U - współczynnik przenikania płaskiego elementu jako przegrody, Z - człon korekcyjny dla mostków wynikających z nieregularnej izolacji warstwy, Z^* - człon korekcyjny dla mostków wynikających z konstrukcji instalacji.

Lub:

$$\Delta U_{BL} = U_L \left[\sum_{j=1}^n Y_j + \sum_{j=1}^n Y^* \dot{\epsilon}_j \right]$$

Gdzie: U_L - współczynnik przenikania przegrody cylindrycznej bez mostków, Y - człon korekcyjny dla mostków wynikających z nieregularnej warstwy izolacji, Y^* - człon korekcyjny dla mostków wynikających z konstrukcji instalacji.

Człony korekcyjne Z i Y można obliczyć korzystając także ze wzorów:

$$Z = \frac{U_B A_B}{U A} n$$

Gdzie: A_B - pole przekroju poprzecznego mostka, A - pole przekroju ściany, n - ilość mostków cieplnych.

Oraz:

$$Y = \frac{U_B A_B}{U_L l} n$$

Gdzie: A_B - pole przekroju poprzecznego mostka, l - długość rurociągu, n - ilość mostków cieplnych.

Mostek w układzie rurociągu może też być zrównoważony za pomocą zwiększenia jego długości o ekwiwalentny odcinek Δl . Wtedy:

$$y = \frac{\Delta l}{l} n, \quad y^* = \frac{\Delta l}{l} n$$

Odcinek Δl z kolei, może być podany w tabelach jako zależny od temperatury wewnętrznej, średnicy, sposobu izolacji i rodzaju mostka.

Staranność przygotowania konstrukcji wsporczej

Duże znaczenie ma uwzględnianie tego faktu podczas samego wykonywania izolacji. Chodzi tu głównie o staranność przygotowania konstrukcji wsporczej poprzez zastosowanie wszelkiego rodzaju przekładek izolacyjnych, zarówno między odstępnikami i pierścieniem zewnętrznym jak i między pierścieniem ze-

wnętrznym, a płaszczem ochronnym, szczególnie, gdy wykonany jest on z blachy.

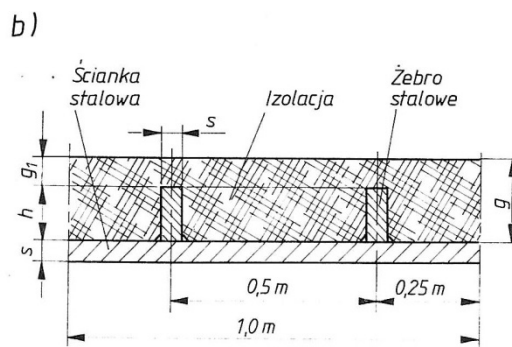
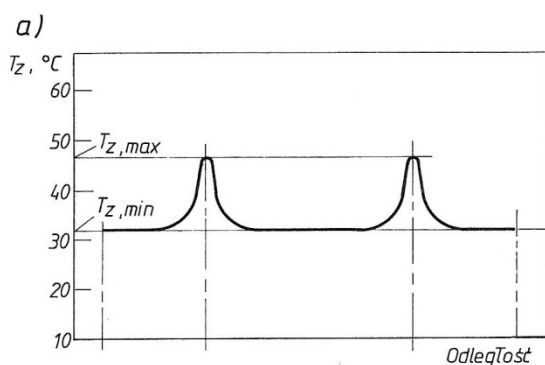
Istotne znaczenie ma ograniczanie wielkości styków ze ścianą izolowanego obiektu, którym może być zarówno rurociąg, zbiornik, urządzenie technologiczne jak i elementy budynków mieszkalnych. Styki powinny być konstruowane tylko w wymaganych miejscach, przy zachowaniu wymaganych odległości i z dużą starannością obrabiane.

Ze zjawiskiem mostkowania spotykamy się również przy izolowaniu elementów wzmacniających powierzchnię ścian bocznych urządzeń energetycznych, np. elektrofiltru. Pokazuje to rysunek 3a oraz 3b w zakresie rozkładu temperatury na powierzchni zewnętrznej urządzenia wyposażonego w żebra stalowe.

