XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, Międzyzdroje 24-27 maja 2011
awarie budowlane 2011

WITOLD JAWAŃSKI, *jawanski.witek@pl.sika.coml*
Sika Poland Pracy Autora Referatu
KAZIMIERZ STEFANEK, *Kazimierz.stefanek@elb.pl*
PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.
Oddział Elektrownia Bełchatów

REMONTY CHŁODNI KOMINOWYCH – 20 LAT TECHNOLOGII FIRMY SIKA W POLSCE

REFURBISHMENTS OF COOLING TOWERS – 20 YEARS OF MATERIALS TECHNOLOGY OF SIKA IN POLAND

Streszczenie Sika rozpoczęła swoja działalność na rynku Polskim oferując m.in. systemy materiałów do napraw i zabezpieczeń żelbetowych chłodni kominowych. Po początkowym okresie ostrożnej analizy i oceny proponowanych rozwiązań, największy inwestor w Polsce: Elektrownia Bełchatów, zdecydowała się na zastosowanie materiałów firmy Sika na 5 chłodniach. W 1994 r. po raz pierwszy w Bełchatowie wybrano system firmy Sika do remontu wewnętrznej strony płaszcza chłodni nr 3 (zaprawy PCC Sika MonoTop 601 i 603, powłoki Icosit 2406 Primer i Deck). Powierzchnię zewnętrzną płaszcza naprawianą tym samym systemem zabezpieczano powłokami Sikagard 700 S/Sikagard 680 S. Naprawy kolejnych chłodni realizowane były w tych samych technologiach, z uwzględnieniem modernizacji stosowanych materiałów. Technologie firmy Sika użyte na chłodniach kominowych Elektrowni Bełchatów stanowią interesujący przykład udanego kompromisu pomiędzy uwarunkowaniami finansowymi, czasowymi, środowiskowymi i technicznymi.

Abstract Sika has started its activities on the Polish market in 1991 by offering refurbishment systems, focusing on repair and protection of high industrial concrete chimneys and cooling towers. Following an initial period of careful analysis and evaluation of proposed solutions, the largest investor of energy sector in Poland: Power Plant Bełchatów, has decided to apply Sika material solutions for 5 of its 130 meters high cooling towers. In 1994, the first time Sika systems were chosen in Bełchatów to renovate the internal shell surface of Cooling Tower no 3 (PCC mortar Sika MonoTop 601 and 603, plus coating system Icosit Primer and Deck 2406). For the outer surface the same repaired systems were applied and protected with Sikagard 700 S / S. 680 Sikagard coatings. The subsequent cooling towers were performed following similar technologies, including the modernization of the material. Sika system solutions used in Bełchatów Power Plant cooling towers should be persevered as interesting example of a successful compromise of financial, time, environmental and technical requirements.

1. Wprowadzenie

Na początku lat 90-tych rozpoczęła w Polsce działalność szwajcarska firma Sika, oferując między innymi systemy materiałów do napraw i zabezpieczeń żelbetowych chłodni kominowych. Działalność ta zbiegła się w czasie z poszukiwaniami takich skutecznych systemów materiałowych, m. in. w związku z katastrofą w Elektrowni Turów i niską efektywnością i przydatnością dotychczas dostępnych materiałów. Jednocześnie na sąsiadującym rynku niemieckim dostępne już były zaawansowane technologicznie produkty, oferowane na ogół systemowo, tj. w zestawach, wraz z ogólną koncepcją przeprowadzenia remontu.

Impulsem do takiego systemowego podejścia do problematyki remontów i zabezpieczeń powierzchniowych chłodni były z kolei wydarzenia w Niemczech, które miały miejsce prawie dekadę wcześniej.

