

---

***PRACE***

---

**Instytutu Szkła, Ceramiki  
Materiałów Ogniotrwałych  
i Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Glass, Ceramics  
Refractory and Construction Materials

---

**Nr 3**

ISSN 1899-3230

**Rok II**

**Warszawa–Opole 2009**

---

*JERZY WITEK\**  
*ROMAN KLECAN\*\**  
*ANDRZEJ KLETA\*\*\**  
*ANDRZEJ ŚLIWA\*\*\*\**

# Opracowanie nowych technologii wykonywania izolacji cieplnych w energetyce

Opracowano nowe ognioodporne materiały termoizolacyjne wielokrotnego użycia, służące do izolacji cieplnej turbin i rurociągów pary przegrzanej w energetyce zawodowej. Wyroby te pozwalają zmienić technologię izolowania turbin i rurociągów pary przegrzanej, a w efekcie obniżyć koszty remontów, zdecydowanie poprawić warunki pracy ekip remontowych oraz wyeliminować problem powstawania, stwarzających duże zagrożenie ekologiczne, odpadów włóknistych.

## 1. Technologie aktualnie stosowane – nieodnawialne i ekologicznie uciążliwe

Zadaniem izolacji cieplnej jest zmniejszenie strat ciepła oraz poprawa sprawności energetycznej urządzeń. W przypadku turbiny izolacja cieplna ma również inne, istotne znaczenie. Brak izolacji lub jej wady mogą być źródłem zakłóceń w prawidłowej pracy turbiny, wynikających z niejednakowej temperatury w różnych jej częściach, jak również związanych z ogrzewaniem się łożysk od fragmentów korpusu turbiny, których izolacja jest np. uszkodzona. Z tego względu izolacja cieplna korpusu turbiny powinna być zawsze trwała i skuteczna, zwłaszcza w jej częściach czołowych, sąsiadujących z obsadami łożysk.

Stosowana tradycyjnie technologia izolowania korpusów turbin i rurociągów pary przegrzanej jest technologią nieodnawialną – używane do jej realizacji ma-

\*Mgr inż., Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych w Warszawie, Oddział Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach.

\*\*Dr inż., Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych w Warszawie, Oddział Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach.

\*\*\*Mgr inż., Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych w Warszawie, Oddział Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach.

\*\*\*\*Mgr inż., Kadet – Izolacje Ogniotrwałe w Gliwicach.

teriał są jednorazowego użytku. Po ich demontażu, całkowitym czy częściowym, nie nadają się już do powtórnej zabudowy. Tradycyjnie wykonana izolacja składa się z dwu podstawowych warstw: izolacji właściwej, wykonanej z materiału o małej przewodności cieplnej, przylegającej bezpośrednio do chronionej powierzchni oraz płaszcza ochronnego, który jest powłoką nałożoną na zewnętrzną powierzchnię izolacji właściwej, w celu jej ochrony przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych (woda, olej, itp.). Do wykonania izolacji właściwej korpusów turbin i rurociągów pary przegrzanej metodą tradycyjną stosuje się zazwyczaj wełnę mineralną w postaci „luzem” (korpusy turbin) lub w postaci elastycznych mat (rurociągi). W przypadku korpusów turbin wełna mineralna „upychana” jest pod specjalną konstrukcją wsporczą wykonaną z siatki stalowej rozciągniętej nad korpusem turbiny, na przyspawanych do korpusu kotwach. Na rurociągach izolacja wykonywana jest metodą ich „owijania” elastycznymi matami włóknistymi. Powłokę zewnętrzną (płaszcz ochronny) na korpusach turbin wykonuje się z zaprawy cementowo-klejowej, na rurociągach jest nią ocynkowana blacha. Inny, stosowany czasem, sposób wykonywania płaszcza ochronnego polega na nakładaniu na izolację właściwą elastycznej powłoki polimerowej, utwardzanej nadmuchem gorącego powietrza.

