

KOMPAS

www.belse.com.pl

M A J 2 0 2 4

Artykuły:

o regeneracji, modernizacji, poprawie sprawności pomp i wirników turbin wodnych

Wywiady:

- o tym jak wspieramy produkcję browaru
- o rozwiązaniach, które przynoszą oszczędności naszym klientom



Wiesław Kuczek
Dyrektor Naczelny BELSE

Szanowni Państwo,

Jednym z problemów, z jakim przystaje nam się mierzyć w ostatnich latach jest globalne ocieplenie. Skutki obserwujemy w zmianach pogodowych. Tak ciepłego lutego, jak tegoroczny luty nie odnotowano w historii obserwacji zjawisk pogodowych od niepamiętnych czasów. Widzimy też jak zachowują się lodowce górskie oraz wieczne zmarzliny w Arktyce czy na Antarktydzie. W tej sprawie, 12 grudnia 2015 roku przyjęto Porozumienie Paryskie (ang. Paris Agreement) – porozumienie wieńczące 21 Konferencję ONZ w sprawie zmian klimatu w 2015 roku. Ta świadomość jest obecna w firmie BELSE, a nasze działania oraz proponowane rozwiązania z zastosowaniem produktów BELZONA idą w kierunku zgodnym z powyższym porozumieniem.

W naszym kraju obserwujemy również duże zaangażowanie zarówno w sektorze przemysłowym, jak i prywatnym w obszarze energii odnawialnej. Jesteśmy więc obecni, czy to na farmach wiatrowych, czy też w elektrowniach wodnych. We wcześniejszym Kompasie zaprezentowaliśmy naprawy łopat wiatraka, zaś w tym numerze możecie Państwo zapoznać się jak można przeprowadzić regenerację i modernizację wirnika turbiny wodnej z zastosowaniem technologii i produktów BELZONA. Dzięki temu jesteśmy w stanie poprawić sprawność urządzeń i układów przepływowych. Poprawę sprawności pomp prowadzimy od wielu lat, a skuteczność technologii BELZONA w tym zakresie potwierdzona jest przez instytuty naukowo – badawcze.

To, co jest również zgodnym z naszymi pro-zielonymi działaniami, to nastawienie na maksymalne wykorzystanie maszyn/urządzeń i w razie ich awarii naprawa, a następnie powrót do działania. Technologie naprawcze BELZONA niejednokrotnie pozwalają nie tylko na efektywne naprawy, skrócenie czasu przestoju, ale w znaczący sposób przyczyniają się do zmniejszenia śladu węglowego.

Nie mógłbym pominąć jeszcze jednego aspektu zastosowań technologii i produktów BELZONA, a mianowicie opinii naszych klientów. Na bazie tych opinii pojawiających się w trakcie bezpośrednich spotkań, czy to na organizowanych przez nas seminariach, konferencjach, czy w trakcie wizyt w zakładach, możemy budować i udostępniać Państwu bazę aplikacji, ale również potwierdzenia skuteczności i efektywności prezentowane przez naszych klientów.

Jeżeli chcielibyście Państwo podzielić się swoimi doświadczeniami z zastosowania technologii i produktów **BELZONA**, proszę o kontakt na adres: mojaopinia@belse.com.pl.

Spis treści

Belzona – inżynieria zielonych rozwiązań - Wiesław Kuczek	2
Jest szansa na ograniczenia zużycia energii - Roman Masek	4
Regeneracja i modernizacja wirników turbin wodnych - Roman Masek	6
O tym, jak wspieramy produkcję browaru - wywiad z ROBERTEM DMOWSKIM	9
BELSE DREAMTEAM	10
Poprawa sprawności pomp i turbin wodnych - Roman Masek	12
O rozwiązaniach, które przynoszą oszczędności - wywiad z LEONEM WOJCIECHOWSKIM	15
Dlaczego Belzona? - zastosowania w polskich zakładach	16
Czy wiecie że...	18
Seminaria techniczne	19
Wyróżnienie!	20

Jest szansa na ograniczenia zużycia energii!

Gazy cieplarniane (GHC), nazywane również gazami szklarniowymi (greenhouse gases) wchodzą w skład atmosfery ziemskiej, która dzięki ich właściwościom fizyko-chemicznym zatrzymuje ciepło z promieniowania słonecznego. Atmosfera ziemska działa jak swego rodzaju ogromna szklarnia otaczająca Ziemię, gdzie słońce ogrzewa wewnętrzną atmosferę, zaś ciepło uwięzione wewnątrz nie może uciec na zewnątrz (do kosmosu) i w ten sposób glob staje się cieplejszy, zapewniając przetrwanie istot żywych na Ziemi.

Warunki klimatyczne sprzyjające powstaniu, a następnie rozwojowi życia na Ziemi, zaistniały w dużej mierze przez obecność w atmosferze (i to już od milionów lat) niektórych gazów cieplarnianych. Gazy takie jak para wodna, dwutlenek węgla, metan stanowią naturalne składniki atmosfery, jednak w skutek działalności człowieka pojawiły się w niej zasadnicze zaburzenia w stężeniu oraz nowe nienaturalne składniki w postaci gazów cieplarnianych takich jak np. SF₆, HFC i wiele innych. Naturalnym jest, że atmosfera ziemska przepuszcza tylko część promieniowania słonecznego, a te które dociera do powierzchni Ziemi, jak już wspomniano wcześniej - ogrzewa ją. Ciepło oddawane jest potem w postaci promieniowania podczerwonego i to właśnie długofalowe promieniowanie jest pochłaniane przez gazy cieplarniane i nie jest przepuszczone do przestrzeni kosmicznej, co powoduje powstanie efektu cieplarnianego. Przez stałe „nienaturalne dodawanie” do atmosfery gazów cieplarnianych powoli, ale jednak systematycznie, Ziemia coraz bardziej ogrzewa się.

Jednym z głównych gazów cieplarnianych jest CO₂, którego stężenie w powietrzu od początku rewolucji przemysłowej wzrosło z 10% (od poziomu naturalnego) do 30% i to ma bezpośredni wpływ na zwiększenie pochłaniania promieniowania podczerwonego, a więc w efekcie do zatrzymania większej ilości ciepła w atmosferze ziemskiej. Zarówno dwutlenek węgla jak i np. tlenki azotu (także niekorzystne), emitowane są do atmosfery nadmiarowo w wyniku spalania dużej ilości paliw kopalnych wykorzystywanych m.in. energetyce.

Już teraz możemy ograniczyć emisję tych gazów, choćby poprzez ograniczenie zużycia energii - możemy to zrobić przykręcając grzejnik oraz zmniejszając zużycie wody. Czy zdajemy sobie sprawę, że intensywnie eksploatowany smartfon zużywa tyle energii elektrycznej co średniej wielkości lodówka domowa? Naprawdę, w wielu obszarach ludzkiej działalności jest szansa na ograniczenia zużycia energii!