Na początku lat 80-tych XX w. Europę północno-wschodnią nawiedziła seria długotrwałych ataków mrozu. Po kolejnej ostrej zimie 1983 r. na wewnętrznych stronach płaszczy wielu chłodni kominowych w Niemczech pojawiły się liczne odmrożenia powierzchniowe o głębokości rzędu 2-3 cm, zagrażające trwałości konstrukcji. Spowodowało to poszukiwania skutecznych systemów naprawy i zabezpieczenia takich konstrukcji, doprowadzając w efekcie w firmie Sika do rozwoju systemów zapraw naprawczych i powłok ochronnych i skompletowania zestawu, który po szeregu prób został zaakceptowany do stosowania na chłodniach kominowych. System ten zastosowany został po raz pierwszy w Polsce w 1991 i 1992 r. przez niemiecka firmę Thode, po czym nastąpiło jego przejęcie przez firmy polskie i stopniowa adaptacja do stanu i rodzaju uszkodzeń naszych obiektów, w niejednym przypadku drastycznie odbiegających od obiektów niemieckich, a także do aktualnych możliwości finansowych inwestorów. System napraw został wzbogacony o szwajcarskie technologie betonu natryskowego, nowszą generację zapraw naprawczych, a po kilku kolejnych latach również o materiały do wzmocnień konstrukcji. W kolejnych kilkunastu latach, poczynając od roku 1993, krajowi wykonawcy zastosowali nasze materiały na blisko 50 chłodniach kominowych w Polsce.

2. Stan konstrukcji i dobór materiałów

Żelbetowe płaszcze chłodni kominowych są konstrukcjami o znacznych rozmiarach i stosunkowo niewielkich grubościach ścianek, obciążonymi od strony wewnętrznej wodą, kondensatem i parą, a od zewnętrznej wpływami atmosfery przemysłowej o podwyższonej agresywności. Ich cienka łupina żelbetowa narażona jest na intensywną korozję ługującą (woda chłodząca jest na ogół wodą miękką, intensywnie wypłukującą wapń z matrycy cementowej) od wewnątrz, przemarzanie w okresie zimowym oraz korozję atmosferyczną (karbonatyzacja otuliny, utrata jej alkaliczności i korozja stali zbrojeniowej) od zewnątrz. Procesy te koncentrują się przede wszystkim w miejscach wad wykonawczych.

Do najczęściej spotykanych typów uszkodzeń płaszczy chłodni zaliczamy:

Korozję i degradację betonu na wskroś przekroju spowodowaną najczęściej niewłaściwym składem betonu (cement o składzie nie zapewniającym podwyższonej odporności na ługowanie miękką wodą, reaktywne kruszywo, zbyt wysoki stosunek wodno-cementowy *w/c*, zbyt wysoka nasiąkliwość i zbyt niska mrozoodporność). Korozja taka prowadzi do powstania tzw. „okien” w płaszczu i wymaga strefowej wymiany betonu na całej grubości przekroju.

Zalecane przez firmę Sika rozwiązania materiałowe, to technologia betonu natryskowego z wykorzystaniem domieszek klasy Sikament (od 1999 r. również nowoczesnych domieszek polimerowych klasy Sika ViscoCrete) oraz dodatków reaktywnych na bazie pyłów krzemionkowych klasy Sikacrete i SikaFume. Bardzo często stosowany jest również nie zawierający alkaliów przyspieszacz Sigunit 49 AF. Dostępne są także gotowe mieszanki torkretowe Sika Gunit 03 Normal i Rapid . Jeżeli do wymiany stosowane są mieszanki zagęszczane konwencjonalnie, również opracowywane są jednorazowe receptury mieszanek betonowych, obecnie przede wszystkim z upłynniaczami Sika ViscoCrete, zapewniającymi bardzo długie utrzymywanie konsystencji i spokojny transport, ułożenie oraz zagęszczenie mieszanek.

