

MGR INŻ. RYSZARD BORKOWSKI

# KORZYŚCI Z ULEPSZANIA IZOLACJI CIEPLNYCH W ENERGETYCE I PRZEMYSŁE

English title English title English title English English title English title **ABSTRAKT » S.??**

Stosowanie izolacji cieplnych jest nieodłącznym elementem modernizacji urządzeń energetycznych i instalacji przemysłowych. Wciąż jednak się zdarza, że podczas doboru materiałów izolacyjnych nie przykłada się wagi do ich jakości i grubości. Wynika to często z przekonania, że lepsze izolacje są nieekonomiczne, ponieważ wymagają większego nakładu finansowego na początku inwestycji. Czy pogląd ten jest słuszny?

Przewidywany w nadchodzących latach wzrost zapotrzebowania na energię wymusza bardziej rozważne jej wykorzystywanie przez:

- » zwiększenie sprawności urządzeń energetycznych,
- » ograniczenie strat ciepła w procesie wytwarzania,
- » znaczącą redukcję strat ciepła podczas jego przesyłania,
- » poprawę efektywności wykorzystania wytworzonej energii.

We wszystkich tych procesach bardzo ważne jest, by stosowane izolacje termiczne były skuteczne. Można nawet mówić o strategicznej roli jakości materiałów izolacyjnych w procesie gospodarowania energią.

## EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA IZOLACJI

Materiały izolujące ograniczają przepływ ciepła, a w związku z tym zmniejszają jego straty i poprawiają sprawność procesów wykorzystujących energię cieplną. Izolacje przemysłowe mają:

- » ograniczać występowanie strat ciepła do otoczenia;
- » umożliwiać utrzymanie temperatury zewnętrznej powierzchni rurociągu lub aparatu na określonym poziomie;
- » zapewnić utrzymanie żądanej temperatury procesu wewnątrz aparatu lub temperaturę nośnika ciepła wewnątrz przewodu.

Aby izolacja była skuteczna, musi spełniać kryteria techniczne. W odniesieniu do wymiarów izolacji są to:

- » wysoka sprawność i niska wartość gęstości strumienia ciepła traconego,
- » dostarczanie nośnika ciepła przy jak najniższym spadku parametrów,
- » zapewnienie mniejszej od dopuszczalnej temperatury powierzchni zewnętrznej,
- » zabezpieczenie przed wystąpieniem zjawiska skraplania się pary,
- » zabezpieczanie przed zamarzaniem nośnika ciepła.

Efektywność energetyczna każdej zastosowanej izolacji zależy więc m.in. od parametrów określających wielkość strumienia ciepła przepływającego przez przegrodę rozdzielającą dwa środowiska termiczne. Chodzi przede wszystkim o zmniejszenie gęstości tego strumienia. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu warstw materiałów o odpowiednich właściwościach fizycznych i prawdziwo dobranych grubościach.

Wielkość strumienia ciepła przepływającego przez przegrodę izolacyjną jest określana przez:

- » różnicę temperatur pomiędzy zewnętrznymi powierzchniami warstwy izolacji  $\Delta T$ ,
  - » różnicę wartości współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda$ ,
  - » grubość warstwy izolacji  $g$ ,
  - » pole powierzchni przepływu ciepła  $F$ ,
- zgodnie ze wzorem:

$$q = \frac{\lambda}{g} \Delta T$$

Wszystkie te czynniki powinny być bardzo starannie dobierane, aby możliwe było uzyskanie jak najmniejszej wartości  $q$ . Takie podejście do izolacji pozwala zaliczyć ją do energooszczędnych technik umożliwiających:

- » zmniejszenie zużycia energii cieplnej (a więc także pierwotnych surowców energetycznych),
- » ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery,
- » zmniejszenie kosztów wentylacji pomieszczeń.