W niniejszym wydaniu „Kompasu” prezentujemy artykuły opisujące kilka możliwości - z jednej strony zmniejszenia energochłonności, a z drugiej zastosowania technik zwiększenia możliwości wytwórczych bez emisji gazów cieplarnianych. Poprawa sprawności pomp wirowych poprzez zastosowanie kompozytowych powłok polimerowych Belzona przyczynia się do zmniejszenia energochłonności urządzeń, zaś pokrycie tymi powłokami powierzchni hydraulicznych turbin wodnych umożliwia wygenerowanie więcej energii elektrycznej w jednostce czasu. Jeszcze bardziej możemy ograniczyć zużycie energii oraz surowców stosując regenerację części zamiast wymieniać je na nowe. Oszacowano, że zużycie energii na wytworzenie nowego wirnika np. wirnika pompy jest aż o ponad 70-80% bardziej energochłonne w porównaniu do regeneracji kompozytami polimerowymi „starego” czyli zużytego wirnika. Podane sposoby modernizacji i regeneracji części maszyn przepływowych oraz innych urządzeń należą do technik niskoemisyjnych!



Roman Masek
Dyrektor Techniczny BELSE



Regeneracja i modernizacja wirników turbin wodnych

▶ **Stal można, a nawet trzeba konserwować i regenerować, szczególnie obecnie, w dobie nasilającego się kryzysu gospodarczego i energetycznego. Ekspozycja turbin wodnych na działanie czynników atmosferycznych oraz zużycie mechaniczne powodują narastanie nierówności powierzchni, a co za tym idzie zmniejszenie sprawności. Kompozyty Belzona regenerują uszkodzoną powierzchnię stali, poprzez ekstremalne zmniejszenie współczynnika chropowatości oraz konserwują ją, chroniąc przed dalszymi uszkodzeniami.**

Energia płynu rzeczywistego w przepływie ulega systematycznemu rozproszeniu, zwiększając straty energetyczne powstające w układach hydraulicznych. Straty w przepływie mogą powstawać lokalnie lub mieć charakter liniowy. Straty liniowe wywołane są przez siły oddziaływania molekularnego pomiędzy cząsteczkami płynu a molekułami powierzchni ścianki (wirnika, kierownicy, rurociągu itp.) oraz pomiędzy molekułami płynu w całej jego objętości (masie). Straty lokalne jak sama nazwa wskazuje powstają w konkretnych punktach, obszarach przepływu takich jak: krawędź natarcia łopatki, kryza, zawór lub spowodowane są gwałtowną zmianą kształtu kanału. W sposób oczywisty straty w przepływie stanowią znaczący udział w kosztach eksploatacji maszyn hydraulicznych.



Fot. 1 Powierzchnia łopatki turbiny Kaplana po latach eksploatacji (rzeka Odra)

Chropowatość powierzchni

Wyznaczając jako wartość chropowatości średnią wysokość nierówności w różnych miejscach powierzchni kanału, otrzymujemy pewną wartość, która w obliczeniach strat w przepływie określana jest jako chropowatość bezwzględna i w literaturze określana jest najczęściej symbolem k i wyrażana jest w mm. W kanałach nowych wartość tego współczynnika może wahać się w granicach 0,02 – 0,1 mm, natomiast dla kanałów po wieloletniej eksploatacji mogą te wartości osiągać nawet do 3 mm (korozja, wżery kawitacyjne, narosty itp.). W praktyce bardziej istotną wielkością jest tzw. chropowatość względna ϵ , tzn. odniesiona do przekroju poprzecznego kanału. Im przepływ jest bardziej turbulentny, tym istotniejsze znaczenie odgrywa chropowatość kanału. Tą prawidłowość wyraża się w współczynniku oporów liniowych λ i obejmuje on rodzaj ruchu płynu (liczba Reynolds'a) oraz chropowatość powierzchni kanału. Poglądowo (dla uproszczenia obliczeń) można wyliczyć wartość strat energetycznych w przepływie na długości L przyjmując kanał o przekroju kołowym o średnicy D i stosując formułę Darcy'ego-Weisbacha:

$$h_{str} = \lambda \frac{Lv^2}{D^2g}$$

gdzie:

h_{str} – wartość strat energetycznych [..m];
 λ – współczynnik oporów liniowych [-];
 L – długość [m];
 v – średnia prędkość przepływu [..m/s];
 D – średnica przekroju kołowego [m];
 g – przyspieszenie ziemskie [m/s²..].

Dla przekroju dowolnego, jako liniowy wymiar charakteryzujący przekrój najczęściej stosuje się promień hydrauliczny R_h wg definicji:

$$R_h = \frac{F}{O_{zw}}$$

gdzie:

R_h – promień hydrauliczny [..m];
 F – pole przekroju poprzecznego kanału [..m².];
 O_{zw} – długość przekroju zwilżonego [..m..].

Uwzględniając (2) wzór (1) przyjmuje ogólniejszą postać dla przekroju kołowego ($R_h = D/4$):

$$h_{str} = \lambda \frac{Lv^2}{4R_h^2g}$$

Obliczenie wartości współczynnika oporów liniowych λ dla dowolnego R_h niekołowego umożliwia z dość dużą dokładnością zależność Colebrooka-White'a:

$$\frac{1}{\lambda} = -2lg \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \times 4R_h} \right)$$

gdzie:

R_h – promień hydrauliczny (zwilżony) [..m];
 Re – Liczba Reynoldsa [-];
 k – wysokość chropowatości [..m];

Opierając się na obliczeniach można wykazać, że kilkudziesięcioprocentowy wzrost odkształcenia kanału w stosunku do idealnie kołowego powoduje wzrost wartości współczynnika λ o kilka procent. Wobec powyższego nastąpi również wzrost strat liniowych h_{str} .

Zmniejszenie chropowatości powierzchni

Aby zatem ograniczyć straty energetyczne w przepływie przez kanały maszyny hydraulicznej uwzględniając wprost proporcjonalny wpływ współczynnika λ , należy przede wszystkim zadbać o zmniejszenie chropowatości ich powierzchni wewnętrznych oraz o to, aby ta powierzchnia wykazywała odporność na procesy korozyjne i erozyjne w tym erozję kawitacyjną. Sprawdzonej metodą jest pokrycie metalowych powierzchni kanału wlotowego, kanałów aparatu kierowniczego oraz wirnika powłoką kompozytową Belzona 1341 (fot. 2).