Punktowe, liniowe lub powierzchniowe uszkodzenia głębokie w „słabych punktach” płaszcza, najczęściej pokrywających się z miejscami usterek wykonawczych. Takimi

miejscami są w przypadku konstrukcji wznoszonych w deskowaniach przestawnych szwy robocze pomiędzy poszczególnymi cyklami betonowania, a w przypadku konstrukcji wznoszonych w ślizgu osłabienia przekroju wzdłuż „świeczek” prowadzących. Słabym punktem mogą być również pozbawione otuliny stalowe elementy dystansowe lub pozostawione w płaszczu tuleje podpierające deskowania (tzw. „telewizory”) stanowiące zawsze potencjalne ognisko korozji. W takich miejscach konieczne jest wykonanie głębokich rozkuć, czasami nawet na wylot, o charakterze liniowym lub punktowym oraz zastosowanie specjalistycznych materiałów wypełniających

Fot. 1. Przygotowania do wymiany betonu w „oknach” przez torkretowanie, Elektrowni Adamów, odcinkowa wymiana betonu w pojedynczym cyklu, Elektrownia Turów

Zalecane przez firmę Sika rozwiązania materiałowe, to przede wszystkim gotowe systemy zapraw naprawczych cementowo-polimerowych przeznaczonych zarówno do napraw ręcznych jak i mechanicznych (PCC i SPCC).

Fot. 2. Naprawy powierzchniowe zaprawami Sika MonoTop wewnętrznej strony płaszcza chłodni w Elektrowni Rybnik i zewnętrznej w Elektrowni Bełchatów.

Na początku lat 90-tych były to niemieckie zaprawy Sika MonoTop 601, 602, 603, 604 i 620. W 1995 r., w wyniku stwierdzenia na kilku obiektach oznak korozji siarczanowej, zastąpiono je austriacko-szwajcarskim systemem zapraw Sika MonoTop 610, 612, 614 i 620, zawierającym obok pyłów krzemionkowych również cementy o podwyższonej odporności na korozję siarczanową (HSR). Aktualnie, po wprowadzeniu norm zharmonizowanych serii

EN 1504, najnowsza seria zapraw tego systemu składa się z MonoTop'ów 910, 412 n i 412 NFG oraz 723 N. Zaprawy naprawcze z tego systemu można również układać przez torkretowanie metodą mokrą, do metody suchej służy specjalna mieszanka Sikacem Gunit 133.

Jednym z kluczowych etapów skutecznej naprawy powierzchniowej jest oczyszczenie i zabezpieczenie antykorozyjne odsłoniętego zbrojenia i innych elementów stalowych (np. „telewizorów"). Skorodowana stal wymaga oczyszczenia strumieniowo-ściernego i zabezpieczenia specjalnym preparatem antykorozyjnym przed dokonaniem wymiany betonu lub powierzchniowego wypełnienia ubytków.

Fot. 3. Prawidłowo rozkute i oczyszczone podłoże betonowe i stal zbrojeniowa w Elektrowni Bełchatów

Zanieczyszczona, chropowata, rakowata lub pokryta mleczkiem cementowym o słabej przyczepności powierzchnia betonu.

Fot. 4. Ocena przyczepności powłoki zewnętrznej testem Gitterschnitt na przeszpachlowanym materiałem MonoTop 620 fragmencie podłoża

Wymaga ona oczyszczenia metodą strumieniową (piaskowanie, hydropiaskowanie lub hydromonitoring) a następnie przeszpachlowania stref większych nierówności specjalnymi szpachlówkami polimerowo-cementowymi przed wykonaniem powłok ochronnych.

W zależności od wymagań i uwarunkowań, przede wszystkim czasowych, dobiera się odpowiednią szpachlówkę zamykająca z systemu PCC. Najczęściej są to szpachlówki Sika MonoTop 620 lub 723 N. Przy bardzo napiętym harmonogramie robót, kiedy np. konieczne jest wykonanie powłok ochronnych już po 1-2 dniach po etapie szpachlowania, zalecana jest specjalna szpachlówka cementowo-epoksydowa Sikagard 720 EpoCem, materiał droższy, ale nie wymagający pielęgnacji i możliwy do bardzo szybkiego pokrywania powłokami ochronnymi, w zależności od temperatury i wilgotności już po 1÷2 dniach.