## DLACZEGO IZOLACJE PRZEMYSŁOWE CZĘSTO SĄ NIESKUTECZNE

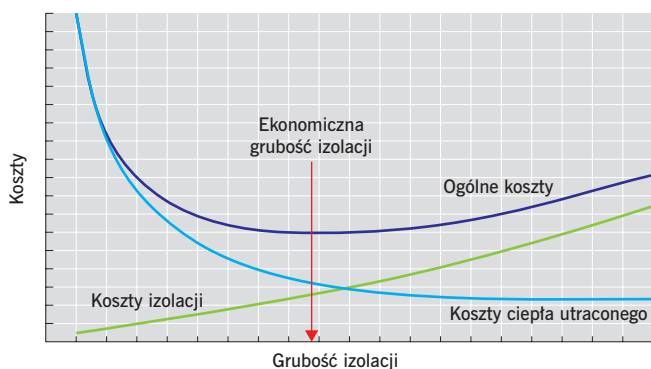
Pomimo istotnej roli, jaką ogrywają izolacje w procesie gospodarowania energią, ich stan pozostawia wiele do życzenia – analiza większości pracujących izolacji przemysłowych wykazuje ich niedostateczną skuteczność. Odpowiadają za to:

- » nieodpowiednia grubość warstwy izolacji,
- » zła jakość zastosowanego materiału,
- » zbyt długi czas eksploatacji izolacji,
- » znaczne ubytki spowodowane użytkowaniem obiektu,
- » liczne mostki cieplne,
- » niedostateczna izolacja armatury, urządzeń pomiarowych, połączeń kofnierzowych i innych miejsc tworzenia się mostków cieplnych.

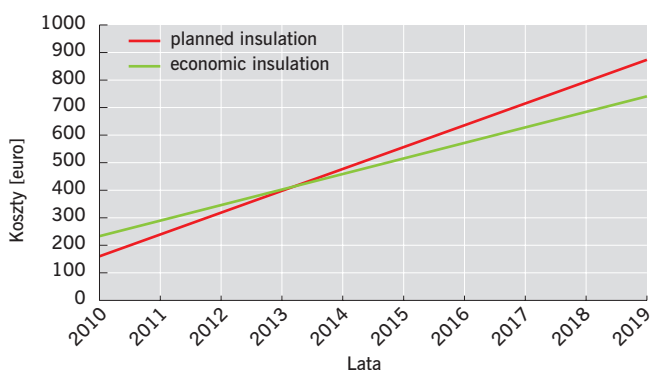
Dotychczasowe, tradycyjne podejście do izolacji utrudnia poprawę tego stanu. Warto więc przekonywać inwestorów do ulepszenia izolacji cieplnych w energetyce i przemyśle oraz pokazywać, że przedsięwzięcia te są uzasadnione ekonomicznie.

## ANALIZA FINANSOWA

W nowszym podejściu do izolacji kluczowy jest dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego. Oznacza to najczęściej zwiększenie grubości, co wiąże się ze wzrostem kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego w jego początkowej fazie. Jednocześnie jednak prowadzi do zmniejszenia ilości ciepła traconego do otoczenia, a więc do lepszego wykorzystania istniejącej mocy, skuteczniejszej pracy urządzeń technologicznych i mniejszych wydatków na energię. Wszystko to zaś przekłada się na realne oszczędności finansowe i sprawia, że grubsze izolacje są bardziej efektywne.



RYS 1. Wyznaczenie ekonomicznej grubości izolacji; rys.: archiwum autora



RYS. 2. Przewidywany czas zwrotu inwestycji polegającej na ulepszeniu izolacji; rys.: archiwum autora

Słuszność decyzji o stosowaniu bardziej efektywnych izolacji potwierdzają wyniki analizy ekonomicznej. Badanie to pozwala określić, jakie będą skutki finansowe pełnej realizacji zaproponowanego rozwiązania. W analizie tej uwzględnia się:

- »  $Q_1$  – roczne zużycie energii przed realizacją usprawnienia [MJ/rok],
- »  $Q_2$  – roczne zużycie energii po przeprowadzeniu usprawnienia [MJ/rok],
- »  $E$  – cenę jednostkową energii [zł/J],
- »  $E_1 = Q_1 \cdot e$  – dotychczasowy koszt zużycia energii [zł/rok],
- »  $E_2 = Q_2 \cdot e$  – koszt energii po usprawnieniu izolacji [zł/rok],
- »  $-\Delta E_0 = E_1 - E_2$  – oszczędność kosztów energii w roku bazowym [zł/rok].