Fot. 2. Aparat kierowniczy turbiny wodnej z powłoką Belzona 1341

Polimerowa warstwa Belzona 1341 jest nie tylko bardzo gładka (współczynnik chropowatości $k=0,0078$ mm), ale jest przede wszystkim hydrofobowa oraz praktycznie nie podlega procesom korozyjnym na jakie narażone są powierzchnie stalowe(korozja ogólna, wżerowa, szczelinowa, międzykrystaliczna, biologiczna itp.). Trwałość powłok Belzona 1341 w warunkach eksploatacji w turbinach wodnych szacuje się na 10-15 lat. Biorąc pod uwagę cechy fizykochemiczne powierzchni powłoki kompozytowej i jej wpływ na poprawę sprawności przepływu (redukcja strat hydraulicznych) można powiedzieć, że pokrycie kanałów turbiny wodnej jest swego rodzaju modernizacją sprawnościową maszyny, bowiem efektem tych działań zawsze będzie zmniejszenie wydatkowania energii, koniecznej do pokonania oporów (głównie liniowych) w przepływie. W sposób oczywisty powłoka redukuje chropowatość powierzchni, ale ważne jest również, aby powierzchnia była równa bez zagłębień i uskoków, ubytków i perforacji itp., które pojawiają się zwłaszcza w elementach już wcześniej eksploatowanych, a czasem nawet w nowych odlewach czy konstrukcjach spawanych. Stosując techniki regeneracji powierzchni kompozytami polimerowymi, przed nałożeniem końcowej powłoki Belzona 1341 stosuje się niwelację wszelkich nierówności kompozytami w postaci pasty takimi jak Belzona 1111 oraz Belzona 1311 (ceramiczna substancja regeneracyjna) (fot. 3).



Fot. 3. Reprofilacja powierzchni wirnika - wypełnienie wżerów i nierówności kompozytem Belzona 1111

Regeneracja stali kompozytami

W czasach w których stal jest bardzo droga, czas oczekiwania na nowe części radykalnie się wydłużył oraz uwzględniając ponad 80% większą energochłonność procesu wytworzenia nowych części w stosunku do ich regeneracji, naprawa kompozytami staje się nie tylko łatwo dostępna, niedroga, ale jest także techniką niskoemisyjną. Najwięcej zastosowań potwierdzających powyższe osiągnięcia dotyczy pomp wirowych o różnej konstrukcji i wydajności, które zmodernizowano powłokami Belzona w



Fot. 4. Profil chropowatości powierzchni – pomiar.

latach 1992 – 2022. Wyższa sprawność, trwałość potwierdzona eksploatacją przez przynajmniej 10 lat, dotyczy ogromnej liczby pomp eksploatowanych w wodociągach, elektrowniach, zakładach chemicznych, azotowych, rafineriach, kopalniach i wielu innych przedsiębiorstwach polskiego przemysłu. Z uwagi na wiele podobieństw występujących w eksploatacji różnego rodzaju maszyn hydraulicznych, wydaje się czymś naturalnym aby zastosować technikę regeneracji kompozytami w remontach oraz modernizacji turbin wodnych analogicznie do metodologii stosowanej wcześniej w naprawach i modernizacji pomp. Zwiększenie sprawności energetycznej turbiny oraz trwałości jej elementów, zwłaszcza w kontekście wpływu na jej zakres oddziaływań korozyjnych i erozji kawitacyjnej, stały się powodem podjęcia decyzji o modernizacji wirnika turbiny Francisa w jednej z firm zajmujących się profesjonalnym remontem maszyn hydraulicznych. Wirnik o średnicy $\varnothing 1720$ i średnicy piasty $\varnothing 1027$ i przy wysokości 950 mm poddano regeneracji, a następnie modernizacji powłokowej. Powierzchnię wirnika poddano obróbce strumieniowo-ściernej, chropowatość optymalna przed nałożeniem kompozytów wyniosła średnio $60 - 75 \mu m$ (fot. 4), gwarantującej dobre zwilżenie powierzchni polimerem, a to warunek wstępny dobrej przyczepności.



Wżery korozyjne, kawitacyjne oraz nierówności makro powierzchni wypełniono oraz zniwelowano kompozytem w postaci pasty tj. Belzona 1111. Nakładanie powłoki zasadniczej Belzona 1341 na powierzchnie wirnika wykonuje się przy użyciu sztywnego pędzla (rzadziej natryskiem) i w systemie dwuwarstwowym (fot. 5).

Fot. 5. Nakładanie warstwy powłoki Belzona 1341



Po upływie 1 doby od zakończenia nakładania powłok wirnik jest gotowy do montażu i eksploatacji (fot. 6).

Dla omawianego zastosowania prędkość obrotowa wirnika wynosi 108 obr/min przy przepływie $10,5 m^3/s$ w turbinie o mocy znamionowej 288 kW. Elektrownia wodna na której zainstalowano zmodernizowany wirnik pracuje już od 1930 roku.

Fot. 6. Wirnik turbiny wodnej z powłoką Belzona 1341

Roman Masek
Dyrektor Techniczny Belse Sp. z o.o.

Zdjęcia pochodzą z archiwum firmy Belse Sp. z o.o.

O tym, jak wspieramy produkcję browaru

z **ROBERTEM DMOWSKIM**

Specjalistą ds. budowlanych - Browar Warka, Grupa Żywiec

rozmawia **WITOLD GACH** Konsultant Techniczny Belse z Tomaszowa Mazowieckiego

Witold Gach: Kiedy po raz pierwszy usłyszał Pan o materiałach Belzona? Czy pamięta Pan kompozyt, który zrobił na Panu wrażenie?

Robert Dmowski: Pierwszy raz z materiałami Belzona zetknąłem się około 2005 roku. W naszej podczyszczalni ścieków wykonywaliśmy remont okładzin chemoodpornych. Wtedy używaliśmy powłoki Belzona 4311. Jednak największe wrażenie jak do tej pory, w zakresie budowlanym, zrobił na mnie materiał Magma Quartz, czyli Belzona 4111.

WG: Jakie problemy najczęściej rozwiązuje Pan przy użyciu technologii kompozytowej Belzona?

RD: Najczęściej są to reperacje, czy uzupełnienia ubytków. Przykładowo, największe ubytki występowały w strukturze fundamentu basenu chłodniczego wystające ponad powierzchnię wody. Tą odbudowę wykonaliśmy właśnie materiałem Belzona 4111 Magma Quatr. Doskonale się sprawdza! Od tamtej pory nie ma tam praktycznie żadnych ubytków. Belzony używamy także do napraw posadzki w miejscach dylatacji.

WG: Jeśli dobrze pamiętam, ta naprawa była przeprowadzona w bardzo wilgotnym środowisku, ale nie było to przeszkodą dla wykonania skutecznej naprawy.

RD: Dokładnie. Magma Quatr (Belzona 4111) jest na tyle dobrym produktem, że nie ma konieczności wprowadzania dodatkowych zabezpieczeń (regenerowanej powierzchni) na chemię, która występuje u nas w zakładzie.

WG: Które właściwości materiałów Belzona przekonują Pana do ich stosowania?

RD: Przede wszystkim wytrzymałość - to jest główna i najważniejsza dla nas cecha. W przypadku Magmy Quatr istotny jest także ciężar tzn. w zestawieniu z betonem jest nieporównywalnie lżejsza, a to duża zaleta.

WG: Czy ma Pan jeszcze jakieś spostrzeżenia jeśli chodzi o zastosowanie technologii kompozytowej Belzona w porównaniu do tradycyjnych metod naprawczych?

