

KOMPAS

www.belse.com.pl

II Wydanie

**Naprawy oraz ochrona
kompozytami polimerowymi
urządzeń HVAC**

**Naprawa oraz wzmocnienie
zbiorników i rurociągów**

**BELZONA –
POLECAM Z DOŚWIADCZENIA
wywiad z konsultantem
technicznym**

**Zabezpieczyliśmy platformę
wydobywczą na Bałtyku
materiałem Belzona 5831**

Szanowni Państwo,

Zmiany klimatyczne oraz postęp cywilizacyjny spowodowały dynamiczny rozwój sektora zajmującego się powietrzem, którym oddychamy. Dla komfortu pracy czy życia powietrze jest albo chłodzone, albo ogrzewane, albo utrzymywane na odpowiednim poziomie jakościowym poprzez wymianę. Dla spełnienia tych wymogów projektowane są i montowane mniej lub bardziej skomplikowane systemy grzewcze, wentylacyjne czy klimatyzacyjne. HVAC (ang. Heating, Ventilation and Air Conditioning) to powszechnie już występujące określenie dla technologii przygotowania powietrza. Obserwujemy już powszechność występowania instalacji HVAC w przestrzeniach hotelowych, biurowych czy też innych gdzie przebywają ludzie. Instalacje w trakcie projektowania, produkcji czy montażu winny przewidywać wszelkie możliwe sytuacje i gwarantować bezawaryjną pracę. Technologie BELZONA umożliwiają naprawy i zabezpieczenia czy to den sitowych wymienników ciepła, powierzchni wianien ociekowych czy innych elementów składowych instalacji. Pozwalają na wydłużenie żywotności urządzeń i aparatów, a także znaczną redukcję kosztów związanych z naprawami i remontami.

W trakcie pracy urządzeń czy instalacji występują sytuacje awaryjne wymagające odpowiednich reakcji mających na celu jak najszybsze przywrócenie urządzenia czy instalacji do ruchu. Dla takich sytuacji proponujemy technologie i rozwiązania BELZONY charakteryzujące się wysoką skutecznością i powszechnością stosowania. Należy do nich technologia Belzona SuperWrapII, dzięki zastosowaniu której nie tylko zostanie usunięta awaria, ale powierzchnia w miejscu awarii znacząco wzmocniona.

Technologie BELZONA pozwalają na rozwiązanie wielu problemów i nic nie świadczy o tym lepiej jak zadowolenie klienta i co jest dla nas bardzo ważne - otwartość na dzielenie się tymi doświadczeniami z innymi w ramach cyklu „BELZONA – polecam z doświadczenia”. To buduje społeczność użytkowników, dla których BELZONA spełniła ich oczekiwania i pozwoliła na efektywne kosztowo – organizacyjne działania. Zapraszamy do bycia z nami w tej społeczności.

Zapraszam do lektury
Wiesław Kuczek
Dyrektor Naczelny BELSE



W następnym numerze

Wydanie specjalne, a w nim 30 wyjątkowych aplikacji z okazji 30 lat współpracy Belse z Belzoną, a także wywiady z ciekawymi ludźmi, konkurs z nagrodami + niespodzianka.

 **Znajdź nas na LinkedIn i nie przegap wydania specjalnego!**

Zapisz się!



▶ aby uzyskać dostęp do Bazy Wiedzy Belse, otrzymywać informacje o bezpłatnych seminariach, a także elektroniczną wersję eKompasu - zapisz się na www.belse.com.pl/newsletter

KOMPAS

BELSE Spółka z o.o.
ul. Szyprów 17, 43-382 Bielsko-Biała
Tel. 33 810 07 18, fax 33 818 46 79

 **BELSE**


Ulepszenie • Naprawa • Ochrona



www.belse.com.pl



Naprawy oraz ochrona kompozytami polimerowymi urządzeń HVAC



Autor tekstów

Roman Masek

Dyrektor Techniczny BELSE

► **Komfort klimatyczny (w tym komfort cieplny) i jakość powietrza w pomieszczeniach są kształtowane przez systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji w skrócie HVAC (ang. Heating, Ventilation and Air Conditioning). Dzięki tym systemom możemy utrzymywać optymalne warunki tj. temperaturę, czystość i wilgotność powietrza pomieszczeń, w których przebywamy niezależnie od warunków pogodowych panujących na zewnątrz.**

Obecnie system HVAC jest jednym z najważniejszych elementów technicznego wyposażenia budynków i hal. Rozwój budowy i struktury systemów HVAC w sposób bezpośredni zależy od wymagań komfortowych i energetycznych. Według polskich wymagań obowiązujących od 2008 roku, maksymalne roczne zużycie energii w budynkach dla ogrzewania i wentylacji wynosi 58-105 kWh/(m²a), a od 1 stycznia 2021 r. obowiązuje w Polsce przepis wprowadzający udział energii nieodnawialnej na poziomie 45 kWh/m² uwzględniający także przygotowanie CWU (Ciepłej Wody Użytkowej) dla budynków użyteczności publicznej. Składniki komfortu klimatycznego, w tym komfortu cieplnego, zależą od temperatury, wilgotności względnej i prędkości powietrza, stopnia aktywności ludzi przebywających w danym pomieszczeniu oraz izolacyjności ich odzieży (np. współczynnik przewodzenia ciepła przy wymianie ciała ludzkie w ubraniu/otoczenie, dla klasycznego garnituru wynosi 0,233 m²K/W).

