

# Renowacja kolektora wody chłodzącej w elektrowni Konin

Dr inż. Tomasz Abel, Przedsiębiorstwo Robót Specjalistycznych KAN-REM Sp. z o.o.

## 1. Infrastruktura podziemna na terenach przemysłowych

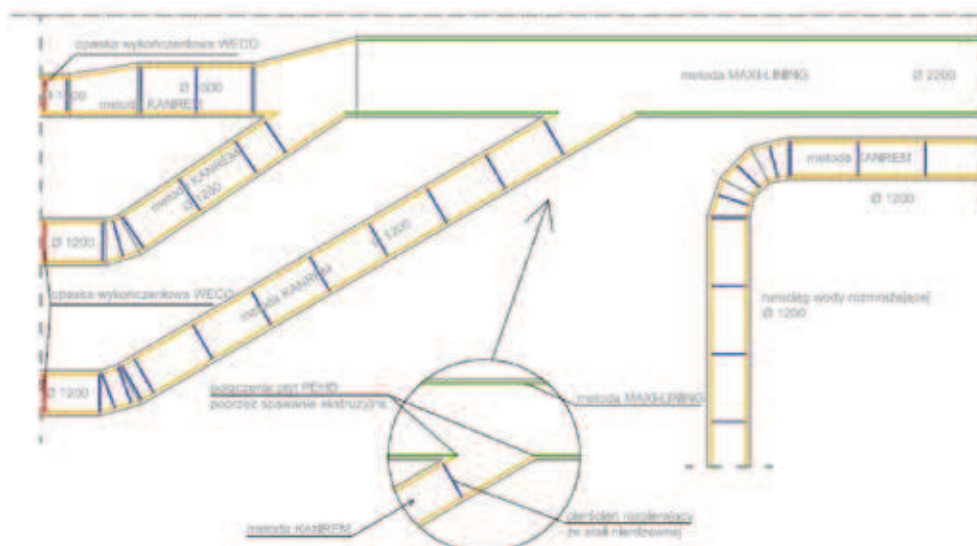
### 1.1. Stan techniczny sieci podziemnych

Utrzymanie rurociągów technologicznych w dobrym stanie technicznym jest bardzo istotne, z uwagi na funkcję, jaką pełnią na terenach uprzemysłowionych. Każda awaria sieci podziemnej może być powodem zaburzeń w pracy całego systemu technologicznego. Zjawisko to jest bardzo niebezpieczne z uwagi na strategiczne znaczenie większości zakładów przemysłowych, w szczególności elektrowni i elektrociepłowni. Awaria podziemnego obiektu trudnodostępnego, transportującego medium niezbędne do przeprowadzania procesów technologicznych, może być przyczyną bardzo poważnych negatywnych zjawisk, takich jak: przerwy w dostawie prądu, możliwość powstania awarii urządzeń, do których pracy niezbędne jest np. chłodzenie wodami technologicznymi, jak również wielu innych uszkodzeń. Prowadzone badania systemu podziemnej infrastruktury przemysłowej potwierdzają, że większość eksploatowanych rurociągów znajduje się w złym stanie technicznym [3].

### 1.2. Technologie bezwykopowe

Technologie bezwykopowe dobiera się biorąc pod uwagę zakres odnowy przewodów, wynikający z poziomu zużycia ich konstrukcji, który może być odwracalny lub nieodwracalny. W praktyce, odwracalne stany zużycia

konstrukcji przewodów dotyczą uszkodzeń polegających na utracie ich szczelności lub korozji powierzchniowej na poziomie niewpływającym na nośność. Wtedy też zazwyczaj stosowane są technologie polegające na nakładaniu warstw z materiałów oferowanych przez dostępne na rynku systemy chemii budowlanej [4] lub wprowadzaniu do wnętrza przewodu ściśle pasowanych wykładzin o pomijalnej, z punktu widzenia konstrukcji, sztywności obwodowej (folie) [4]. W obu przypadkach konstrukcja naprawianego przewodu musi spełniać wymagania dotyczące nośności, gdyż wymienione technologie nie poprawiają konstrukcyjnych parametrów przewodu, a jedynie go uszczelniają i zwiększają trwałość budowli. Dobór materiału (zaprawy lub folii) wynika z analizy zagrożeń chemicznych i biologicznych powodowanych przez transportowane przewodami media. Oferta na rynku budowlanym jest w tym zakresie na tyle bogata, że pozwala sprostać większości potrzeb [2]. W przypadku nieodwracalnych poziomów destrukcji przewodów, konieczne jest stosowanie technologii przywracających ich nośność (rekonstrukcja) lub bezwykopowej wymiany przewodów [1]. Jeśli nośność lub odporność na działanie niemechanicznych obciążeń przewodów wzrośnie w wyniku zastosowanych technologii, wówczas można mówić o renowacji konstrukcji. Wykładziny stosowane w bezodkrywkowych metodach odnowy rurociągów można podzielić na ściśle pasowane i swobodne [1].