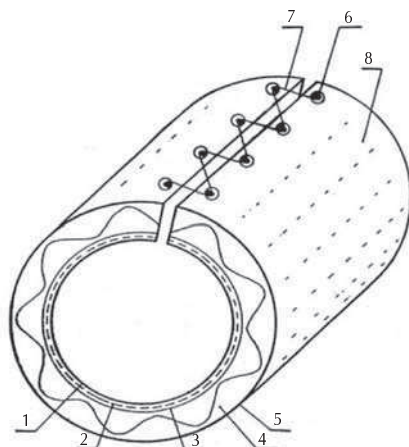
W przypadku izolowania korpusów turbin znana i wykorzystywana jest również technologia natryskowa. Jest to także technologia nieodnawialna. Demontaż izolacji powoduje jej nieodwracalne zniszczenie. Polega ona na bezpośrednim natryskiwaniu materiału izolacyjnego na korpus turbiny. Materiał izolacyjny stanowi mieszaninę wełny mineralnej z roztworami specjalnych spoiw nieorganicznych. Podobnie jak w metodzie opisanej uprzednio, warstwa izolacyjna kotwiona jest do korpusu turbiny za pomocą specjalnej konstrukcji wsporczej. W tym przypadku, przed nałożeniem płaszcza ochronnego (podobnego jak w metodzie opisanej powyżej), musi być przeprowadzony proces suszenia izolacji.

Jak już wspomniano, w odniesieniu do wszystkich technologii nieodnawialnych każdorazowy demontaż wyłożenia izolacyjnego, spowodowany prowadzonymi pracami remontowymi, usuwaniem przyczyn awarii czy dokonywaniem okresowych przeglądów, wiąże się z koniecznością wymiany zdemontowanego fragmentu izolacji na nowy. Pracom demontażowym towarzyszy w tym przypadku duże skażenie powietrza szkodliwym dla zdrowia pyłem włóknistym. Pył ten, z uwagi na swój włóknisty charakter, uważany jest za bardzo niebezpieczny dla zdrowia. Wymaga to stosowania w trakcie prac rozbiórkowych specjalnych zabezpieczeń, chroniących otoczenie i ludzi w nim pracujących przed rozprzestrzenianiem i wdychaniem tego szkodliwego pyłu. Wydłuża to czas i zwiększa koszty prowadzonych remontów. Innym zagrożeniem ekologicznym związanym z aktualnie stosowanymi technologiami wykonywania wyłożeń izolacyjnych jest powstawanie dużej ilości odpadów włóknistych, zaliczanych do grupy szczególnie uciążliwych i niebezpiecznych. Dużym problemem jest deponowa-

nie takich odpadów na składowiskach, co związane jest z ich niską gęstością pozorną (ok.  $100 \text{ kg/m}^3$ ), dużą objętością, którą w związku z tym zajmują, oraz „luźną strukturą” powodującą, iż są one bardzo podatne na „rozwiewanie”. Przeróbka tych odpadów do postaci umożliwiającej ich bezpieczne składowanie jest procesem bardzo kosztownym. Kolejną wadą wykorzystywanych obecnie rozwiązań jest konieczność stosowania konstrukcji nośnej, która wymaga spawania do korpusu turbiny kotew montażowych. Może to być źródłem defektów korpusu turbiny, co biorąc pod uwagę warunki, w jakich ten korpus pracuje, może stanowić przyczynę poważnych awarii.