Mostki cieplne stanowią także miejsca izolacji zaworów, połączeń kołnierzowych, armatury kontrolno-pomiarowej, podwieszeń rurociągów, podpór, kompensatorów, styku elementów konstrukcji. We wszystkich tych przypadkach obowiązuje podstawowa zasada: dla uniknięcia negatywnego oddziaływania mostków, rodzaj zastosowanej izolacji i grubość warstwy w tych miejscach



Fot. 1 Widok izolacji rurociągów i aparatów.



Rys. 3 Rozkład temperatury płaskiej powierzchni zewnętrznej wzmocnionej uźebrowaniem.

nie może być mniejsza niż grubość izolacji rurociągów przylegających. Należy tutaj podkreślić, że rola ograniczenia wpływu mostków na skuteczność izolacji jest bardzo duża. Składa się na nią:

- niedopuszczenie do nieuzasadnionego wzrostu współczynnika przenikania przegrody,
- zapobieganie nadmiernemu zróżnicowaniu zewnętrznej temperatury powierzchniowej warstwy ochronnej izolacji,
- niedopuszczanie do nieuzasadnionych jej przegrzewów mogących stanowić zagrożenie dla pracowników obsługi lub doprowadzających do przegrzania elementów w wyniku ich bezpośredniego kontaktu z powierzchnią.

Podstawowy cel

Podstawowym jednak celem likwidacji lub redukcji wpływu mostków cieplnych jest ograniczenie strat ciepła w urządzeniu energetycznym lub technologicznym, poddanym zabiegowi izolacji termicznej, czyli podniesienie efektywności i skuteczności zastosowanej izolacji. Skuteczność izolacji ma zaś duże znaczenie dla ograniczenia ilości produkowanej energii cieplnej, na rzecz jej zmniejszenia, co ma istotny wpływ na obniżenie efektu cieplarnianego i wielkości emisji CO₂.

Nie wszędzie stosuje się konstrukcję wsporczą

Zasadniczym zadaniem konstrukcji wsporczych

na rurociągach o różnych średnicach jest utrzymanie stałej odległości między rurociągiem izolowanym, a płaszczem stalowym ochraniającym izolację właściwą, wykonaną z wełny mineralnej luzem lub z mat z wełny mineralnej. Konstrukcje wsporczej z reguły nie stosuje się w przypadku wykonania izolacji z wyrobów sztywnych (otulina termoizolacyjna z wełny mineralnej, płyta z wełny mineralnej, twarda pianka poliuretanowa, styropian ekspandowany, tradycyjne materiały ceramiczne itp.) w celu uniknięcia ich uszkodzenia przez elementy konstrukcji wsporczej.

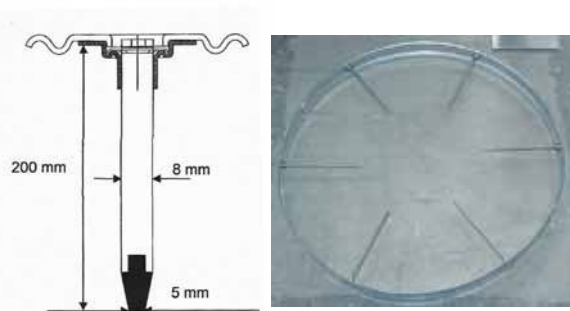
Nowy typ odstępników

Konstrukcja wsporcza składa się bowiem z pierścieni opartych na powierzchni wewnętrznej płaszcza i odstępników, połączonych przez nitowanie z tymi pierścieniami. Celem ograniczenia przepływu ciepła z izolowanego rurociągu do płaszcza ochronnego za pośrednictwem takiej konstrukcji, między każdym odstępnikiem i pierścieniem stosuje się przekładkę z polonitu