RD: Belzona ma zdecydowanie krótszy czas aplikacji oraz bardzo szybko utwardza się, a co za tym idzie, zdecydowanie szybciej można przywrócić dalszą eksploatację. Dla porównania, beton do pełnego utwardzenia potrzebuje 28 dni, a w przypadku Belzony to zaledwie 24 godziny i już możemy daną powierzchnię użytkować. No i ma nieporównywalnie większą wytrzymałość. Dodatkowo Belzona ma - ... jakby to powiedzieć - wyższą kulturę aplikacji materiału.

WG: Ooo, dobrze Pan to ujął. A jakie dodatkowe korzyści, poza rozwiązaniem głównego problemu, udało się osiągnąć dzięki zastosowaniu kompozytów Belzona?

RD: W browarze kluczową kwestią jest redukcja przestojów w czasie naprawy i szybki powrót do cyklu produkcyjnego po wykonanej naprawie. Do tego jakość tej naprawy - czyli wytrzymałość, to zdecydowanie na duży plus.

WG: Panie Robercie, nasza współpraca trwa wiele lat, trochę się już znamy. Jak Pan to postrzega?

RD: Darzę Was szczególną sympatią i zaufaniem. Brałem udział w Waszych konferencjach. Podkreślę duży profesjonalizm w kontaktach bezpośrednich z Panem Witoldem, ale także w zakresie produktów i wsparcia technicznego. Warto wspomnieć o niezawodnym Panu Krzysztofie Bielcu (Inspektor Nadzoru Belse) i jego prezentacjach, a Dyrektora Romana Maska zawsze chętnie zapraszam na kawę.

WG: To może zaaranżujemy jakieś wspólne spotkanie na strzelnicy, bo wiem, że to Pana pasja?

RD: Świetny pomysł. Możemy strzelać do kostek wykonanych z Magmy Quartz (Belzona 4111) w ramach testów wytrzymałościowych. Tylko dla mnie najlepiej takie metr na metr ;)

WG: To ja się zastanowię na czyj koszt wykonamy te próbki ;) Panie Robercie, serdecznie dziękuję za rozmowę.

RD: Dziękuję również.

WITOLD GACH

Od 25 lat konsultant techniczny w Belse, niezmiennie zafascynowany technologiami kompozytowymi Belzona. Prywatnie zaprawiony w bojach motocyklista oraz pasjonat pojazdów zabytkowych. Warto go bliżej poznać, aby zasmakować wykwintnych trunków, które sam przygotowuje.

Witold Gach, tel. 501 685 511
wgach@belse.com.pl





BELSE DREAM TEAM

Na zdjęciu od lewej: Roman Masek, Mariusz Gawlas, Adrian Janicki, Alan Michalski, Zbigniew Byrdy, Piotr Chmura, Kamil Ostaszewski, Anna Machłajewska, Witold Gach, Artur Nawłoka, Krzysztof Bielec, Paweł Pryszcz, Dawid Neclaw, Wojciech Fiuk, Piotr Plichta, Miłostława Blachura, Józef Adamski, Wiesław Kuczek

Poprawa sprawności pomp i turbin wodnych

▶ W wielu zagadnieniach technologii i eksploatacji maszyn i urządzeń rozważa się szczegółowo kwestię własności warstwy wierzchniej i jej kształtowania. Zewnętrzna warstwa materiału powstała w wyniku procesów fizycznych lub chemicznych, różniąc się właściwościami od jej podłoża determinuje odporność na zużycie i zmęczenie powierzchniowe, czyli na trwałość powierzchni.

Charakterystyczną cechą oddziaływań międzyatomowych jest przyciąganie z większej odległości i odpychanie z odległości mniejszej. To „przeciąganie liny” związane jest ze zmianami energii (strata-zysk), jaka jest angażowana przez pozostające w interakcji atomy/cząsteczki powierzchni i jej otoczenia. Przykładem może tu być praca adhezji i kohezji. Praca kohezji związana jest z pokonaniem wiązań kowalencyjnych lub struktur krystalicznych, tj. faktycznie przełamaniem spójności wewnętrznej materiału, natomiast dużo ciekawsza jest adhezja, która jest zjawiskiem polegającym na połączeniu się dwóch powierzchni różnych ciał (faz), a proces ich rozdzielenia wymaga nakładu energii równej pracy, zwanej właśnie pracą adhezji.

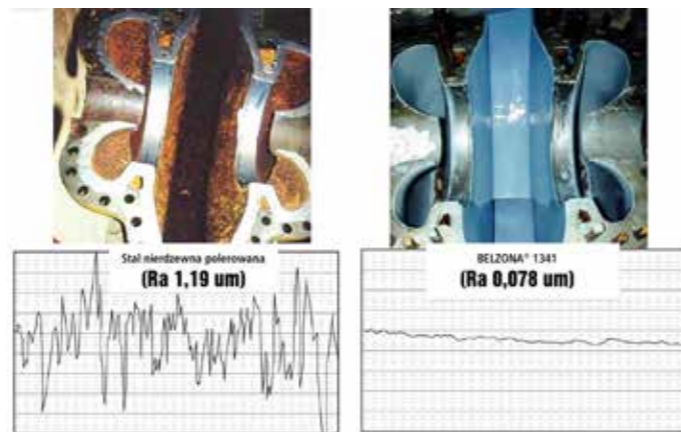


Fot.1. BELZONA 1341 SUPERMETALGLIDE, to powłoka której powierzchnia jest 20 razy bardziej gładka od polerowanej stali kwasoodpornej.

Fizyczne podstawy

Wartość pracy adhezji jest miarą przyciągania międzycząsteczkowego dwóch różnych substancji i równa się liczbowo różnicy energii swobodnych zwartych siłami adhezji substancji. I tak np. w przepływie cieczy - w szczególności wody przez rurociąg, pompę, czy turbinę, wartość tej pracy wynosi średnio od ok 150 mJ/m² do 250 mJ/m² w kanałach z powierzchnią stalową, a w kanałach z tworzyw są to wartości poniżej 100 mJ/m². I właśnie na podstawie określonych wielkości makroskopowych, wyznaczanych eksperymentalnie możemy zaprogramować powierzchnię na określoną interakcję z otoczeniem tak, aby wydatkowana energia na oddziaływanie molekularne (a właściwie ich pokonanie) była jak najmniejsza. Jeśli przyjąć przepływ w warunkach normalnych, to energia swobodna wody wynosi ok. 70 mJ/m², wówczas gdy uda nam się wytworzyć kanał z powierzchnią o energii 70 mJ/m², to teoretycznie adhezja nie wystąpi.