## 2. Technologia nowa – odnawialna i ekologicznie bezpieczna

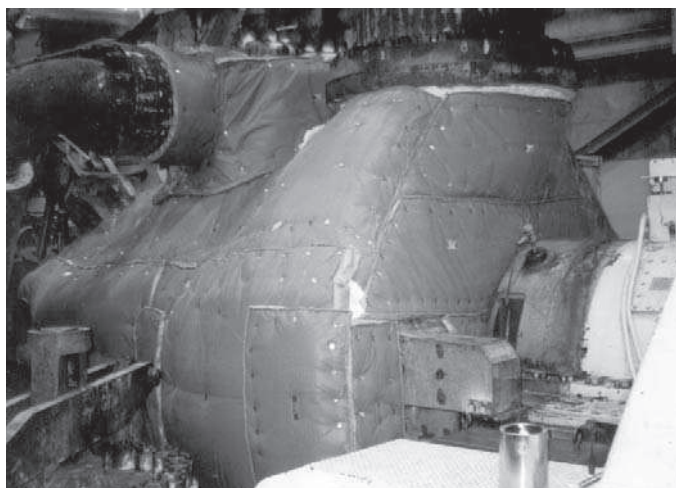
Ideą odnawialnej technologii izolowania korpusów turbin i rurociągów pary przegrzanej jest możliwość wielokrotnego używania tych samych materiałów izolacyjnych. Możliwość taką daje zastosowanie tzw. materacyków termoizolacyjnych, w których podstawowym materiałem izolacyjnym pozostają, podobnie jak w technologiach tradycyjnych, maty z różnego rodzaju włókien nieorganicznych: ceramicznych, mineralnych i szklanych, wzmocniane siatką stalową i folią aluminiową. Maty te są jednak w tym przypadku obszyte tkaninami i nićmi termo-odpornymi z włókien ceramicznych lub szklanych. Podobnie jak same maty, materacyki charakteryzują się niską gęstością pozorną (ok.  $150 \text{ kg/m}^3$ ) i niskim współczynnikiem przewodności cieplnej (w temperaturze  $300^\circ\text{C}$  –  $0,10 \text{ W/mK}$ ). Schemat materacyka i sposób jego montażu przedstawiono na rycinie 1. Na ry-



- |  |   |
|--|---|
| 1, 5 - tkanina z włókien termoodpornych, | 4 - wypełnienie materiałem termoizolacyjnym (mata włóknista), |
| 2 - siatka z drutu stalowego,            | 6, 7 - elementy montażowe,                                    |
| 3 - folia aluminiowa,                    | 8 - nici z włókien termoodpornych.                            |
- Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1. Schemat materacyka termoizolacyjnego

cinie 2 zobrazowano natomiast przykład turbiny zaizolowanej nową technologią, a w tabeli 1 charakterystykę porównawczą dotychczas stosowanych oraz nowo opracowaną technologię izolacji cieplnej korpusów turbin i rurociągów pary przegrzanej.



Źródło: [www.sumltd.com].

Ryc. 2. Turbina po zaizolowaniu „materacykami” termoizolacyjnymi

Opracowana, odnawialna i ekologiczna technologia izolowania turbin i rurociągów pary przegrzanej oparta jest, jak już wspomniano, na zastosowaniu elastycznych materacy. Są to wyroby wielokrotnego użycia. Mogą być kilka razy montowane i demontowane bez utraty własności użytkowych, zwiększając, minimum dwukrotnie, trwałość wyłożenia izolacyjnego, przyczyniając się do obniżenia kosztów oraz przyspieszenia prac remontowych. Ich montaż jest zdecydowanie szybszy, nie wymaga konstrukcji wsporczej i spawania kotew do korpusu turbiny. Wykładzina izolacyjna nie potrzebuje również suszenia, wykonywania powłoki ochronnej czy zabezpieczania blachą osłonową. Wdrożenie opracowanych wyrobów do izolowania korpusów turbin i rurociągów pary przegrzanej radykalnie poprawia warunki, w jakich prowadzone są prace izolacyjne. Obszycie mat tkaninami powoduje radykalne zredukowanie występujących aktualnie zagrożeń ekologicznych związanych z dużym zapyleniem miejsca prac remontowych oraz składowaniem, powstających w ich trakcie niebezpiecznych odpadów włóknistych. Bezpieczne składowanie tych odpadów nie wymaga już w związku z tym wcześniejszego, kosztownego ich unieszkodliwiania. Większa trwałość materacyków skutkuje też tym, że odpadów tych jest zdecydowanie mniej.

Należy przypuszczać, że polska energetyka niebawem rozpocznie systematyczne wdrażanie nowej technologii. W chwili obecnej zakres jej stosowania jest bardzo niewielki i w całości oparty na materiałach importowanych. W krajach

wysoko rozwiniętych stosowanie tej technologii jest już powszechne. Z przeprowadzonych szacunkowych kalkulacji wynika, że wyroby produkowane w kraju będą tańsze od importowanych, co przy porównywalnych parametrach technicznych stanowić będzie zachętę dla krajowego przemysłu energetycznego do zmiany technologii izolowania turbin i rurociągów pary przegrzanej.