Wietrzenie pomieszczeń to dziś zdecydowanie zbyt mało!

Wymagania dotyczące komfortu cieplnego i jakości powietrza w ostatnich latach bardzo się zmieniły, a formuły pozwalające opisać parametry komfortu są coraz bardziej precyzyjne. Wprawdzie stworzenie klimatu, który zadowoliliby wszystkich nie jest możliwe, ale rzecz w tym, aby niezadowolonych z klimatu w danym obiekcie było jak najmniej. Znaczący wkład w kreowaniu klimatu pomieszczeń wniósł prof. P.O. Fanger, którego prace wykorzystano do stworzenia norm. Fanger, jak niegdyś Ludwik Boltzman tworząc podstawy teorii w termodynamice, wprowadził do praktyki formuły statystyczne, w tym przypadku dotyczące komfortu cieplnego tj. przewidywaną średnią ocenę, przewidywany odsetek niezadowolonych oraz wskaźnik przeciągu. Odsetek niezadowolonych Fanger wyznacza z następującej zależności określając ją jako PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied):

$$PPD = (t_B - t_L)(w - 0,05)^{0,6223} (3,143 + 0,369w t_u) \quad (1)$$

PPD – odsetek niezadowolonych

t_L – temperatura powietrza w pomieszczeniu [°C]

t_B – temperatura powierzchni skóry [°C]

w – średnia prędkość powietrza [m/s]

t_u – stopień turbulencji [%]

Komfort cieplny na odpowiednim poziomie wywołuje zadowolenie i syntetycznie można to (ilościowo) wyrazić wzorem :

$$T_{io} = a T_{e,r} + b \quad (2)$$

T_{io} - operacyjna wewnętrzna temperatura komfortu

$T_{e,r}$ - temperatura zewnętrzna

a, b - współczynniki wyznaczone o dane statystyczne

Czyste powietrze – czyli jakie?

Oprócz odpowiedniej temperatury w pomieszczeniu dla zapewnienia komfortu adaptacyjnego konieczne jest także zagwarantowanie czystości powietrza, czyli odpowiedniego składu chemicznego maksymalnie zbliżonego do czystego powietrza zewnętrznego. Źródłem zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach mogą być urządzenia, nieszczelności instalacji, otwarte procesy produkcyjne, ale także ludzie (emisja CO₂, różne zanieczyszczenia zapachowe itp.). W czasach pandemii szczególnie ważne staje się również oczyszczanie powietrza z mikroorganizmów chorobotwórczych tj. bakterii i wirusów. Jednym ze sposobów jest zastosowanie w centralach wentylacyjnych jonizatorów oczyszczających powietrze. Jonizacja powietrza polega na wytwarzaniu jonów, które gromadząc się na powierzchni mikroorganizmów powodują ich unicestwienie. Oprócz tego jonizatory przyczyniają się do usuwania pyłów z powietrza (PM 2,5 i PM 10) oraz innych zanieczyszczeń, w tym różne alergenów, pleśń i grzyby. Naturalnie dla pełnego oczyszczenia powietrza konieczne jest zastosowanie filtrów, które wylapują zanieczyszczenia stałe tym skuteczniej im wyższej klasy filtry zastosujemy (wstępne, medium i dokładne). Rekomendacje, wymagania oraz przepisy zawarte w dyrektywach i normach zawarto poglądowo w tabeli 1 oraz w tabeli 2 zawierających dane z normy PN-EN 13779.

Tabela 1. Wymagane strumienie powietrza dla uzyskania jakości powietrza

Jakość powietrza W pomieszczeniach	Udział niezadowolonych	Jakość powietrza [zawartość zanieczyszczeń]	Wymagany strumień powietrza [m³/h]
Wysoka	15	1,0	36,0
Standardowa	20	1,4	25,2
Minimum	30	2,5	14,4

Tabela 2. Klasyfikacja jakości klimatu wewnętrznego

Kategoria jakości powietrza	Opis jakości powietrza IAQ	Poziom CO ₂ ponad poziom w pow. zew. [ppm]	Ilość powietrza zewnętrznego [m³/h osobę]
IDA 1	Wysokie	≤400	>54
IDA 2	Średnie	400-600	36-54
IDA 3	Umiarkowane	600-1000	22-36
IDA 4	Niskie	>1000	<22

Komfort klimatyczny w pomieszczeniu zapewniony, ale jaka jest tego cena?