Rzadziej spotykane rodzaje uszkodzeń, to obniżenia nośności w miejscach imperfekcji geometrycznych, rys i pęknięć oraz w strefach w których beton nie osiągnął parametrów projektowych. Miejsca takie wymagają wzmocnienia i uciąglenia konstrukcji metodą iniekcji, dołożenia dodatkowego zbrojenia i pogrubienia przekroju przez obetonowanie lub otorkretowanie, a najczęściej obecnie stosowaną technologią jest wzmocnienie przez doklejenie taśm i mat z włókien węglowych. Czasami spotykamy się też z wadami wykonawczymi słupów nośnych płaszczy chłodni i ich głowic, choć zdarzył się też przypadek błędów projektowych słupów prefabrykowanych wodorozdziału.

Do wzmocnień takich elementów obok opisywanych już specjalnych mieszanek betonowych i torkretowych stosowane były również iniekty epoksydowe Sikadur-52 oraz Sikadur-53, a także materiały z włókien węglowych: płaskowniki Sika CarboDur i maty Sika Wrap. Szczególnie te ostatnie materiały, charakteryzujące się lekkością, elegancją i prostotą aplikacji oraz wytrzymałością na rozciąganie o rząd wielkości większą od typowych stali budowlanych i brakiem podatności na korozję, stosowane są coraz częściej jako alternatywa dla typowych wzmocnień masywnych (dokładanie dodatkowego zbrojenia + obetonowanie lub otorkretowanie).

Fot. 5. Przykłady wzmocnień torkretem i betonem z domieszkami i dodatkami firmy Sika – Elektrownie Adamów i Turów.

Podstawowym warunkiem skuteczności każdej naprawy jest jak zwykle odsłonięcie „zdrowego" podłoża na którym można uzyskać wymaganą przyczepność materiałów naprawczych. Obecny standard europejski, to oczyszczenie skorodowanego zbrojenia do stopnia czystości Sa 2,5 oraz odkucie i oczyszczenie podłoża betonowego do uzyskania wytrzymałości na odrywanie co najmniej 1,5 MPa (próba „*pull-off*").

Kolejny etap po zakończeniu napraw powierzchniowych oraz ewentualnych wzmocnień i wymian betonu, to wykonanie powłok ochronnych.

Wewnętrzne strony płaszczy chłodni wymagają zabezpieczenia trwałymi, wodoszczelnymi powłokami na bazie żywic reaktywnych.

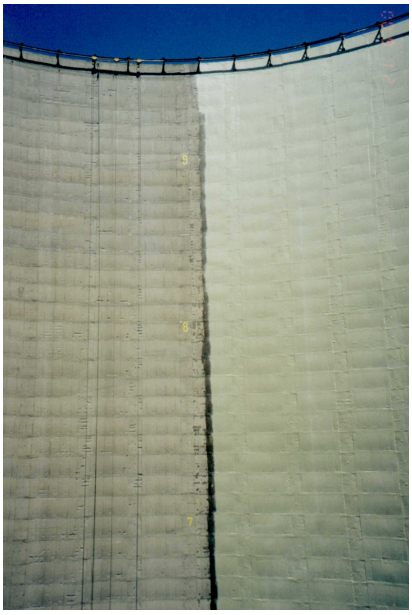
W tym celu firma Sika opracowała specjalny system powłok epoksydowych Icosit 2406 (aktualna nazwa: Sikagard 246), przeznaczony do pracy w warunkach stałego obciążenia wodą miękką i kondensatem. Są to powłoki twardoelastyczne, o znakomitej przyczepności do podłoża i o podwyższonej odporności na procesy starzenia. Podstawowy układ powłok tworzą:

a) Icosit 2406 Primer – bezbarwna żywica gruntująca i wzmacniająca podłoże;
b) Icosit 2406 Deck – barwna powłoka ochronna układana w 1 lub 2 warstwach przy zalecanej grubości co najmniej 0,200 mm. Jednokrotne zabezpieczenie jest na ogół wystarczające w przypadku obiektów nowych lub w dobrym stanie technicznym. Zabezpieczenie dwukrotne zalecane jest w przypadku obiektów starych oraz chłodni, przez które następuje odprowadzenie spalin po procesie odsiarczania.
c) Sikafloor 357 N (dawniej: Sikafloor 363 Elastic)– dodatkowa poliuretanowa powłoka elastyczna odporna na ultrafiolet, zalecana jako opcjonalna druga warstwa na obiektach wysokich narażonych na silną operację słoneczną, szczególnie w górnej strefie płaszcza chłodni powyżej talii.