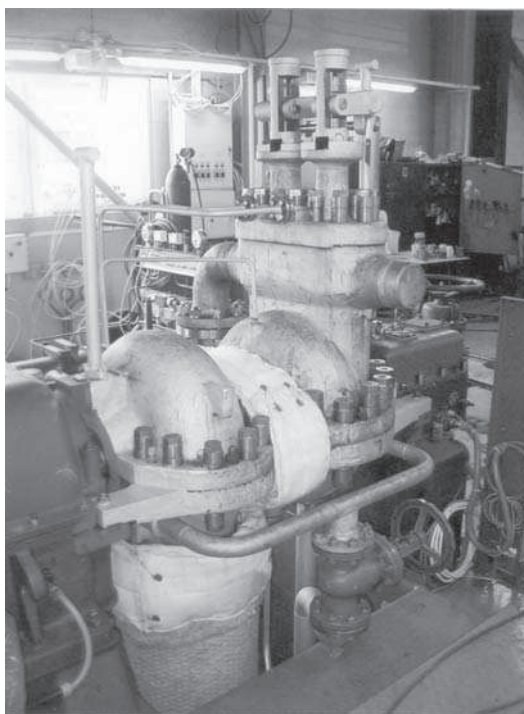
T a b e l a 1

*Charakterystyka porównawcza technologii wykonywania izolacji cieplnej turbin i rurociągów pary przegrzanej*

Technologie stosowane dotychczas		Technologia nowo opracowana
Metoda tradycyjna	Metoda natryskowa	Technologia odnawialna
Technologia nieodnawialna	Technologia nieodnawialna	
Włna mineralna luzem i maty z wełny mineralnej na siatce z drutu stalowego lub pokryte folią aluminiową. Zaprawa cementowo-klejowa lub elastyczna powłoka polimerowa. Osłona z blachy ocynkowanej.	Mieszanina wełny mineralnej luzem ze spoiwami nieorganicznymi. Zaprawa cementowo-klejowa lub elastyczna powłoka polimerowa.	Materace, które stanowią maty z włókien nieorganicznych „obszyte” tkaninami i nićmi termoodpornymi. W ostatniej warstwie izolacji strona zewnętrzna materaca „obszyta” tkaniną wodo- i olejoodporną. Materac wyposażony w elementy umożliwiające ich łączenie i montaż.
Wymagana konstrukcja nośna z siatki stalowej rozciągniętej nad korpusem turbiny, na szpilkach spawanych do korpusu.	Wymagana konstrukcja nośna, podobna jak w metodzie tradycyjnej.	Niewymagana konstrukcja nośna.
Pracochłonny montaż i demontaż.	Szybki montaż, ale konieczne długie suszenie wykładziny izolacyjnej.	Szybki montaż i demontaż. Niepotrzebne suszenie izolacji.
Remont turbiny i związana z tym konieczność częściowego lub całkowitego demontażu izolacji powoduje jej nieodwracalne zniszczenie.	Podobnie jak przy metodzie tradycyjnej, demontaż izolacji powoduje jej nieodwracalne zniszczenie.	Demontaż izolacji nie powoduje jej zniszczenia. Materiały, które ją stanowią mogą być wielokrotnie montowane i demontowane bez utraty własności użytkowych.
Trudne warunki BHP w trakcie montażu i demontażu izolacji. Duże zapylenie stanowisk pracy i powstawanie niebezpiecznych odpadów włóknistych.	Bardzo trudne warunki BHP w trakcie demontażu izolacji. Duże zapylenie stanowisk pracy i powstawanie niebezpiecznych odpadów włóknistych.	Zdecydowanie korzystniejsze warunki BHP w trakcie montażu i demontażu izolacji. Niższe zapylenie i zdecydowanie mniejsza ilość powstających odpadów włóknistych.
Problemy związane z utylizacją niebezpiecznych odpadów włóknistych, powstających w trakcie demontażu izolacji, i z ich deponowaniem na składowiskach odpadów.	Problemy jak w metodzie tradycyjnej związane z utylizacją i deponowaniem niebezpiecznych odpadów włóknistych.	Zdecydowanie mniejsze zagrożenia ekologiczne związane z deponowaniem powstających odpadów włóknistych.