Taką hydrofobową powierzchnię możemy uzyskać nakładając na metal polimerową powłokę kompozytową BELZONA 1341. Znaczne zasoby energii na powierzchni metalu zostają w tym procesie pokrywane przetworzone lub właściwie „wymienione” na adhezję, która akurat tutaj jest korzystna i warunkuje dobrą przyczepność po zestaleniu się kompozytu, z kolei powierzchnia zewnętrzna samej powłoki posiada energię swobodną równą energii wody i dzięki temu między powłoką a wodą nie ma interakcji, a więc i znacznej części strat hydraulicznych w przepływie. Ta strata oznacza zmniejszenie sprawności pomp, turbin czy ogólnie maszyn hydraulicznych, natomiast w rurociągach wpływa na zmniejszenie strumienia energii cieczy. W obu przypadkach trzeba wykonać większą pracę (czyli po prostu zużyć więcej energii) dla przetransportowania tej samej ilości płynu przez kanały metalowe w porównaniu do kanałów z powłoką kompozytową. Koszt energii elektrycznej, zużywanej przez pompę wirową przez cały jej okres użytkowania, wielokrotnie przewyższa cenę zakupu tej pompy. Przyjmuje się, że po okresie 10 lat eksploatacji spadek sprawności pompy może wynieść ok. 8%, na co zasadniczy wpływ mają opisywane już w artykule, straty hydrauliczne oraz zaburzenia (turbulencje) wynikające z chropowatości powierzchni powiększającej się wraz z upływem czasu eksploatacji. Wcześniejsza analiza przyczyn powstania strat hydraulicznych wskazuje jednoznacznie na dwie właściwości, jakie można optymalizować, tj. wygładzenie powierzchni oraz dobór odpowiedniego materiału powierzchni tak, aby jego napięcie powierzchniowe było równe lub bliskie wartości napięcia wody, które wynosi 70 mN/m.

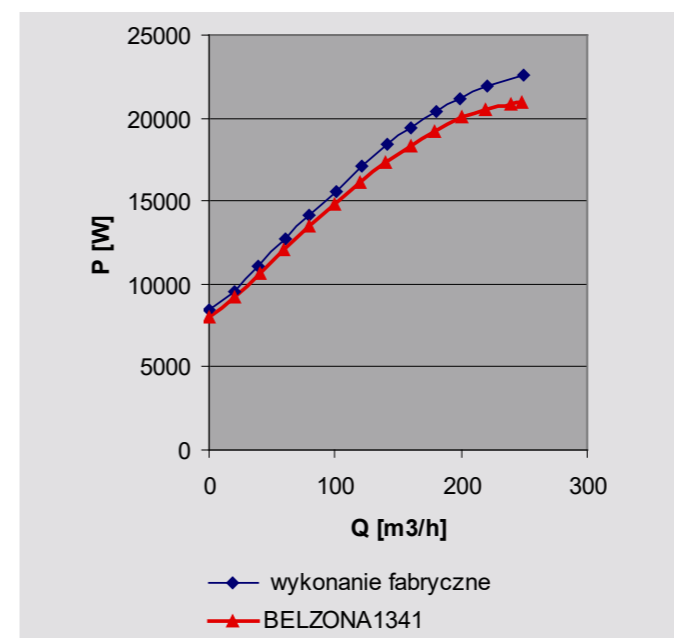


Fot.2. Powłoka kompozytowa BELZONA 1341 a), b) zestawienie pozostałych elementów pompy

Potwierdzeniem tego zjawiska są liczne doświadczenia w eksploatacji pomp z powłoką BELZONA 1341 oraz otrzymane wyniki badań laboratoryjnych.

Badania laboratoryjne

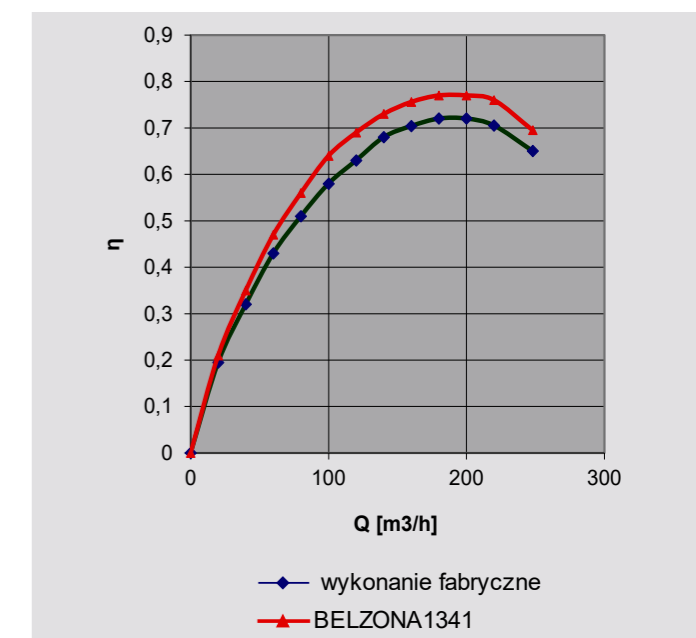
W Laboratorium Pomp Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej przeprowadzono szczegółowe badania zmian parametrów pompy, porównując charakterystyki najpierw pompy bez powłoki, a następnie z powłoką BELZONA 1341. Badano pompę wirową o wydajności $Q = (180-210) \text{ m}^3/\text{h}$. Jednostopniowa monoblokowa pompa napędzana jest silnikiem elektrycznym o mocy 22 kW i osiąga nominalnie wysokość podnoszenia w zakresie $H = (28-26) \text{ m}$ przy stałych obrotach $n = 1400 \text{ obr./min}$. Wirnik pompy wykonany z żeliwa jest zamknięty z łopatkami odciążającymi napór osiowy na tylnej tarczy wirnika. Zdejmowano charakterystyki porównawcze: wysokości podnoszenia, mocy pobieranej i sprawności pompy w funkcji wydajności. Badania przeprowadzono dla pompy w wykonaniu fabrycznym oraz po pokryciu części przepływowych pompy kompozytową powłoką BELZONA 1341.



Wykres nr 1. Charakterystyka $P_e - Q$ zespołu pompowego dla wykonania fabrycznego oraz z powłoką kompozytową BELZONA 1341

Pompa z powłoką

Otrzymane wyniki badań pompy wirowej pokrytej powłoką BELZONA 1341 w porównaniu z parametrami wykonania fabrycznego pokazują spadek poboru mocy (wyk. 1) oraz zwiększenie sprawności pompy w dość szerokim zakresie wokół punktu optymalnego o około 5 punktów procentowych (wyk. 2). Zastosowanie zatem odpowiedniej powłoki w pompie może być traktowane jako modernizacja sprawnościowa i przyczynia się do obniżenia energochłonności pompy, co potwierdziły liczne zastosowania tej metody w przemyśle. Kilka lat temu w jednym z polskich zakładów chemicznych wykonano modernizację powłokową 3 pomp pionowych o różnych wydajnościach na układzie wody obiegowej. Celem było obniżenie energochłonności pomp. Pompy te tłoczą wodę w sposób ciągły, a więc konsumpcja energii stanowi znaczący udział w kosztach eksploatacji. W ramach remontu wszystkie elementy pomp, tj. lej wlotowy, wirniki, kierownice, króćce redukcyjne, kolana wylotowe zostały pokryte powłoką BELZONA 1341. Chodziło o to, aby osiągnąć maksymalny efekt obniżenia strat hydraulicznych przepływu.