Paradoksalnie im większy tworzymy komfort klimatu dla jednego człowieka, tym bardziej utrudniamy zadanie drugiemu człowiekowi! Niełatwo jest dobrać, albo wręcz stworzyć (uwzględniając wszystkie współczesne wymagania dotyczące klimatu przestrzennego), systemy i urządzenia gwarantujące uzyskanie stabilnego i bezpiecznego komfortu klimatu, a chyba jeszcze trudniejsze staje się utrzymanie tych układów w ciągłej sprawności eksploatacyjnej. Mowa tu o twórcach (projektantach i konstruktorach) systemów HVAC, ale także o pracownikach serwisów i służb utrzymania ruchu urządzeń wchodzących w skład systemów wentylacji i klimatyzacji. Zmienne warunki pracy urządzeń, temperatura i wilgotność oraz agresywność chemiczna to idealne środowisko do rozwoju procesów korozyjnych powodujących niszczenie materiałów (głównie metali, w tym także nierdzewnych) powodujących skrócenie okresu eksploatacji lub nawet wyłączenie systemów z powodu awarii, których bezpośrednim powodem była postępująca korozja. Aby utrzymywać temperaturę w pomieszczeniach na stałym żądanym poziomie konieczna jest systematyczna wymiana ciepła pomiędzy pomieszczeniem/budynkiem/obiektem, a jego otoczeniem. Transfer ciepła możliwy jest dzięki zastosowaniu odpowiednich czynników termodynamicznych takich jak: freon (najczęściej stosowany w klimatyzacjach), ale ze względów ekologicznych coraz częściej, a zwłaszcza w instalacjach dużych obiektów, stosuje się jako czynnik chłodniczy tzw. wodę lodową. Jest to po prostu zwykła woda, jednak bardzo często z różnymi domieszkami, jak np. glikol czy sole, dodawanymi do wody po to, aby obniżyć jej temperaturę zamarzania. Duża koncentracja chlorków pochodzących z rozpuszczonych soli w wodzie chłodzącej oraz zróżnicowane natlenienie powodują zwiększenie aktywności korozyjnej elementów - zwłaszcza metalowych - instalacji. Skutki procesów korozyjnych zachodzących w takim środowisku najbardziej widoczne są w miejscach bezpośredniego styku metali różniamiennych (fot. 2b) i na powierzchniach ścian/blach wykonanych ze stali nierdzewnych (fot. 3). Wprawdzie stale nierdzewne (głównie chromowe) odporne są na korozję ogólną, ale ich „piętą achillesową” jest wrażliwość na korozję punktową (wżerową) wywołowaną właśnie głównie przez obecność chlorków w środowisku.



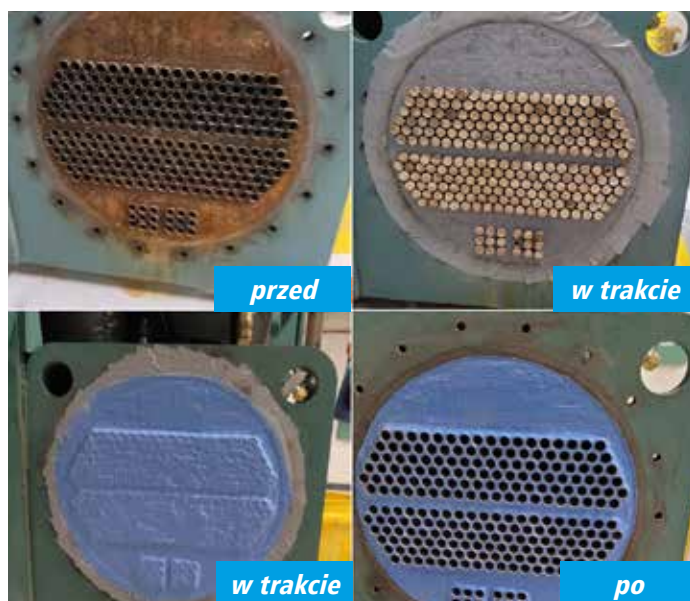
Fot.1. Zespół wymienników chillerów systemu HVAC



Fot.2a. Korozja dna sitowego wymiennika ciepła chillera



Fot.2b Korozja elektrochemiczna -wżery korozyjne w styku rurka-dno sitowe



Fot.2c. Technika obudowy i zabezpieczenia przeciwkorozyjnego dna sitowego kompozytami Belzona