### 3. Dotychczasowe doświadczenia stosowania nowej technologii

We współpracy z Zakładami Remontowymi Energetyki Katowice S.A. zaizolowano korpus turbiny przeciwprężnej 1,5 MW w firmie Energomedia przy Rafinerii Nafty w Trzebini. Turbinę tą przedstawiono na rycinie 3.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3. Turbina przeciwprężna w trakcie izolowania

Przed zaprojektowaniem wykładziny izolacyjnej przeprowadzono obliczenia cieplne, których celem było wyznaczenie optymalnej grubości izolacji. Wykonano je opierając się na oznaczonej wartości współczynnika przewodzenia ciepła ( $\lambda$ ) materacy izolacyjnych: 0,09 W/mK – 150°C, 0,10 W/mK – 300°C. Przyjęto, że grubość izolacji powinna zapewnić temperaturę na zewnętrznej powierzchni izolacji na poziomie nieprzekraczającym 50°C. Do obliczeń wykorzystano program komputerowy, a ich wyniki przedstawiono w tabelach 2, 3 i 4. Wykazały one, że przy temperaturze roboczej 550°C grubość warstwy izolacyjnej powinna wynosić 200 mm, przy temperaturze roboczej 450°C – 150 mm, natomiast przy temperaturze roboczej 275°C – 100 mm. Przy takich grubościach izolacji temperatura na jej powierzchni zewnętrznej nie powinna przekraczać 50°C.

T a b e l a 2

Wyniki obliczeń cieplnych dla temperatury roboczej 275°C

Materiał wykładziny izolacyjnej	Grubość izolacji [mm]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/m · K]	Opór cieplny izolacji [m <sup>2</sup> · K/W]	Straty ciepła do otoczenia [W/m <sup>2</sup> ]	Temperatura powierzchni zewnętrznej izolacji [°C]
Materac termoizolacyjny	100	0,09	1,1111	209,61	42

T a b e l a 3

Wyniki obliczeń cieplnych dla temperatury roboczej 450°C

Materiał wykładziny izolacyjnej	Grubość izolacji [mm]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/m · K]	Opór cieplny izolacji [m <sup>2</sup> · K/W]	Straty ciepła do otoczenia [W/m <sup>2</sup> ]	Temperatura powierzchni zewnętrznej izolacji [°C]
Materac termoizolacyjny	150	0,10	1,5000	268,37	47

T a b e l a 4

Wyniki obliczeń cieplnych dla temperatury roboczej 550°C

Materiał wykładziny izolacyjnej	Grubość izolacji [mm]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/m · K]	Opór cieplny izolacji [m <sup>2</sup> · K/W]	Straty ciepła do otoczenia [W/m <sup>2</sup> ]	Temperatura powierzchni zewnętrznej izolacji [°C]
Materac termoizolacyjny	200	0,10	2,000	276,42	47

Decyzje o rodzajach zastosowanych tkanin, mat i nici podjęto biorąc pod uwagę obciążenie termiczne miejsc zabudowy materacyków na korpusie turbiny. W warstwach wewnętrznych izolacji (wysoka temperatura) zastosowano maty z włókien ceramicznych, które obszyto wysoko odporną termicznie (1000°C) tkaniną, również z włókien ceramicznych. W warstwie zewnętrznej, gdzie temperatura jest już niższa, zastosowano maty z włókien mineralnych obszyte tkaniną z włókien szklanych (500°C). Na obszycie strony zewnętrznej ostatniej warstwy izolacji użyto tkaninę impregnowaną, gwarantującą ochronę całej wykładziny przed oddziaływaniem wody i oleju.