Zewnętrzne strony płaszczy chłodni wymagają zabezpieczenia powłokami przepuszczalnymi dla pary wodnej, chroniącymi otulinę zbrojenia przed karbonatyzacją i utratą alkaliczności (czyli pośrednio chroniącymi stal zbrojeniową przed korozją). Funkcję taka spełniają materiały jednoskładnikowe na bazie żywic metakrylanowych, charakteryzujące się bardzo wysokim oporem dyfuzyjnym dla dwutlenku węgla (ochrona przed karbonatyzacją) i bardzo niskim dla pary wodnej (spowolnienie procesów korozji stali i ograniczenie skutków przemarzania dzięki zmniejszeniu wilgotności betonu).

W tym celu opracowano specjalny system powłok ochronno-dekoracyjnych Sikagard 702 W / 680 S, przeznaczony do pracy w warunkach dyfuzji pary wodnej od strony betonu i obciążenia atmosferą przemysłową o podwyższonej agresywności od strony odpowietrznej. Podstawowy układ powłok tworzą:

a) Sikagard 702 W Aquaphob – wodorozcieńczalny impregnat hydrofobowy stosowany na beton przed położeniem powłok, zapobiegający kondensacji wilgoci bezpośrednio pod powłokami zewnętrznymi. Alternatywny środek rozpuszczalnikowy (stosowany w okresach niższych temperatur) to Sikagard 700 S – Durchfeuchtungsschutz;
b) Sikagard 680 S-Betoncolor – barwna jednoskładnikowa powłoka ochronna układana w 2 warstwach przy zalecanej łącznej grubości co najmniej 0,120 mm. Taka powłoka daje równoważny opór dyfuzyjny aż ponad 400 m dla dwutlenku węgla i zaledwie 2,2 m dla pary wodnej. Zabezpiecza zatem skutecznie otulinę zbrojenia przed karbonatyzacją i umożliwia jednocześnie odparowanie nadmiaru wilgoci z betonu na zewnątrz, dzięki czemu pośrednio chroni stal zbrojeniową przed korozją.



Fot. 6. Wykonywanie powłok ochronnych Icosit 2406 w Elektrowni Rybnik oraz Sikagard 680 S w Elektrowni Jaworzno III

Po początkowym okresie ostrożnej analizy i oceny proponowanych rozwiązań, największy inwestor w Polsce, Elektrownia Bełchatów, zdecydowała się na zastosowanie materiałów firmy Sika na 5 chłodniach, przede wszystkim od zewnętrznej strony płaszczy, a w jednym przypadku również od wewnątrz. Niniejszy referat odnosi się przede wszystkim do tych obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem obowiązujących w okresie wykonywania prac ograniczeń czasowych i technologicznych oraz stanu betonu w konstrukcjach, często odbiegającego od przyjętych założeń

Fot. 7. Elektrownia Bełchatów. Widok ogólny chłodni kominowych (stan z 1997 r.), na pierwszym planie od lewej chłodnie nr 1 i 2, w linii środkowej nr 4 i 3, z tyłu nr 6 i 5

3. Remonty chłodni kominowych w Elektrowni Bełchatów.

W Elektrowni Bełchatów w końcu lat 70-tych i początku lat 80-tych wybudowano i przekazano do eksploatacji 6 chłodni kominowych żelbetowych w kształcie hiperboloidy jednopowłokowej o następujących parametrach: wysokość 132 m, średnica na poziomie 8 m – 100 m, w koronie na poziomie 132 m – 57,88 m, grubość podstawowa 14 cm, zmienia się na różnych wysokościach od 66 cm na poziomie + 8,0 m do 14 cm w przewężeniu poziom 110 m, korona chłodni zakończona jest pierścieniem żelbetowym poziom 130,95 o grubości 26 cm, powłoka żelbetowa oparta jest na 48 parach słupów o przekroju kwadratowym 56×56 cm.