Wykres nr 2. Charakterystyka $\eta - Q$, pompy dla wykonania fabrycznego oraz z powłoką kompozytową BELZONA 1341

Symulacja uzyskanych oszczędności po zastosowaniu powłoki BELZONA 1341 na przykładzie pompy wirowej o mocy 90 kW

Parametry pompy wirowej po 10 latach eksploatacji (fot. 2):

- wydajność 370 m³/h
- wysokość podnoszenia $H = 55 \text{ m}$
- obroty $n = 1450 \text{ obr. min}$
- moc silnika 90 kW

Zmierzone (stanowisko badawcze Leszczyńska Fabryka Pomp, rok 2013) następujące parametry:

- ciśnienie ssania p_s [kPa] i tłoczenia p_t [kPa]
- przepływ Q [m³/h]
- moc pobieranego prądu na silniku P [kW]
- wysokość podnoszenia H [m]
- sprawność η [%]

Po nałożeniu powłoki BELZONA 1341 dokonano ponownie pomiaru parametrów i okazało się, że nastąpił spadek poboru mocy o 3,6 kW, a sprawność pompy wzrosła o 13%

Rachunek ekonomiczny:

Obniżenie zapotrzebowania na moc elektryczną o 4 kW powoduje obniżenie kosztów eksploatacyjnych w ciągu roku (8000 h - pracy) o:

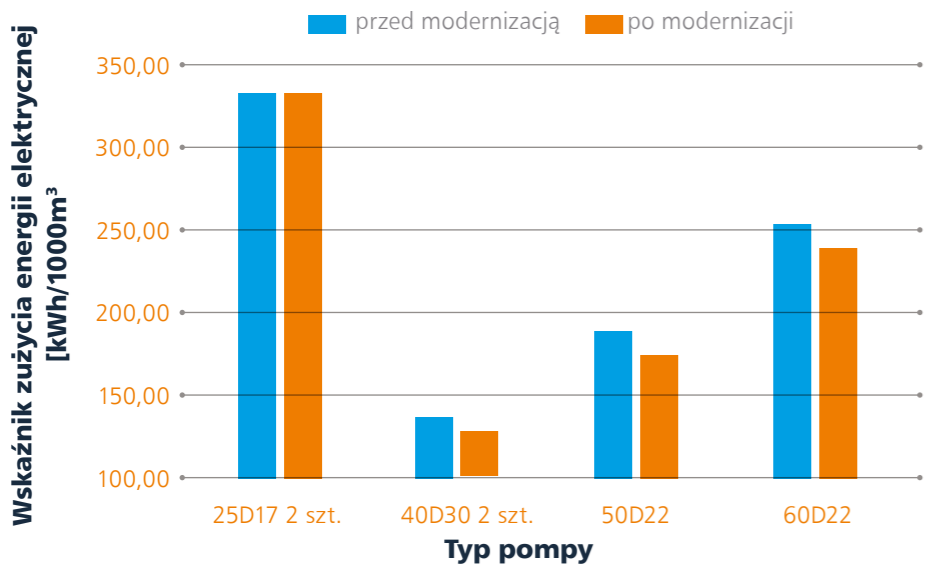
(Koszt energii [kW/h] x moc [kW]) x (czas pracy [h] x przyrost sprawności [%]) = oszczędności

$(0,68 \times 90) \times (8000 \times 0,13) = 63\ 648,00 \text{ PLN}$

Koszty wykonania powłoki BELZONA 1341: 14 500 PLN
63 648,00 - 14 500,00 = **49 148,00 PLN oszczędności rocznie**

Efekty remontu

Pompy po remoncie zainstalowano na tym samym stanowisku, w układzie wody obiegowej i ponownie włączono je do regularnej eksploatacji. Po pewnym czasie dokonano pomiarów parametrów pracy pomp, takich jak wydajność i zużycie energii odniesione do przepompowania 1000 m³ wody. Ponieważ wcześniej, tj. przed remontem, dokonano dokładnie takiego samego pomiaru parametrów, można było dokonać bardzo szczegółowego porównania zużycia energii potrzebnej do przepompowania określonej ilości wody przez pompę bez powłoki w stosunku do tej samej pompy po modernizacji, a więc z powłoką BELZONA 1341. Spodziewano się, że pompy po modernizacji będą zużywały mniej energii i tak też się stało. Zestawienia pomiarów na wyk. 3 pokazują wyraźny spadek zużywanej energii przez pompę z powłoką w stosunku do pompy bez powłoki. Określa się w tym miejscu tzw. wskaźnik zużycia energii, tj. ilość kWh odniesioną do przepompowania 1000 m³ wody. I tak np. dla pompy 50D22 (oznaczenie producenta) dzięki powłoce BELZONA 1341 pompa zużywa o 15 kWh mniej energii w stosunku do tej samej pompy bez powłoki. Dla tej pompy roczny spadek zużycia energii przez pompę z powłoką BELZONA 1341 wyniósł 242 808 kWh!



wykres 3. Zestawienie pomiarów wskaźnika zużycia energii dla pomp pionowych w odniesieniu do 1000 m³ przepompowanej wody obiegowej.



Fot. 3. Kierownica turbiny wodnej Kaplana (na Odrze) z powłoką kompozytową BELZONA 1341.

Regeneracja, według badań Instytutu Fraunhofer w Monachium, zmniejsza zużycie energii o 79% w stosunku do energii potrzebnej na wykonanie tej samej, ale nowej części, a ponadto znacząco skraca czas oczekiwania na dostępność czy osiągalność danego elementu maszyny. Kompozytami polimerowymi BELZONA 1341

Dysponując konkretnymi wartościami zmierzonych poborów energii elektrycznej przed i po remoncie pompy, możemy w prosty sposób wyliczyć, jakie oszczędności uzyskamy w kwotach pieniężnych, tzn. jaką kwotę zaoszczędzimy na zużyciu prądu (patrz ramka str. 20). Podsumowanie Zastosowanie powłok w maszynach przepływowych pozwala oszczędzać energię w przypadku nowych pomp od 2 do 8%. Dodatkowo dzięki obniżeniu energii powierzchni kanałów (powierzchnia bardziej pasywna korozyjnie) – zwiększa trwałość elementów (wirników, łopat, kierownic itp.) turbin i pomp, co w obecnym czasie przy ogromnych kłopotach z dostawami części i galopującą rosnącymi cenami stali, zwiększa bezpieczeństwo ciągłości i niezawodności produkcji i eksploatacji. W ogólnym przypadku wyniki badań wskazują, że ok. 95% awarii maszyn jest spowodowane nieodpowiednimi własnościami warstwy wierzchniej ich elementów. W artykule wykazano, że stan warstwy warunkuje energię swobodną powierzchni, która ma istotny wpływ na energochłonność urządzenia, ale należy również uwzględnić wpływ ww. czynników na żywotność eksploatacyjną elementów maszyn i urządzeń pracujących w różnych środowiskach. Okazuje się, że zmodyfikowana kompozytem polimerowym warstwa metalowej powierzchni poprawia jej obciążalność, zapewnia ciągłość odkształceń w styku z innym współpracującym elementem, hamuje procesy korozyjne, tłumi drgania, słowem – zmienia jakość eksploatacyjną elementów maszyn. To powoduje, że części można z łatwością regenerować poprzez odbudowę oraz wytworzenie nowej, kompozytowej warstwy wierzchniej.