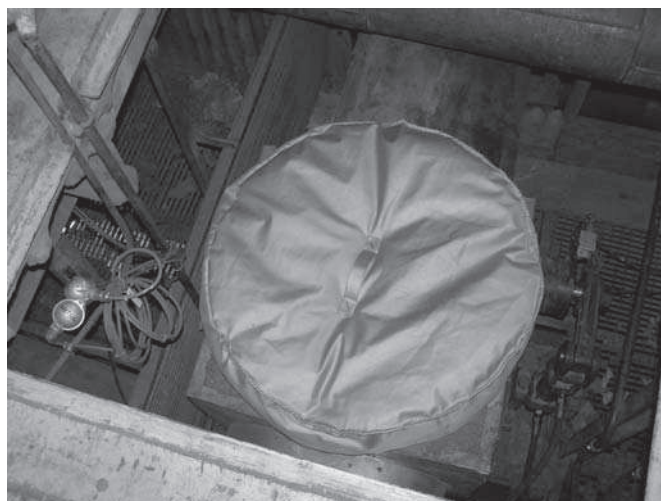
W sumie wykonano ok. 40 materacy izolacyjnych o różnych kształtach, zaprojektowanych do kształtu i wymiarów korpusu turbiny. Grubość warstwy izolacyjnej 200, 150 lub 100 mm uzyskano stosując dwie, trzy lub cztery warstwy



materacy wykonanych z mat o grubości 50 mm. Materace na korpusie turbiny połączone zostały ze sobą za pomocą drutu ocynkowanego i specjalnych, stalowych haczyków zamontowanych na ich krawędziach. Pomiary temperaturowe turbiny przeprowadzone po jej uruchomieniu i wykonywane regularnie w całym okresie jej eksploatacji wykazały, że temperatura powierzchni zewnętrznej izolacji nie przekracza  $45^{\circ}\text{C}$ , jest więc zgodna z wynikami obliczeń cieplnych. Turbina ta pracuje już ok. 5 lat i pomimo przeprowadzonego w tym czasie kilkukrotnego demontażu i powtórnego montażu wykładziny izolacyjnej, jej stan techniczny uznaje się wciąż jako bardzo dobry.

Oprócz opisanej uprzednio izolacji korpusu turbiny, opracowaną technologię testowano również w trakcie wykonywania izolacji innych elementów eksploatowanych w przemyśle energetycznym. Najważniejsze z nich przedstawiono na rycinach 4, 5, 6, 7 i 8:

- Elektrownia „Rybnik” – izolacja klapy zwrotnej (ryc. 4),
- Elektrociepłownia „Kraków” – izolacja przewodów pyłowych (ryc. 5),
- Elektrownia „Rybnik” – izolacja czwórnika (ryc. 6),
- Elektrownia „Rybnik” – izolacja kolan pyłowych (ryc. 7),
- Rafineria „Trzebinia” – izolacja rurociągu łączeniowego kotła OR-50 z kolektorem (ryc. 8),
- Elektrociepłownia „Kraków” – kurtyny ciepłochronne na włazach rewizyjnych kotła,
- Elektrownia „Opole” – izolacja dźwiękochłonna komory zaworowej.



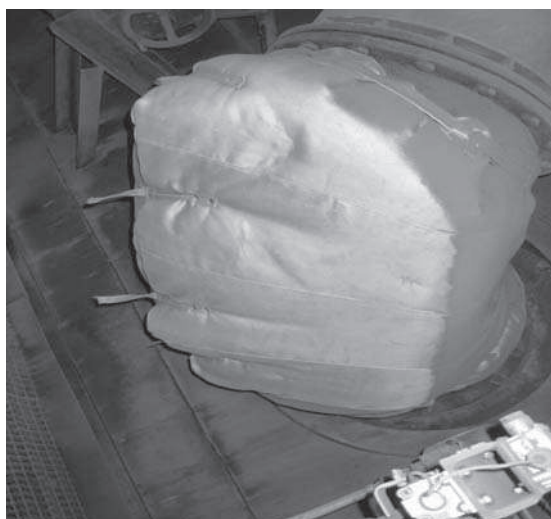
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4. Izolacja klapy zwrotnej na rurociągu parowym



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 5. Izolacja przewodów pyłowych