**Rys.1.**  
Schemat kolektorów  
wody chłodzącej [8]



**Rys. 2.** Kolektor wody chłodzącej przed renowacją [8]

## 2. Projekt remontu kolektorów wody chłodzącej na terenie zespołu elektrowni PAK w Koninie

### 2.1. Cel realizacji projektu

Zadanie polegało na wykonaniu powłok organicznych na wewnętrznej powierzchni kolektora wody chłodzącej wraz z rurociągami przyłączeniowymi do skraplaczy i urządzeniami pomocniczymi kotłowni i maszynowni oraz wykonaniu renowacji, z zastosowaniem technologii zapewniającej szczelność i uzyskanie odpowiednich parametrów wytrzymałościowych.

### 2.2. Ogólna charakterystyka obiektu

Przedmiotowy odcinek rurociągu to obiekt z rur stalowych gładkich ze szwem wzdłużnym, wykonanych ze stali St3S i grubości ścianki 20 mm wraz z zabezpieczeniem antykorozyjnym zewnętrznym i wewnętrznym. Zabezpieczenie zrealizowane jest jako powłoka bitumiczna. Początkowy fragment rurociągu ułożony jest w gruncie na podsypce piaskowej. Średnia głębokość posadowienia rurociągu wynosi około 4 m poniżej poziomu terenu. Rurociąg wchodzi w skład systemu chłodzenia w elektrowni i – wraz z drugim równoległym rurociągiem – stanowi system kolektorów chłodzących turbozespoły. Kolektory wody chłodzącej, na odcinku od komory zasuw do budynku głównego, prowadzone są w gruncie, a następnie pod drogą, wzdłuż budynku głównego, biegną razem z żelbetowym kanałem zrzutowym we wspólnym kanale żelbetowym o przekroju prostokątnym. Całkowita długość kolektora poddanego renowacji wyniosła 345 mb. Ciśnienie wody chłodzącej w obu kolektorach wynosi około 0,5 bara, a ciśnienie znamionowe na tłoczeniu pomp wody chłodzącej to około 2 bary. Z kolektorów woda chłodząca doprowadzana jest do chłodzenia skraplaczy turbozespołów oraz chłodzenia urządzeń pomocniczych kotłowni i maszynowni.

### 2.3. Stan techniczny obiektu

Na podstawie oceny stanu technicznego rurociągu przeznaczonego do naprawy, stwierdzono miejscami



**Rys. 3.** Szalunek wewnętrzny w systemie MAXI-LINING [8]

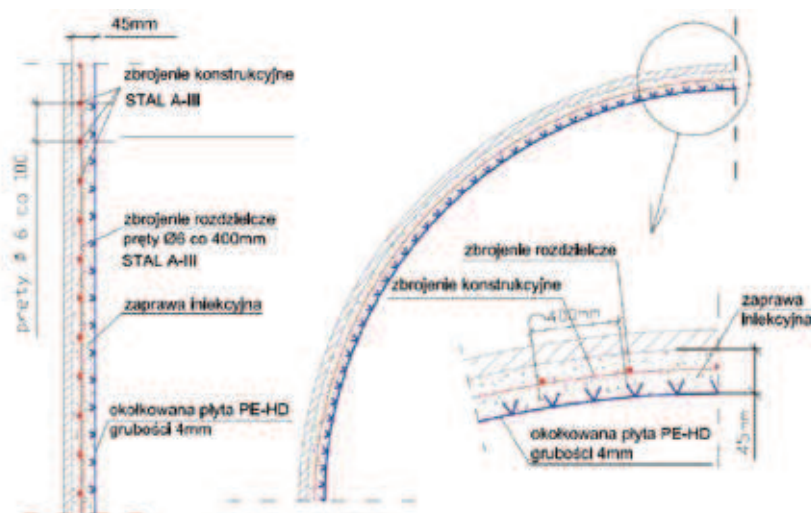
znaczne ubytki korozyjne w ściance rury. Pomiary wykonane grubościomierzem wykazały, iż grubość ścianki w niektórych miejscach zmalała z 20 mm do 10 mm. Rurociąg wymagał więc bezzwłocznego wzmocnienia odcinka o średnicy DN 2200 przebiegającego pod drogami na terenie elektrowni.