Po okresie wieloletniej eksploatacji chłodni komimowych w roku 1992 dokonano kompleksowej oceny stanu technicznego konstrukcji żelbetowych gdzie stwierdzono uszkodzenia na powłokach w postaci: wycieków z wykrystalizowanym wodorotlenkiem wapnia, zdegradowanych styków roboczych, rdzawych nacieków, powierzchniowych ubytków betonu, nieszczelności uwidaczniającymi się mokrymi wyciekami, ciemnymi i białymi naciekami itp.

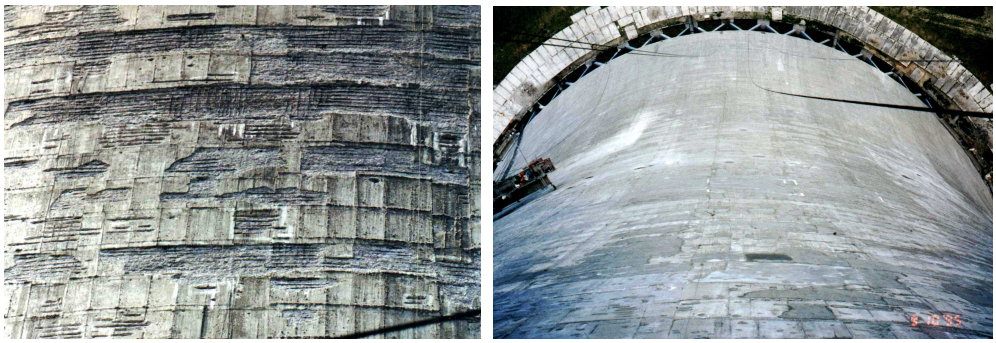
W 1994 r. po raz pierwszy w Bełchatowie wybrano system firmy Sika do remontu wewnętrznej strony płaszcza chłodni nr 3. Remont wykonano technikami alpinistycznymi przy bardzo ostrym reżimie czasowym (ok. 4 tygodni). Z uwagi na zakaz piaskowania czyszczenie wykonano metodą hydrodynamiczną, następnie wykonano rozkucia słabego betonu (głównie wzdłuż szwów roboczych) i naprawy zaprawami Sika MonoTop 601 i 603, a następnie ułożono wałkami powłoki 1×Icosit 2406 Primer i 1×Icosit 2406 Deck. Decydująca o wyborze materiałów Sika była cena implikowana możliwością osiągnięcia 200 μm warstwy Deck w jednym cyklu nanoszenia. Istotne były również właściwości epoksydu gruntującego Primer, umożliwiające jego układanie na podłożu o wilgotności przekraczającej 4%, gdyż optymalne przesuszenie podłoża nie mogło być uzyskane z uwagi na krótki czas odstawienia obiektu.

Fot. 8. Ocena efektów czyszczenia powierzchni betonu i wykonywanie napraw szwów roboczych – wewnętrzna strona płaszcza chłodni nr 3 w Elektrowni Bełchatów

W tym samym roku wykonano naprawy i zabezpieczenie powierzchni zewnętrznej strony płaszcza chłodni nr 4. Również w tym przypadku obowiązywało czyszczenie hydrodynamiczne, wykonane zestawem wysokociśnieniowym. Rozkucia powierzchniowe betonu naprawiano tym samym zestawem naprawczym, a powłoki wykonano natryskiem bezpowietrznym w pełnym układzie Sikagard 700 S + 2×Sikagard 680 S. Zakres napraw powierzchniowych był generalnie liniowy, wzdłuż korodującego lub odsłoniętego zbrojenia, tym niemniej pojawiły się strefy napraw sięgające lokalnie całej szerokości cykli betonowania, a także niespodzianki w postaci „odstrzeleń" powierzchniowych spowodowanych obecnością margla w kruszywie. Z uwagi na zagrożenie zapyleniem nie rozważano jednak w ogóle napraw przez torkretowanie.

Fot. 9. Elektrownia Bełchatów – chłodnia nr 4 po wykonaniu powłok ochronnych.