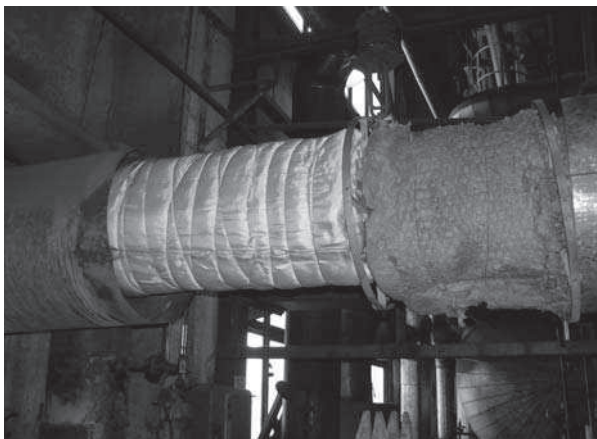
Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 6. Izolacja czwórnika



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 7. Izolacja kolan pyłowych



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 8. Porównanie starej i nowej wykładziny izolacyjnej na rurociągu łączeniowym kotła OR-50 z kolektorem

W każdym z przedstawionych powyżej przypadku, dotychczasowa kilkumiesięczna eksploatacja potwierdziła wszystkie, zarówno techniczne, jak i ekologiczne, zalety stosowania materacykowej technologii wykonywania izolacji cieplnych. Planowane są kolejne próby eksploatacyjne, tym razem na turbinach większej mocy, gdzie do badań porównawczych skuteczności izolacyjnej wykładziny wykonanej według nowej i starej technologii, wykorzystana zostanie kamera termowizyjna.

#### 4. Nowe tworzywo izolacyjne NOVOSIL

W przypadku rurociągów, szczególnie tych o mniejszych średnicach, materacyki termoizolacyjne mogą być zastąpione specjalnymi kształtkami, tzw. otulinami. Otuliny takie wytwarzane są przez niektórych producentów wełny mineralnej. Wełna mineralna wiązana jest w nich szkodliwymi dla zdrowia spoiwami organicznymi, takimi jak żywica fenolowo-formaldehydowa. W wyższych temperaturach spoiwa te ulegają spaleni, osłabiając strukturę, pogarszając ich własności i zanieczyszczając środowisko toksycznymi substancjami.

W opracowanych w ISCMOIB, Oddziale Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach, wspólnie z firmą Kadet, otulinach NOVOSIL, włókna wiązane są, w przeciwieństwie do dotychczas stosowanych spoiw organicznych, spoiwami nieorganicznymi. W efekcie uzyskano tworzywo charakteryzujące się stabilnością cech strukturalnych w szerokim zakresie temperatur: od 20 do 900°C. Wykonane z niego otuliny mają postać półpłaszczyzny o wymiarach odpowiadających średnicy izolowanego rurociągu i są montowane parami na jego obwodzie. Powierzchnie zewnętrzne otulin NOVOSIL impregnowane są substancjami olejo- i wodoodpornymi. Mogą być wykonywane z włókien bazaltowych, szklanych i ceramicznych. O wyborze rodzaju włókna decyduje obciążenie termiczne miejsca, w którym kształtki są zabudowywane. W porównaniu z materacykami cechuje je wyższa gęstość pozorna (do 350 kg/m<sup>3</sup>) i nieco niższy współczynnik przewodności cieplnej (w temperaturze 300°C – 0,09 W/mK). Materacyki są wyrobem elastycznym, natomiast otuliny NOVOSIL to produkt twardy (sztywny) o wytrzymałość na ściskanie wynoszącej ok. 1,5 MPa. Podobnie jak materacyki, są wyrobami wielokrotnego użytku, łatwymi w montażu i demontażu. Ich przykład przedstawiono na rycinie 9. Mocowanie otulin na rurociągach może być wykonane w różnych wariantach. Zobrazowano je na rycinie 10. Temperatura stosowania tworzywa NOVOSIL wynosi, jak już wspomniano, 900°C. Jego skład chemiczny jest natomiast następujący:

SiO<sub>2</sub> – 45,5% wag.,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 15,3% wag.,