Fot. 4. Pompa o mocy 90 kW przed i po modernizacji z użyciem BELZONA 1341.

można regenerować uszkodzone czopy wałów, wybite oprawy, korpusy, można także odbudowywać zużyte przez wycieranie powierzchnie jednocześnie podnosząc ich wytrzymałość.

Roman Masek Dyrektor Techniczny BELSE

O rozwiązaniach, które przynoszą oszczędności

z **LEONEM WOJCIECHOWSKIM**

Właścicielem firmy Centrum Technologii Proekologicznych Sp. z o.o. Sp.k

rozmawia **ARTUR NAWŁOKA** Konsultant Techniczny Belse z Wrocławia

Artur Nawłoka: Używa Pan materiałów Belzona niemal od 30 lat, gdzie pierwszy raz usłyszał Pan o nich?

Leon Wojciechowski: Po raz pierwszy z produktami Belzona zetknąłem się w Abu Dhabi, w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, podczas mojej pracy w tamtejszych elektrowniach w latach '90. Zupełnie przypadkowo poznałem przedstawiciela Belzony na tamten rynek. Pamiętam, że miał na imię Frank. Spotkaliśmy się w pubie i opowiedział mi wówczas o materiale Supermetalgilde tj. Belzona 1341, który bardzo wydawnie zmniejsza tarcie cieczy. Później tak się złożyło, że prowadząc elektrownię **TaweelaA** miałem do zabezpieczenia dużą pompę tłoczącą odsoloną wodę do Abu Dhabi. Postanowiłem wtedy, że pompa zostanie w całości pokryta tym kompozytem (Belzona 1341 Supermetalgilde), czyli zarówno elementy wirujące, jak i obudowa. Kiedy już doszło do pierwszego uruchomienia pompy, nagle wpadł do mnie kierownik ruchu mówiąc, że pompa już pracuje na pełnej wydajności, a kierownice uchylone są tylko w 75%! To był właśnie ten moment, kiedy przekonałem się do produktów Belzona. Od tego czasu w elektrowniach w Abu Dhabi zaczęto stosować także inne materiały Belzona. Niestety mój kontakt z Frankiem urwał się, ponieważ wyjechał do Tajlandii, gdzie również był przedstawicielem Belzona.

AN: Imponujące doświadczenie, a jak to wygląda teraz u Pana?

LW: Po powrocie do Polski zacząłem wykorzystywać zdobyte doświadczenia, choćby przy remontach turbin wodnych. Moja firma zajmuje się właśnie remontami turbin wodnych różnej mocy, zainstalowanych w dorzeczu Odry, Bobru i Nysy Kłodzkiej. Tam bardzo często używamy materiałów Belzona, które świetnie się sprawdzają. Praktycznie są bezkonkurencyjne. Korzystam również z doświadczeń inżynierów Belse, którzy zawsze potrafią doradzić jaki materiał najlepiej zastosować i to się sprawdza.

AN: Do czego najczęściej używa Pan technologii kompozytowej Belzona?

LW: Podstawowym materiałem w naszej firmie jest Belzona 1341 Supermetalgilde, którym zabezpieczamy wewnętrzną obudowę turbiny wodnej, łopaty kierownicy, czasem łopaty wirnika, opływki itp. To rozwiązanie daje duże oszczędności w zużyciu wody dla wyprodukowania tej samej ilości energii elektrycznej. Materiału Belzona 1321 Ceramic S-Metal używamy także do przyklejania układziny łożysk wodnych z Thordonu. Można śmiało powiedzieć, że materiał Belzona jest najlepszy do klejenia – jest po prostu niezawodny. Stosujemy też inne materiały np.: Belzona 1111 Super Metal i Belzona 1311 Ceramic R-Metal do wypełnienia ubytków kawitacyjnych, tudzież do odbudowy elementów, które uległy erozji. My tych materiałów używamy systematycznie. Jedyнным problemem jest cena, jakby była niższa to pewnie używalibyśmy ich znacznie więcej bo są doskonałe.

AN: Czyli które właściwości materiałów Belzona najbardziej przekonują Pana do ich stosowania?

LW: Hydrofobowość produktu Belzona Supermetalgilde jest podstawową cechą, która wyróżnia ten materiał od konkurencji. Pozostałe materiały również są dobre i je stosujemy, ale moim faworytem jest od zawsze Belzona 1341 Supermetalgilde, który w znacznym stopniu zmniejsza zużycie energii przy pompach, również pobiera mniej wody do wyprodukowania tej samej ilości energii elektrycznej. Dla przykładu, w Elektrowni Dychów jest taka sytuacja, że idealnie byłoby wykonać zabezpieczenie układu

przepływowego czterech pomp zbiornikowych właśnie tym produktem. Każda z pomp konsumuje ok. 5 MW energii przy pełnym otwarciu układu kierownicy. Tam można otrzymać bardzo duże oszczędności energetyczne, ale nie wiem czy klient się zgodzi na takie rozwiązanie z uwagi na wysoką cenę materiału.

AN: Jakie ma Pan spostrzeżenia jeśli chodzi o zastosowanie kompozytów Belzona w porównaniu do tradycyjnych metod naprawczych?

LW: Podstawową zaletą materiałów Belzona jest dla mnie przede wszystkim szybki czas naprawy - nie ma wpływu temperatura, czyli nie ma ingerencji w materiał – po prostu oszczędność czasu remontowego. Jeśli mówimy o tradycyjnych naprawach typu napawanie, to materiały Belzona są bardziej trwałe i niezawodne. Dodatkowo, samo napawanie może być skomplikowanym procesem technologicznym, a w przypadku nakładania powłok kompozytowych nie ma takich problemów.

AN: Jakie jeszcze dodatkowe korzyści, poza rozwiązaniem głównego problemu, udaje się osiągnąć dzięki zastosowaniu kompozytów Belzona?

LW: Poza krótszym czasem naprawy i zdecydowanie większą trwałością napraw to wykonany remont jest po prostu pewny. Kiedy wykonamy naprawę Belzoną to wiemy, że za chwilę nie nastąpi degradacja. Ja zawsze polecam produkty Belzona, ale z jednym zastrzeżeniem produktu Belzona 1341 - ponieważ wykonane przeze mnie naprawy turbin wodnych są lepsze od konkurencji i dlatego niechętnie im doradzam. Nie mniej jednak, jak ktoś zapyta to mówię szczerze, że Belzona jest rewelacyjna.

AN: A jakie korzyści ponosi użytkownik?