W 1995 r. kontynuowano remont chłodni nr 3 od zewnątrz wg technologii założonej jak dla obiektu nr 4. Niestety zakres degradacji powierzchniowej betonu okazał się znacznie większy, odpadała otulina na całej wysokości cykli, a beton w rdzeniu, szczególnie w strefie talii i powyżej wydawał „głuchy" odgłos w całym swoim przekroju, mimo jeszcze stosunkowo zwartej struktury.



Fot. 10. Elektrownia Bełchatów – katastrofalny stan betonu płaszcza chłodni nr 3 oraz widok stref naprawionych zaprawami Sika MonoTop

Przyczyną tego zjawiska była podwyższona zawartość siarczanów, a wielu miejscach nawet pod zwykłą lupą można było zauważyć kryształki etryngitu. Z uwagi na brak możliwości radykalnej zmiany technologii w trakcie prac, zadecydowano o wprowadzeniu nowej, siarczanoodpornej odmiany zapraw Sika MonoTop (seria MonoTop 610 i 612), charakteryzującej się ponadto bardziej plastyczną konsystencją, pozwalająca na skrócenie czasu napraw. Chłodnia kominowa nr 3 była jak się okazało w zdecydowanie najgorszym stanie, przede wszystkim od strony zewnętrznej, co wyraźnie widać na fotografiach wykonanych podczas fazy rozkuć.

Rok 1996, to remont chłodni nr 1 od strony zewnętrznej, przy takiej samej technologii i zbliżonym zakresie, jak 2 lata wcześniej w przypadku chłodni nr 4.

W 1997 r. w podobny sposób wyremontowano zewnętrzną stronę płaszcza chłodni nr 2, wykonując dodatkowo wymalowania barwne powłoką Sikagard 670 W-Color (dobór z uwagi na ekstremalnie wysoką paroprzepuszczalność. Zarówno w przypadku chłodni nr 2 jak i nr 1, stan i jakość betonu były zdecydowanie lepsze, niż w przypadku chłodni nr 3.

Fot. 11. Elektrownia Bełchatów – naprawy i powłoki chłodni nr 1, widok na chłodnie nr 1 i 2 (z wymalowaniami) po remoncie i zabezpieczeniu

Wykonawcą wszystkich 5 opisanych zakresów robót był firma Compact.

Kolejny obiekt, to chłodnia kominowa nr 6, remontowana w 1998 i 1999 r. od strony zewnętrznej przez firmę Chłodnie Kominowe.

Chłodnia nr 6 była w stanie pośrednim, podobnym do chłodni nr 4 (tzn. wyraźnie lepszym, niż chłodnia nr 3 i wyraźnie gorszym, niż chłodnie nr 1 i 2). Był to zarazem pierwszy przypadek, gdy udzielono zgody na wykonanie napraw powierzchniowych większych stref przez torkretowanie metodą suchą, materiałem Sikacem Gunit 133. Naprawy mechaniczne wykonano w strefach skucia otuliny na pełnej wysokości cykli, pozostałe klasyczne naprawy liniowe i punktowe wykonano jak poprzednio techniką ręczną zaprawami Sika MonoTop. Dość nietypowym utrudnieniem na tym obiekcie były zacieki powierzchniowe zaprawy i mleczka cementowego z okresu betonowania obiektu, miejscami słabe, a miejscami bardzo silnie związane z betonem podłoża. Próby ich całkowitego usunięcia wysokociśnieniowym czyszczeniem hydrodynamicznym kończyły się nawet miejscowym groszkowaniem powierzchni betonu, dlatego też zdecydowano o zredukowaniu ciśnienia i ręcznym usuwaniu największych zacieków. Chłodnia zabezpieczona została w układzie identycznym, jak chłodnia nr 2, z dodatkowymi wymalowaniami barwnymi.

Fot. 12. Elektrownia Bełchatów – miejsca napraw zaprawami MonoTop po wykonaniu powłok Sikagard 680 S oraz widok ogólny po wykonaniu wymalowań barwnych

Koniec lat 90-tych to także wprowadzenie przez firmę Sika technologii wzmocnień konstrukcji przez doklejanie taśm i mat z włókna węglowego. Technologia ta została wykorzystana w 1998 r. do wzmocnienia belek rusztu podtrzymującego chłodni kominowej nr 5.