Fot.3a. Wieża chłodnicza z korozją blach poszycia



Fot.3b. Wieża chłodnicza układu HVAC



Fot.4a. Korozja wanny ociekowej wieży chłodniczej układu HVAC

Korozja elementów układu HVAC – zagrożenia i zabezpieczenia

Korozja elektrochemiczna dna sitowego (fot. 2a i b) to oprócz korozji ogólnej pokryw i dennic, główny mechanizm korozyjny występujący w wymiennikach ciepła, które są podstawowym urządzeniem w niemal wszystkich układach HVAC (fot.1). Tzw. chiller to węzeł cieplny, w którym podstawowym urządzeniem jest wymiennik ciepła, a właściwie co najmniej dwa wymienniki tj. parownik i skraplacz. Dodatkowe dwa wymienniki stosuje się w agregatach absorpcyjnych wykorzystujących energię cieplną do produkcji chłodu. W tych agregatach można produkować chłód (wodę lodową) wykorzystując ciepło dotychczas uwalniane w otoczenie z innych układów. Agregaty te wykorzystują proces wrzenia i odparowania czynnika chłodniczego oraz zależność temperatury wrzenia od ciśnienia. Przy ciśnieniu atmosferycznym (ok. 1000 hPa) woda wrze w temperaturze 100°C, jednak gdy będziemy obniżać ciśnienie, tym niższa będzie temperatura wrzenia. Przy ciśnieniu 860 hPa woda wrze już w temperaturze +5°C. Ciągłemu procesowi skraplania i parowania czynnika towarzyszy przekazywanie ciepła, a woda staje się czynnikiem chłodniczym. W wyniku zraszania rur wymiennika wodą destylowaną (czynnik chłodniczy) dochodzi do odbioru ciepła doprowadzonego obiegiem powrotnym wody lodowej, które zostaje wykorzystane do odparowania zraszanego czynnika chłodniczego, w wyniku czego dochodzi do schłodzenia obiegu powrotnego wody lodowej z 12°C do 7°C (chiller). Głównym procesem korozyjnym występującym w wymiennikach ciepła układu chiller'a jest korozja elektrochemiczna wywoływana - jak już wspomniano wcześniej - przez styk rurek z dnem sitowym wymiennika ciepła. Skutkiem przyspieszonej korozji jest powstanie znacznych ubytków w dnie sitowym w miejscach wokół styku z rurą (fot. 1). Dłuższa eksploatacja wymienników bez zabezpieczenia przeciw-korozyjnego może doprowadzić do rozszczelnienia rurek i niekontrolowanego mieszania się czynników wymieniających ciepło, co ostatecznie pogarsza sprawność wymiennika. Podczas remontu zaleca się wypełnienie powstałych ubytków korozyjnych kompozytem polimerowym Belzona 1311 Ceramic R Metal, a następnie pokrycie całości dna sitowego powłoką Belzona 1321 lub Belzona 1381 (fot. 2c). Opisane zabezpieczenie całkowicie odcina kontakt wody stanowiącej elektrolit od powierzchni metalowych (rurka/dno sitowe), a więc korozja zostaje zahamowana!



Fot.4b. Wanna ociekowa (basen) wieży chłodniczej zabezpieczonej powłoką Belzona5811

Obniżanie temperatury czynnika poprzez odparowanie wykorzystywane jest również (zwłaszcza w warunkach polskiego klimatu) w urządzeniach zwanych wieżami chłodniczymi (fot. 3a i fot. 3b). Woda, którą chcemy schłodzić jest tutaj rozprowadzana po wkładzie (system rusztów) o znacznej powierzchni umożliwiającej dobrą wymianę ciepła ze strumieniem napływającego powietrza tłoczonego przez wentylator. Schłodzona woda spada do basenu i jest pompowana z powrotem do systemu klimatyzacyjnego. Mokre środowisko, zmienna temperatura, obecność chlorków w wodzie i osadzie basenowym oraz zróżnicowane natlenienie występującej podczas pracy wieży chłodniczej, to idealne warunki do rozwoju procesów korozyjnych. Korodują metalowe elementy wieży (poszycie) oraz wanna basenu (fot. 3a i 4a). Przedostawanie się produktów korozji do obiegu wody chłodzącej obniża efektywność wymiany ciepła i sprawność systemu, a skutki korozji bezpośrednio związane z ubytkami powierzchni metalowych mogą doprowadzić do rozszczelnienia i awarii układów HVAC.



**Bezpłatne
seminaria
on-line
dla przemysłu**

2000 przeszkolonych uczestników

30 lat doświadczenia w przemyśle

20 modułów tematycznych do wyboru

Sprawdź na :

www.belse.com.pl/szkolenia



BELSE

PROBLEM	MATERIAŁ NAPRAWCZY
Zabezpieczenia antykorozyjne, odporność chemiczna	Belzona 1321 Belzona 1331/1381 Belzona 1311
Zabezpieczenia antykorozyjne, odporność na średniostężone substancje chemiczne	Belzona 5111, Belzona 5811 Belzona 3131
Antykondensacja, zabezpieczenia antykorozyjne, izolacja termiczna	Belzona 5871

Aby skutecznie wyeliminować problemy powodowane korozją wystarczy zastosować specjalne powłoki ochronne o wysokiej odporności na przenikanie chlorków Cl⁻ oraz praktycznie o zerowej nasiąkliwości wodą. Takie wymagania spełnia powłoka kompozytowa Belzona 5811 (fot. 4b) przeznaczona do permanentnego zanurzenia w wodzie o dużym zasoleniu oraz niskoprocentowych chemicznie agresywnych roztworach wodnych. Dla wyższych temperatur rekomenduje się zastosowanie powłoki kompozytowej Belzona 5892.