LW: Oczywiście zleceniodawca też jest zadowolony, dlatego że wykonany remont jest pewny i oszczędności są wymierne. Przy małych turbinach te oszczędności są mniejsze z uwagi na małą moc, ale przy dużych urządzeniach – pompach zbiornikowych to już są ewidentne zyski.

AN: Dziękuję Panu serdecznie za rozmowę i podzielenie się swoimi doświadczeniami w zakresie napraw i zabezpieczeń turbin wodnych kompozytami Belzona. To dla nas niezwykle cenne i motywujące do dalszej pracy.

LW: Dziękuję.

ARTUR NAWŁOKA

Od 17 lat w Belse jako konsultant techniczny we Wrocławiu. Pomocny i przyjacielski, z dużym poczuciem humoru – dusza towarzystwa. Ceni sobie kontakt z ludźmi. Lubi majsterkować przywracając drugie życie różnym przedmiotom i urządzeniom. W wolnym czasie podróżuje do ukochanej Grecji. Jest prawdziwą skarbnicą informacji turystycznych.

Artur Nawłoka, tel. 501 685 513
anawloka@belse.com.pl



DLACZEGO BELZONA? - zastosowania w polskich zakładach

Regeneracja czopa wału pod łożyskiem wentylatora ciągu spalin kompozytem Belzona 1511 metodą na odwzorowanie - elektrociepłownia

Problem:

Uszkodzenie wału wentylatora ciągu spalin. Najczęstszą przyczyną takich uszkodzeń jest utrata właściwego pasowania (wcisku) pod występującą siłą dynamiczną w węźle, przenoszenie drgań z pracującej maszyny lub awaria.

Rozwiązanie:

Odbudowa i modernizacja uszkodzonego wału wentylatora odciągu została wykonana metodą na „odwzorowanie” przy użyciu materiału kompozytowego Belzona 1511. Naprawa nie wymagała demontażu wału. Cały proces naprawy trwał ok. 6 godz., a już po 24 godz. od naprawy maszyna powróciła do eksploatacji.

Wcześniej 3 razy próbowano wykonać naprawę tradycyjnymi metodami (napawanie, toczenie) jednak dopiero naprawa technologią Belzona okazała się skuteczna.

Dlaczego Belzona?

- wysokie właściwości mechaniczne – możliwa naprawa węzłów wysoko obciążalnych
- naprawa na zimno – bez napawania, toczenia itp. umożliwia przyleganie pasowanych powierzchni powyżej 90% (w metodach tradycyjnych to jest maksymalnie 25%)
- tłumi drgania
- szybka naprawa bez demontażu



Remont zbiornika ze stali St3S przeznaczonego do gromadzenia kwasu siarkowego - zakład chemiczny, oczyszczalnia ścieków

Problem:

Degradacja powłoki chemooodpornej oraz ubytki płaszcza stalowego zbiornika spowodowane korozją chemiczną. Zagrożenie perforacji ścian zbiornika oraz wycieku kwasu siarkowego.

Rozwiązanie:

Wewnętrzna powierzchnia zbiornika została poddana obróbce strumieniowo-ściernej, a ubytki zostały uzupełnione materiałem naprawczym Belzona 1111. Powierzchnia wewnętrzna zbiornika została zabezpieczona powłoką chemooodporną Belzona 4311, która zapewnia trwałą ochronę przed oddziaływaniem substancji chemicznych, szczególnie kwasów i alkaliów.

Dlaczego Belzona?

- technologia naprawy uzyskała akceptację terenowego oddziału UDT
- bardzo wysoka przyczepność materiałów do powierzchni
- doskonała odporność na oddziaływanie wielu rodzajów substancji chemicznych
- brak skurczu podczas utwardzania, umożliwia uzyskanie precyzyjnych wymiarów
- prosta aplikacja materiału, nie wymaga użycia specjalistycznych narzędzi



Zobacz najchętniej przeglądane zastosowania Belzony w polskich zakładach



Zabezpieczenie krawędzi natarcia łopaty turbiny wiatrowej



Zabezpieczenie gorących zbiorników siarczanu glinu



Zabezpieczenie przeciwkorozyjne od wewnątrz zbiornika wody DEMI



Naprawa posadzki w hali produkcyjnej



Naprawa odpływu liniowego

BELZONA

Czy wiecie że...



- Wytworzenie nowej części pochłania niemal 80% więcej energii elektrycznej (badania Instytutu Fraunhoffera w Monachium) niż regeneracja starej części. Dlatego w Belse stawiamy na technologię niskoemisyjną. Każdy rodzaj regeneracji materiałami kompozytowymi Belzona, utrzymany jest właśnie w tej konwencji – niskoemisyjnej. W wielu wypadkach części regenerowane są mocniejsze – bardziej wytrzymałe niż nowe, co przekłada się na wydłużenie ich żywotności.
- Belzona 1111** to najbardziej popularny spośród wszystkich materiałów Belzona. W minionym roku 2023, na całym świecie zostało sprzedane 1 120 000 kg tego kompozytu! Ponadto **Super Metal Belzona 1111** będzie miał matrycę polimerową pochodzenia roślinnego!
- Już wkrótce Belzona wprowadzi do oferty powłokę, która po nałożeniu na panele fotowoltaiczne podniesie ich efektywność i trwałość. Celem powłoki będzie wzrost sprawności energetycznej poprzez zwiększenie absorpcji promieniowania słonecznego.

Seminaria techniczne: Belzona - naprawa i zabezpieczenia w przemyśle



Ponad 550 uczestników wzięło udział w naszych seminariach technicznych w 2023 roku, które zorganizowaliśmy dla Państwa w Zabrze, Wrocławiu, Pabianicach, Rzeszowie, Białymstoku, a także na wyższych uczelniach - Politechnika Gdańska, Uniwersytet Morski w Gdyni, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni.

Seminaria techniczne to wydarzenia, podczas których pokazujemy jak poprawić sprawność, efektywność i bezpieczeństwo w zakładzie, jak wydłużyć okres eksploatacji urządzeń oraz obiektów za pomocą technologii kompozytowej. Przedstawiamy praktyczne przykłady zastosowania materiałów Belzona, które znacznie usprawniają funkcjonowanie zakładu.

To doskonała okazja do nawiązania kontaktów, wymiany doświadczeń oraz konsultacji eksperckich. Zachęcamy do śledzenia terminów planowanych seminariów i warsztatów na naszej stronie www.belse.com.pl





Firma **BELSE** otrzymała wyjątkowe wyróżnienie jako jedyny dystrybutor z Europy za wieloletnią bliską współpracę z Belzoną. W uznaniu za nasze zaangażowanie otrzymaliśmy swoją gwiazdę na chodniku sławy przed siedzibą główną Belzony w Harrogate.

Nagrodę odebrali Prezes **BELSE** Wiesław Kuczek oraz Dyrektor Techniczny **BELSE** Roman Masek. Nasz klucz do sukcesu to zaangażowanie całego zespołu oraz zaufanie i świadomość naszych Klientów, za co serdecznie dziękujemy!

 **BELSE**


BELZONA[®]