### 2.4. Dobór technologii

Na trasie rurociągu wyodrębnić można dwie strefy obciążeniowe: strefa I – rurociąg o średnicy DN 2200 zlokalizowany poza budynkiem maszynowni, ułożony w gruncie, narażony na wpływy zmiennych obciążeń zmęczeniowych pochodzących od ciężkiego transportu drogowego, strefa II – rurociąg w średnicy DN 2020 – 1420 ułożony w kanale żelbetowym, brak obciążeń zewnętrznych, rurociąg obciążony tylko hydraulicznie. W związku z powyższym zastosowano dwie odmienne technologie renowacji poszczególnych odcinków. W strefie I, w której zachodziła konieczność podniesienia parametrów wytrzymałościowych rurociągu, zastosowano warstwę wzmacniającą wykonaną w technologii MAXI-LINING. Strefę drugą zabezpieczono zaś przed postępowaniem korozji oraz nieszczelnościami, wykonując powłokę w systemie KAN-REM.



**Rys. 4.** Kolektor wody chłodzącej – system KANREM [8]



**Rys. 5.**  
System MAXI-LINING zastosowany  
w kolektorze wody chłodzącej [8]

### 2.5. Technologia MAXI-LINING

Zastosowany system MAXI-LINING polega na wykonaniu konstrukcji żelbetowej, której wewnętrzną powierzchnię stanowi wykładzina PEHD. MAXI-LINING jest systemem dostosowanym do renowacji rurociągów wielkogłębnych, także narażonych na znaczne obciążenia. W metodzie MAXI-LINING indywidualnie, w zależności od warunków i potrzeb, ustala się ilość i jakość zbrojenia montowanego wewnątrz rurociągu. Parametry preparatu iniekcyjnego dobierane są w związku z dopuszczalną grubością ściany systemu. W tym przypadku zastosowano specjalną zaprawę iniekcyjną, która zawiera w swoim składzie wysokiej jakości cement oraz specjalny margiel wapienny [9]. Jako wewnętrzną powierzchnię nowo wykonywanej warstwy zastosowano wykładzinę polietylenową o grubości 4 mm, jednostronnie pokrytą kotwami, pozwalającymi na trwałe i silne zespolenie z wypełnieniem. Dzięki zastosowaniu polietylenu jako warstwy wewnętrznej uzyskano powłokę odporną chemicznie. Trwałość wykładziny PE w agresywnych środowiskach szacowana jest na nie mniej niż 100 lat. Po wykonaniu zbrojenia i zespoleniu wykładziny PE, całość usztywniona została szalunkiem koniecznym do właściwej aplikacji preparatu wypełniającego.

### 2.6. Technologia KANREM

System renowacji KANREM ma zastosowanie do uszczelniania i zabezpieczania antykorozyjnego rurociągów grawitacyjnych i ciśnieniowych, przełazowych tzn. od średnicy 1000 mm w górę, bez ograniczeń. Po wyczyszczeniu rurociągu z osadu i wystających ostrych krawędzi, pozostałych np. po spawaniu, powierzchnia wewnętrzna rurociągu pokryta została preparatem zabezpieczającym stal przed postępującą korozją. Na tak przygotowaną powierzchnię rurociągu nałożone zostały płyty polietylenowe, które połączone zostały w jednolity rękaw przez spawanie ekstruzyjne. W celu zapewnienia sztywności obwodowej polietylenowego rękawa zastosowano pierścienie ze stali szlachetnej (kwasoodpornej), dociskające rękaw w wypadku powstania podciśnienia.

### 2.7. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykonane zostały na podstawie wytycznych ATV-DWK-M 127P „Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla rehabilitacji technicznej przewodów kanalizacyjnych przez wprowadzenie linerów lub metodą montażową” [5]. Po wykonaniu wymiarowania konstrukcji uzyskano wyniki zapewniające odpowiednie parametry techniczne dla warstwy betonu o grubości 45 mm, pojedynczo zbrojonej prętami  $\varnothing 6$  w rozstawie 100 mm.

W trakcie prowadzenia prac naprawczych wykonywane były badania laboratoryjne parametrów wytrzymałościowych masy iniekcyjnej, celem weryfikacji wcześniej przyjętych założeń projektowych. Badania próbek masy iniekcyjnej, pobranych z wykonanej warstwy, przeprowadzone zostały zgodnie z wytycznymi normowymi, według normy PN – B – 04500 : 1985 Zaprawy budowlane, badania cech fizycznych i wytrzymałościowych [10]. Wartość sztywności obwodowej dla systemu MAXI-LINING o parametrach iniektu, uzyskanych w trakcie badań laboratoryjnych, wyniosła 121,40 kN/m<sup>2</sup>.