Podstawowe właściwości materiałów kompozytowych Belzona:

- materiał łatwy w użyciu - nie wymaga specjalistycznych narzędzi
- szybka naprawa - bez długich przestojów
- bezpieczeństwo pracy - naprawa bez otwartego ognia tzw. spajanie na zimno
- naprawa zwiększa trwałość naprawianych elementów
- przeglądy instalacji przebiegają sprawniej

Kluczowe obszary zastosowań materiałów Belzona w systemach HVAC:

- naprawa elementów instalacji wody lodowej poddanych erozji i korozji, skorodowanych chillerów z powtarzającymi się wyciekami, łopatek wentylatorów, przeciekających kanałów
- zabezpieczenie przeciwkorozyjne układów chłodzenia (wieże chłodnicze - wieże wentylatorowe, zbiorniki, rury, wymienniki ciepła), ochrona przed korozją elektrochemiczną oraz oddziaływaniem substancji chemicznych
- ochrona przed skutkami zjawiska kondensacji wilgoci na elementach instalacji chłodzenia/ogrzewania



BELZONA®

Ulepszenie • Naprawa • Ochrona

Jeśli zainteresował Cię ten artykuł, chcesz uzyskać więcej informacji lub podzielić się swoim doświadczeniem – napisz do nas na: belse@belse.com.pl



Naprawa oraz wzmocnienie zbiorników i rurociągów



► **Utrata szczelności to jedna z głównych przyczyn wystąpienia awarii. Zbiorniki, rurociągi w trakcie ich eksploatacji poddane są działaniu różnych mediów, rzecz jasna wywołujących narażenie ich powierzchni na niszczenie korozyjne, przyspieszone wycieranie. Konieczność interwencji serwisowej, dokonania kosztownej wymiany, zatrzymania ruchu (produkcji), ryzyko wypadku dla pracowników, a nawet katastrofy obiektu technicznego to konsekwencje stałego zużywania się materiałów prowadzące do wystąpienia niekontrolowanego lub niespodziewanego wycieku. W jaki sposób zapobiec awarii i jak dokonać wzmocnienia osłabionych elementów instalacji?**

Korozja rozumiana jako niszczenie materiałów, zwykle metali, jest wynikiem oddziaływania tych materiałów z środowiskiem. Zatem aby zapobiec niszczeniu materiałów konieczne jest odpowiednie zabezpieczenie ich powierzchni przed agresją środowiska. Oczywiście dostępne są bardzo różne sposoby ochrony przeciwkorozyjnej, w tym najczęściej stosowana (80% wszystkich działań) ochrona powłokowa. Stosuje się także ochronę elektrochemiczną oraz rzadziej modyfikację środowiska (inhibitory, klimatyzacja, osuszanie itp.).

Podstawową kwestią w kontekście trwałości obiektu chronionego, jest odpowiedź na pytanie – czy zastosowana ochrona powłokowa (lub inna) jest dobrze zaprojektowana dla ekspozycji obiektu w danym środowisku? tzn. na jaki okres trwałości zabezpieczenia możemy liczyć lub jaki jest spodziewany czas eksploatacji bezawaryjnej. Koniecznym staje się zatem nie tylko określenie doraźnej odporności zabezpieczenia na oddziaływanie ze środowiskiem (np. stal/powłoka/kwas), lecz także uwzględnić należy bariero-

wość powłoki, czyli „szczelności materiału powłoki” na przenikanie skrośne czynników korozyjnych (woda, chlorki i inne jony). Wykonanie zabezpieczenia powłokowego, mimo że w początkowym okresie daje nam komfort „świętego spokoju”, to jednak wraz z upływem czasu bez naszej świadomości może dochodzić do stopniowego lub nagłego pogorszenia ochrony. Oczywiście zdarza się to w przypadku złego doboru powłok, ale też z powodu niestabilnego środowiska pracy obiektu (zmienne stężenia zanieczyszczeń, zmienna temperatura – szoki termiczne) wykraczające poza możliwości i osiągi zabezpieczenia. Jeśli nawet postanowimy zrezygnować z powłok i np. zastosować stal nierdzewną (austenityczną, ferrytyczno-austenityczną znaną jako typu duplex), to i tak pojawi się problem korozji punktowej (wżerowej), na którą te stale są wrażliwe, a ewentualne podniesienie odporności stali (podniesienie stanu pasywnego – wzrost wartości współczynnika PREN) na korozję wżerową może okazać się nieoptymalne. Opisany obraz sytuacji wskazuje na nieuchronność procesów korozyjnych, które przebiegają w sposób ciągły, a których głównym efektem jest skrócenie czasu eksploatacji obiektu lub nawet wystąpienie nagłego uszkodzenia korozyjnego prowadzącego do awarii. Dobrym przykładem jest korozja stali (zbiorniki, rurociągi, kolumny) pod izolacją termiczną gdzie powierzchnie stali zakryta warstwą wełny izolacyjnej, jest niewidoczna dla służb użytkujących obiekt i dopiero wyciek sygnalizuje, że jest problem (fot. 1). W innym przykładzie, gdzie nie spodziewano się problemu, korozja wywołała znaczne zmniejszenie grubości blachy stalowej tym razem naprężenia własne pochodzące od spawania doprowadziły do przyspieszonej korozji w strefie spoiny (fot. 2).



Jak osiągnąć planowaną trwałość i uniknąć awarii?