Fot. 13. Elektrownia Bełchatów. Wzmocnienia belek rusztu chłodni nr 6 taśmami Sika CarboDur i matami SikaWrap

4. Podsumowanie.

Stosowanie rozwiązań materiałowych firmy Sika na chłodniach kominowych w Elektrowni Bełchatów można z grubsza podzielić na 3 okresy:

– okres 1 – początek lat 90-tych – to znajdywanie kompromisów między możliwościami finansowymi i technologicznymi oraz organizacyjnymi, jak bardzo krótki czas odstawienia chłodni do remontu płaszcza wewnętrznego (związane to jest z wyłączeniem z ruch dwóch bloków energetycznych), a także zakazy piaskowania i torkretowania ze względów zarówno środowiskowych jak i praktycznych (np. zagrożenie zapyleniem instalacji wewnętrznych czy też sąsiadujących z obiektami izolatorów). Okazało się to wybitnie pechowe w przypadku chłodni nr 3, gdzie z uwagi na stan betonu

należałoby w zasadzie zastosować od wewnątrz wysokociśnieniowe mycie automatyczne lub wręcz piaskowanie zamiast średniociśnieniowego mycia lancami ręcznymi oraz dołożyć dodatkową powłokę od wewnątrz jak i wprowadzić o wiele szerszy zakres rozkuć i zastosować torkretowanie od zewnątrz. W praktyce było to jednak niemożliwe – czas odstawienia chłodni do remontu płaszcza wewnętrznego był zbyt krótki, a rzeczywisty stan betonu mógł być właściwie zdiagnozowany dopiero rok później na etapie zaawansowanych rozkuć od strony zewnętrznej. W tej sytuacji wypracowany kompromis należy uznać za zadowalający, biorąc pod uwagę, że od wyremontowania obiektu w 1995 r. i wykonania niewielkich poprawek w 1996 r. mija już 15 lat;

– okres 2 – lata 1996-97 – to okres remontu obiektów w lepszym stanie technicznym, ale nadal przy znacznym zakresie napraw. Wprowadzono w nim definitywnie materiały o podwyższonej odporności na korozję siarczanową, a od strony wykonawczej dopracowano technologię wysokociśnieniowego przygotowania podłoża i wykonywania napraw ręcznych na powierzchniach, które zazwyczaj naprawia się już mechanicznie;
– okres 3 – koniec lat 90-tych – to ostrożny powrót do technologii torkretowania, ale przy ograniczonym zasięgu: tylko dla ubytków wielkopowierzchniowych. To również okres wprowadzenia technologii uzupełniających, jak wzmocnienia z zastosowaniem włókna węglowego.

Generalnie, wprowadzanie technologii firmy Sika na chłodniach kominowych w Elektrowni Bełchatów stanowi bardzo interesujący przykład szukania i znajdowania udanych kompromisów między uwarunkowaniami finansowymi, czasowymi, środowiskowymi, technicznymi i technologicznymi, który o całą dekadę wyprzedził bardzo modne obecnie rozwiązania opracowywane na bazie „strategii zrównoważonego rozwoju”. Szczególnie należy zwrócić uwagę na wielopłaszczyznową współpracę na etapie wykonawczym na linii inwestor – wykonawca – dostawca materiałów.

Obecnie, tj. od roku 2010, w Elektrowni Bełchatów rozpoczął się proces rewitalizacji 6-ciu chłodni kominowych. Proces ten jest rozpisany do roku 2018 i jest związany z odstawieniem bloków energetycznych do kompleksowej modernizacji. Poszczególne chłodnie kominowe będą wyłączone z ruchu na okres około 120 dni i w tym czasie jest możliwość wykonania kompleksowej naprawy płaszcz wewnętrznego, natomiast płaszcz zewnętrzny będzie wykonywany podczas pracy chłodni kominowej.