### 3. Podsumowanie

Poddany renowacji kolektor wody chłodzącej w wyniku wieloletniego procesu korozyjnego znajdował się w złym stanie technicznym. Postępujące procesy niszczenia obiektu doprowadzić mogły do powstania wielu awarii systemu chłodzenia, a w efekcie końcowym do katastrofy budowlanej. W związku z powyższym podjęto decyzję o poddaniu kolektora renowacji. Zastosowano system MAXI-LINING oraz KANREM. W obu przypadkach po wykonaniu renowacji otrzymano gładką wewnętrzną powierzchnię o wysokiej odporności chemicznej, zapewniającą poprawę parametrów hydraulicznych. System MAXI-LINING dodatkowo stanowi nową konstrukcję w pełni zabezpieczającą przed utratą nośności rurociągu. Ponadto, naprawa przewodu w technologii MAXI-LINING oraz KANREM nie miała negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] Kuliczkowski A., Problemy bezodkrywkowej odnowy przewodów kanalizacyjnych, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 1998
- [2] Madryas C., Przybyła B., Szot A., Underground Infrastructure of Urban Areas, CRC Press/Balkema. London, 2009
- [3] Madryas C., Przybyła B., Wysocki L., Badania i ocena stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2010
- [4] Nowe materiały, urządzenia oraz technologie bezwykopowe w wodociągach i kanalizacji: IV Ogólnopolska, I Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Szkoleniowa. Kielce – Cedzyna, 2005
- [5] Wytyczna ATV – DVWK – A127P. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe kanałów i przewodów kanalizacyjnych, Wydanie 3, Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Warszawa, 2000

- [6] Zwierzchowska A., Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce, 2006

**WYKORZYSTANE MATERIAŁY**

- [7] Materiały techniczno-informacyjne firmy TROLINING GmbH. Troisdorf, 2000
- [8] Materiały techniczno-informacyjne firmy KAN – REM Sp. z o.o. Wrocław, 2001
- [9] Materiały techniczno-informacyjne firmy Górażdże Cement Opole, 2011
- [10] PN – B – 04500: 1985 – Zaprawy budowlane, badania cech fizycznych i wytrzymałościowych

# Uszkodzenie wykładziny ceramicznej oddzielnicy popiołu kotła fluidalnego na skutek współspalania węgla i biomasy

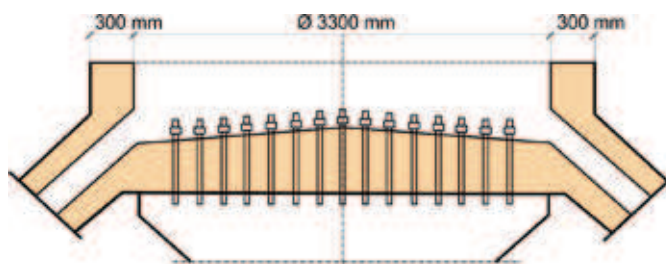
Dr inż. Teresa Stryzewska, mgr inż. Stanisław Kańka, Politechnika Krakowska

## 1. Wprowadzenie

W wyniku spalania paliwa stałego (węgla kamiennego, biomasy itp.) i odsiarczania za pomocą kamienia wapiennego, w komorze paleniskowej kotła fluidalnego powstaje popiół z paliwa oraz pozostałości po reakcji siarki zawartej w paliwie z sorbentem. Przy zwykłej prędkości fluidyzacji cyrkulujący materiał złoża składa się z ziaren, które w większej części mają wielkość od 0,1 mm do 0,3 mm. Części drobnoziarniste opuszczają złożo razem ze spalinami i są od nich oddzielane w elektrofiltrze. Znaczna ilość ziaren grubych o wielkości powyżej 0,3 mm gromadzi się w dolnej części komory paleniskowej, skąd odprowadzane są do oddzielnicy

popiołu. W oddzielnicy, gorący popiół o temperaturze do 350°C jest fluidyzowany zimnym powietrzem i spalinami recyrkulującymi. Szybkość fluidyzacji jest tak dobrana, aby cząstki materiału stałego o średnicy poniżej 0,3 mm były unoszone przez strumień gazu, a następnie zwracały do komory paleniskowej przewodem nawrotnym. Pozostałe cząstki zostają schłodzone i wyprawadzone na zewnątrz oddzielnicy.

Podczas okresowego przeglądu zauważono częściowe zniszczenie wymurówki oddzielnicy popiołu. Nasilenie i zintensyfikowanie niszczenia wymurówki połączyło się w czasie z wprowadzeniem biomasy. W prezentowanym artykule autorzy opisują najbardziej prawdopodobną przyczynę postępującej destrukcji.



**Rys. 1.** Schemat części dennej oddzielnicy popiołu wraz ze zdjęciem uszkodzonej wymurówki