Odpowiedź jest prosta – zastosować odporny na warunki eksploatacji materiał lub odpowiednie zabezpieczenie przeciwko zużyciu się stali (ogólnie materiałów) w następujących narażeniach:

1. Przeciw wycieraniu
2. Przeciw agresji chemicznej
3. Przeciw korozji ogólnej i specyficznej (wżerowa, stężeniowa, naprężeniowa itp.)

Wśród powłok kompozytowych Belzona znajdziemy odpowiednio wytrzymały materiał dla zapewnienia niezawodnej eksploatacji obiektu poddanego narażeniu środowiska opisanego w punktach 1-3. W niniejszym opracowaniu skupiono się wyłącznie na przypadkach rozwiązania problemu gdy metal (lub inne materiały) uległ już zniszczeniu lub osłabieniu w wyniku jego eksploatacji niezależnie od tego czy był w jakikolwiek sposób zabezpieczony czy też nie posiadał żadnej ochrony.

Jeśli obiekt jest już w eksploatacji i dodatkowo wiemy o pogarszającym się stanie technicznym eksploatowanych elementów, to możemy zapobiec awarii poprzez odpowiednie wzmocnienie konstrukcji przeprowadzone nawet bez jej odstawienia z ruchu. Zadanie jest trochę ułatwione w eksploatacji zbiorników i rurociągów podlegających dozorowi technicznemu, głównie dla tego, że mamy tu obowiązek monitorowania stanu technicznego. Cykliczne przeglądy w tym np. pomiar grubości ścianki, pozwala na wcześniejszą reakcję w razie stwierdzenia mniejszych wartości w stosunku do nominalnych grubości. W skrajnym przypadku zmierzona grubość ścianki może być niższa od tzw. *krytycznej lub dopuszczalnej* grubości minimalnej. W takich przypadkach obiekt jest wyłączany z eksploatacji. Zbiornik stalowy przedstawiony na zdjęciu (fot. 2) – to właśnie taki przypadek, gdzie optycznie wygląda on dobrze natomiast pomiary ultradźwiękowe płaszcza stalowego wykazały obecność miejsc o krytycznych grubościach ścianki. Charakterystyczne okazało się to, że powodem utraty grubości była oczywiście korozja, ale rozwijająca się prawie wyłącznie w obrębie spoin spawalniczych. Szczegółowy rozkład zmierzonych grubości ilustruje rys.1. Czynnikiem przyspieszającym rozwój korozji okazały się naprężenia własne po spawaniu oraz lokalna zmiana struktury stali pod wpływem temperatury powstałej podczas spawania. Połączone oddziaływanie warunków środowiskowych (chlorki, wilgoć, inne

zanieczyszczenia jonowe) oraz naprężeń, zarówno własnych jak i przyłożonych, wywołuje przyspieszenie procesów korozyjnych. W takim stanie omawiany zbiornik nie mógł już być eksploatowany. Rozważano dwa warianty naprawy sytuacji: spawanie nakładek z blachy stalowej w miejscach zniszczeń korozyjnych oraz budowa nowego zbiornika. W pierwszym przypadku naprawa jest skuteczna, ale nadal mamy do czynienia ze spoinami spawalniczymi i co więcej, tworzy się w tej technice dodatkowe obszary intensywnej korozji na skutek zwiększenia ilości połączeń spawanych. Oczywiście budowa nowego zbiornika na dotychczasowym projekcie jest rozwiązaniem problemu, ale bardzo kosztownym i wciąż pozostaje kwestia korozji płaszcza opisana powyżej. W konkretnym przypadku zdecydowano jednak o zastosowaniu innowacyjnej techniki wzmocnienia zbiornika. Najbardziej osłabione korozją obszary płaszcza stalowego wzmocniono techniką kompozytową **Belzona SuperWrapII**. Technologia polega na wypełnieniu powstałych ubytków korozyjnych kompozytem polimerowym Belzona 1111 (fot. 3), tak aby wyrównać powierzchnię ścianki do grubości nominalnej, a następnie nakłada się warstwy specjalnej tkaniny z włókna węglowego (fot. 4) na specjalnej żywicy polimerowej (fot. 5 i fot. 6). Całość technologii naprawy zbiornika została uzgodniona z dozorem technicznym, a na wydanie zgody na przeprowadzenie naprawy istotny wpływ miały obliczenia przeprowadzone w oparciu o normę PN-EN-ISO 24817 oraz referencje z wcześniej przeprowadzonych napraw. Algorytm postępowania zawarty w normie, oparty na pełnych informacjach o parametrach eksploatacyjnych (ciśnienie w zbiorniku, temperatura, parametry otoczenia itp.), zaistniałych defektach, jak i po naprawie spodziewanym okresie trwałości obiektu, dokładnie określa sposób obliczenia wymaganej wytrzymałości oraz trwałości wzmocnienia. Dla opisanego przypadku zbiornika stalowego dokonano stosownych obliczeń i wyznaczono obszary do wzmocnienia systemem **Belzona SuperWrapII**.