Zaktualizowana wartość oszczędności kosztów energii w czasie  $t$  wynosi:

$$PVE = -\Delta E_{0t} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1+s}{1+r} \right)^t$$

gdzie:

- $s$  – stopa wzrostu cen energii,
- $r$  – stopa dyskonta,
- $t$  – czas eksploatacji.

Zwiększona grubość izolacji przyczynia się więc do wzrostu kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego, ale równocześnie do zmniejszenia

wartości ciepła traconego do otoczenia. Zmiana tych dwóch parametrów przy zwiększeniu grubości daje podstawę do ustalenia ekonomicznej grubości izolacji, np. takiej, przy której NPV (Net Present Value), czyli wartość bieżąca netto, osiąga wartość maksymalną.

Określenie optymalnej grubości izolacji z zastosowaniem NPV polega na maksymalizacji zysku, którego miarą jest NPV osiągnięta w ciągu całego założonego okresu eksploatacji urządzenia lub instalacji zaopatrzonej w izolację cieplną. Funkcja celu, pozwalająca opisać przedsięwzięcie usprawniające skuteczność izolacji w zależności od parametrów i oszczędności, przedstawia się zatem następująco:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \emptyset (-\Delta E_{0t} - \Delta R_t) \alpha_t - J_0$$

gdzie:

- $\emptyset$  – współczynnik charakteryzujący obciążenie finansowe,
- $\Delta E_{0t}$  – oszczędność energii w roku  $t$ ,
- $\Delta R_t$  – oszczędność na kosztach napraw i konserwacji,
- $\alpha_t$  – współczynnik dyskonta dla roku  $t$ ,
- $J_0$  – nakład inwestycyjny ponoszony w roku bazowym.

Z zależności: jeśli  $NPV \rightarrow \max$ , to  $g \rightarrow g_{opt}$  otrzymujemy w odniesieniu do obiektów cylindrycznych:

$$g = 0,5d_w \frac{2\pi\lambda_m(T_w - T_z) - q}{q}$$

Tak właśnie grubość izolacji powiązana jest zależnościami technicznymi z NPV. Tak zwymiarowana i wykonana może być przedmiotem każdej oferty gwarantującej szybki zwrot nakładów poniesionych na modernizację.

Proponowane rozwiązania zostały przedstawione na RYS. 1–2. Pokazano, jak ze wzrostem grubości izolacji rosną koszty realizacji inwestycji w roku bazowym, a maleją koszty traconego ciepła, które bezpowrotnie przeniknęłyby do atmosfery. Punkt, w którym suma tych dwóch kosztów osiąga minimum, oznacza ekonomiczną grubość izolacji (RYS. 1). W perspektywie czasu wyższym poniesionym na początku nakładom na pogrubioną i polepszoną izolację towarzyszą zmniejszone koszty zużywanego ciepła, ponieważ nie jest ono tracone do otoczenia. W efekcie po kilku latach zwraca się koszt poniesionych nakładów (RYS. 2).

#### ABSTRAKT

W artykule opisano korzyści wynikające ze zwiększania grubości izolacji termicznych w energetyce i przemyśle. Wyjaśniono znaczenie parametru gęstości strumienia ciepła przepływającego przez przegrodę izolacyjną oraz parametrów wpływających na wielkość strat ciepła. Zaproponowano także sposób obliczania ekonomicznej grubości izolacji.

English text English text English text English text English text  
English text English text English text English text English text  
English text English text English text English text English text  
English text English text English text English text English text  
English text English text English text English text English text

RYSZARD BORKOWSKI ukończył Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Zawodowo związany jest z branżą izolacyjną. Zajmował się projektowaniem i wykonawstwem termicznych izolacji przemysłowych wielu obiektów, od Huty Katowice, przez Petrochemię Płock (później ORLEN), Rafinerię Gdańską (LOTOS), Zespół Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin, Celulozę

Świecie, po liczne elektrownie w Niemczech. Był prezesem firmy izolacyjnej Izokor Płock. Obecnie jest sekretarzem Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Izolacji Przemysłowych. Jest autorem wielu publikacji na temat roli i znaczenia izolacji w budownictwie, energetyce i przemyśle, znaczenia i zakresu stosowania izolacji ekonomicznych, roli izolacji w procesie ochrony środowiska itp.