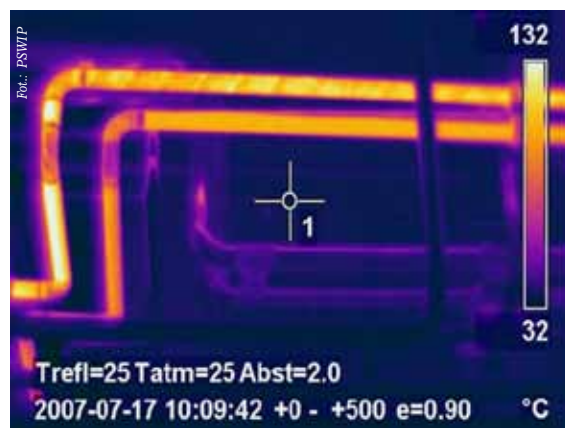
Dla uniknięcia negatywnego oddziaływania mostków, rodzaj zastosowanej izolacji i grubość warstwy w tych miejscach nie może być mniejsza niż grubość izolacji rurociągów przylegających

o grubości 3mm. Można stosować też odstępniki konstrukcji wsporczej nowego typu pokazane na rysunku 4 i fot. 3.

Ostatnio coraz częściej stosuje się ten nowy model konstrukcji wsporczej, składający się z pierścieni połączonych za pomocą wkręcanych do nich od wewnątrz szpilek o średnicy 8mm, ściętych w miejscu styku z izolowanym rurociągiem do średnicy 5mm (rys. 4 i fot. 3). W ten sposób zmniejsza się znacząco powierzchnia



Rys. 4 / Fot. 3 Pierścienie z wkręcanych do nich od wewnątrz szpilekami o średnicy 8mm, ściętymi w miejscu styku z izolowanym rurociągiem do średnicy 5mm.



Fot. 2 Zjawisko mostkowania najlepiej ilustrują badania termowizyjne.

styku między pierścieniem, a płaszczem zewnętrznym i ogrzewanym rurociągiem. Gdyby przyjąć w pierwszym przypadku przyrost współczynnika przewodności cieplnej $\Delta\lambda/\text{stopkę} = 0,0023 \text{ W/K stopkę}$ (ustalono metodą empiryczną, można także poprzeć obliczeniami rachunkowymi), to przy 4 stopkach mamy na obwodzie pierścienia stratę ciepła: $0,0023 \text{ W} \times 4 = 0,009 \text{ W}$. Przy zastosowaniu nowego pierścienia, na 4 stopkach na obwodzie mamy stratę $\Delta\lambda/\text{stopkę} = 0,001$, na całym pierścieniu 4 stopkowym $0,004 \text{ W}$, czyli średnio, tracone ciepło jest rekompensowane w drugim przypadku przez grubość izolacji o ok. 10mm mniejszą niż w pierwszym przypadku.

Nie ma róży bez kolców

Należy jednak zwrócić uwagę, że tzw. nowe pierścienie SKR są bardziej pracochłonne, nie zawierają przekładek z polonitu i w przypadku, gdy wymagane jest spawanie szpilek do obiektu izolowanego, to powierzchnia ich styku zwiększa się o ok. 20%. Należy też mieć na uwadze fakt, że konstrukcja wsporcza w postaci pierścieni z odstępnikami stosowana jest tylko o ok. 30% izolowanych w praktyce obiektów. Jednakże wpływ odstępników w postaci szpilek znacząco zmniejsza przewodność cieplną między ścianką czynnego rurociągu, a płaszczem zewnętrznym izolacji. To uzasadnia celowość ich wykonywania i stosowania.

Artykuł dostępny na: www.eip-online.pl

Literatura:

1. Jan Górczyński, Przemysłowe izolacje cieplne, Sorus Poznań 1996
2. S. Wiśniewski, Wymiana ciepła, PWN, Warszawa 1979
3. PN-EN ISO 12241 Izolacje cieplne wyposażenia budynków i instalacji przemysłowych
4. Opracowanie własne PSWIP, Warszawa, Warunki techniczne wykonania i odbioru robót izolacyjnych, 2011
5. W.Gogół, Wymiana ciepła, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, W-wa 1982