Fot.1.
Korozja pod izolacją
wraz z widocznym wyciekami
medium

Fot.2.
Zniszczenia korozyjne (za-
znaczone farbą) w strefie
połączeń blach stalowego
zbiornika cieczy procesowej

Fot.2a.
Zniszczenia korozyjne w stre-
fie połączeń blach stalowego
zbiornika cieczy procesowej

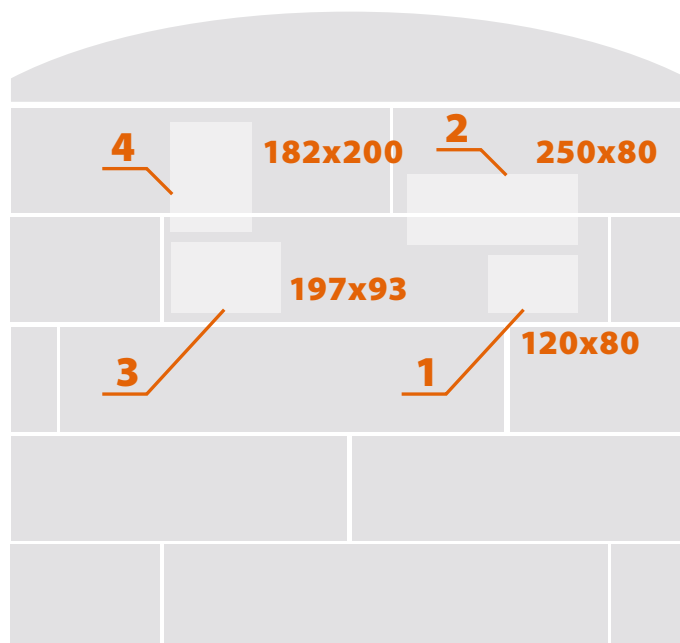
Fot.3.
Reprofilacja powierzchni
płaszcza stalowego
kompozytem Belzona1111

Fot.4.
Arkusz tkaniny wzmacniają-
cej z włókna węglowego do
systemu BelzonaSWII





Rys.1. Pomiary ultradźwiękowe grubości płaszcza stalowego zbiornika cieczy procesowej. Na zielono grubości nominalne



Rys.2. Rzut planu rozmieszczenia arkuszy systemu BelzonaSWII - 4 pola z 16

Zasadniczo w normie PN-EN-ISO 24817 wyróżnia się dwie główne ścieżki obliczeń tj. jedna, gdy stwierdza się tylko zmniejszenie nominalnej grubości ścianki (wg normy typ defektu: A), natomiast drugi tok obliczeń jest dla przypadku wystąpienia perforacji ścianki (po prostu dziura, wg normy typ defektu: B). W omawianym przypadku perforacji płaszcza stalowego nie stwierdzono. W tabeli nr 1 podano parametry eksploatacyjne zbiornika oraz wyniki obliczeń technicznych systemu kompozytowego **Belzona SuperWrapII** jako wzmocnienia zbiornika.



Zbiornik stalowy cylindryczne o osi pionowej V2000	
Średnica (mm)	17750
Wysokość (mm)	10879
Ciśnienie obliczeniowe (bar)	0,025/-0,005
Temperatura robocza (°C)	-20 / +27
Masa aparatu pustego (kg)	74590
t_{design} grubość warstwy kompozytu wzmacniającego (mm)	4
Ilość warstw tkaniny węglowej	2
Ilość warstw kompozytu Belzona®1982	4
L_{over} długość nakładki poza linią defektu (mm)	674

Fot.5. Pierwsza warstwa żywicy polimerowej Belzona1982 nałożona na obszar wzmacniany po reprofiliacji ubytków

Fot.6. Nakładanie warstw systemu Belzona SWII na płaszcza stalowy



BELZONA – - polecam z doświadczenia

Rozmowa z Tomaszem Janiakiem, konsultantem technicznym Belse o wyjątkowej aplikacji, która przywróciła bezpieczeństwo pracowników i procesów w wielkim zakładzie produkcyjnym.

Jaką branżę reprezentuje Klient i z jakim problemem zwrócił się?

To zakład produkcyjny w woj. pomorskim, będący w światowej czołówce produkcji papieru, celulozy i opakowań opartych na włóknach. Od dłuższego czasu poszukiwali rozwiązania, które pełniłoby jednocześnie funkcje termoochrony (zabezpieczenie pracowników przed oparzeniami), chemoodporności, a także ochrony przed agresywnym medium płaszczą. Wymogiem była również możliwość przeprowadzenia łatwej kontroli stanu technicznego płaszczą zewnętrznego, co stanowi część zadań prewencyjnych w zakładzie.

Czy trudno było sprostać oczekiwaniom Klienta?

Największym wyzwaniem była sama instalacja generująca wiele zagrożeń z uwagi na medium niebezpieczne – siarczan glinu powodując korozję płaszczą zbiornika. Do tego dochodzi wysoka temperatura zbiorników (nawet 85°C) i zdarzenia potencjalnie niebezpieczne – poparzenia wśród pracowników, a także możliwość awarii chemicznej (wycieki), a w konsekwencji zatrzymanie produkcji. Klient w przeszłości wielokrotnie poszukiwał właściwych rozwiązań – bezskutecznie. Dopiero materiałem Belzona 5871 można było rozwiązać problem kompleksowo.