CaO – 15,8% wag.,

MgO – 10,1% wag.,

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,7% wag.,

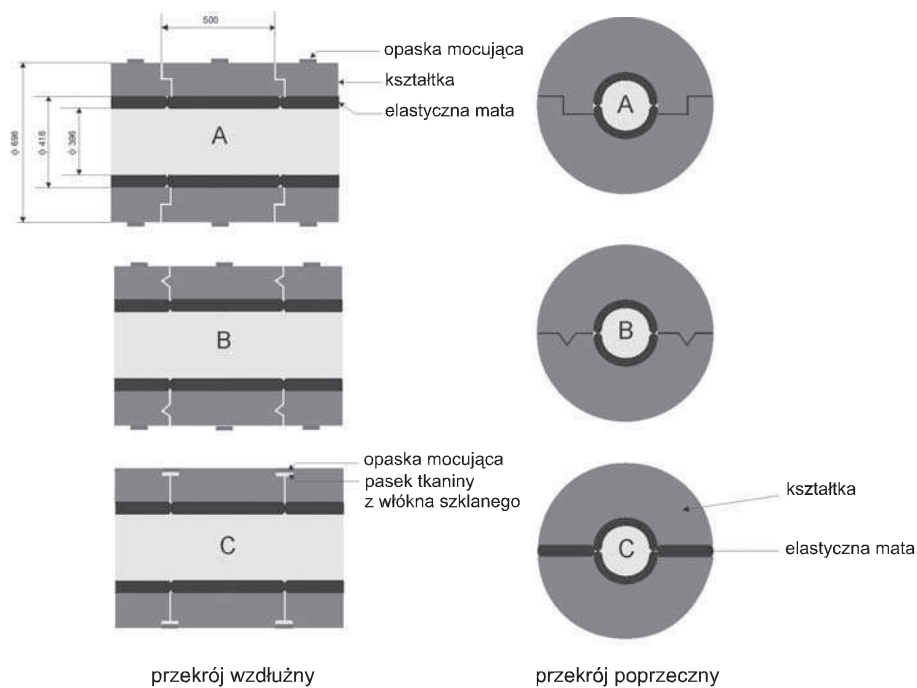
Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O – 5,2% wag.

Tworzywo NOVOSIL posiada aprobatę techniczną AT-15-6867/2005 wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej oraz atest techniczny PZH HK/B/1395/01/2005 wydany przez Polski Zakład Higieny.



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 9. Model izolacji rurociągu otulinami NOVOSIL



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 10. Warianty mocowania otulin NOVOSIL na rurociągach

## Literatura

- [1] Patent P312084: 1995 „Sposób wytwarzania zewnętrznej powłoki izolacji termicznej i akustycznej”, BUP 1997, nr 14 (614).
- [2] Patent GB 9200127: 1995 „Thermal insulation materials”, BUP 1993, nr 4 (500).
- [3] Patent PL 169648: 1996 „Izolacja maszyn ciepłych”, BUP 1994, nr 1 (523).
- [4] Norma BS 3958/3: 1985 „British Standard specification for thermal insulating materials. Part 3. Metal mesh faced man-made mineral fibre mattresses”.
- [5] Zgłoszenie patentowe nr P357197: 2002 „Sposób izolowania turbin i ciągów ciepłowniczych oraz ekran do tego celu”.
- [6] Witek J., Śliwa A., Barański J., Kleta A., „Sprawozdanie IMO nr 3481/ROW-407-2004/040490/BT/2005”.
- [7] Norma PN-77/M-34030 (nowela 2001) „Izolacja cieplna urządzeń energetycznych – wymagania i badania”.

*JERZY WITEK  
ROMAN KLECAN  
ANDRZEJ KLETA  
ANDRZEJ ŚLIWA*

### NEW, ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES OF THERMAL INSULATION FOR POWER INDUSTRY

New, fireproof insulation materials of the repeated use for thermal insulation of power station turbines and superheated steam pipelines were developed. This products allow to change the technology of turbines and superheated steam pipelines insulations and consequently to lower costs of repairs, improvement of repair teams working conditions and elimination the problem of generation of dangerous fibrous waste materials.