Jakie rozwiązania zaproponowano?

Po dokonaniu wizji lokalnej i analizie sytuacji na miejscu w zakładzie zaproponowałem technologię naprawy z użyciem powłoki termoochronnej Belzona 5871, która zapewnia wysokie właściwości chemoodporności, jest antykorozyjna, a przede wszystkim gwarantuje bezpieczeństwo pracowników przed oparzeniami.

Jak przebiegał proces modernizacji?

Powłoką Belzona 5871 zabezpieczono dolne części zbiorników siarczanu glinu, gdzie temperatura maksymalna stalowej powłoki konstrukcyjnej wynosiła nawet do 85°C. Dzięki zastosowaniu powłoki Belzona 5871 uzyskaliśmy temperaturę powierzchni

poniżej 60°C, co stanowi zabezpieczenie przed oparzeniem przy dotyku wg ASTM C 1055. Bezpieczeństwo ludzi oraz procesu produkcyjnego traktujemy jako wartość nadrzędną.

Jakie właściwości materiałów zadecydowały o wyborze Belzony 5871?

Wysoce specjalistyczne materiały Belzona cechują się wyjątkową efektywnością w zakresie czasu naprawy, skuteczności, okresu eksploatacji a także bezpieczeństwa stosowania i użytkowania. W tym konkretnym przypadku kluczowe było połączenie właściwości kilku produktów w jednym materiale, czyli: chemoodporność, termoizolacja i anty-korozja. Dodatkowo Klient docenił łatwość aplikacji. Dzięki temu spełniliśmy oczekiwania, a wykonana modernizacja znacznie usprawniła działania prewencyjne podczas eksploatacji zbiornika z medium niebezpiecznym i zwiększyła bezpieczeństwo procesu produkcyjnego w zakładzie.

Czy można mówić o przełomie technologicznym?

Dokładnie tak jest! Belzona 5871 to innowacyjny materiał w walce z korozją pod izolacją przy jednoczesnym zabezpieczeniu chemoodpornym. To rewolucyjne wsparcie dla działań prewencyjnych, dzięki czemu można kontrolować stan instalacji i na bieżąco reagować, co dotychczas nie było możliwe. To niezastąpiony materiał ochronny w wielu zakładach w różnych branżach przemysłu.

Dziękuję za rozmowę.



POWŁOKA TERMООOCHRONNA

BELZONA 5871

- Przeznaczona do ochrony i izolacji termicznej zbiorników, rurociągów, wymienników ciepła i innych urządzeń izolowanych cieplnie.
- Zwiększa bezpieczeństwo i wydłuża okres eksploatacji urządzeń, a także gwarantuje skuteczną ochronę przed oparzeniami.

Dlaczego **BELZONA 5871**?

- zapewnia izolację termiczną zimnych i gorących powierzchni
- tworzy zabezpieczenie antykorozyjne
- chroni przed oparzeniem w przypadku dotyku
- może być nakładana ręcznie lub natryskiem
- zapobiega wykraplaniu wilgoci lub przemrażaniu (szron) powierzchni rur i zbiorników



Zobacz na naszym kanale YouTube jak działa **BELZONA 5871**





Czy wiecie że...

...zabezpieczyliśmy platformę wydobywczą na Bałtyku materiałem Belzona 5831

Na skutek ciągłego tarcia przepływającej wody morskiej powstała erozja powłoki wokół słupów nóg kratowych platformy wydobywczej Baltic Beta umieszczonej na Morzu Bałtyckim. W konsekwencji postępującej korozji stali mogło dojść do osłabienia całej konstrukcji. Nie było możliwości przerwania pracy na remont, gdyż platforma nieprzerwanie eksploatuje złożę ropy naftowej B3 na Morzu Bałtyckim.

Zespół inżynierów Belse opracował technologię naprawy w oparciu o materiał kompozytowy Belzona 5831 (ST-Barrier), dzięki czemu naprawę wykonano na miejscu - bez konieczności wyłączenia platformy wydobywczej z eksploatacji i bez dodatkowych kosztów transportu oraz dokowania.

Materiał Belzona 5831 (ST-Barrier) został opracowany specjalnie do zastosowań na powierzchniach mokrych i zaolejonych, których nie można osuszyć przed jego zastosowaniem oraz do zastosowań podwodnych. Powłoka usuwa wodę z powierzchni, zapewniając maksymalne przyleganie do powierzchni. Po utwardzeniu zapewnia powłokę barierową zabezpieczającą wyposażenie eksploatowane w zanurzeniu lub mające kontakt z roztworami wodnymi, charakteryzuje się doskonałym przyleganiem do powierzchni metalowych i niemetalowych. Może być stosowany także w niskich temperaturach (5%).



 **BELSE**


BELZONA[®]
Ulepszenie • Naprawa • Ochrona

www.belse.com.pl