

eKOMPAS

www.belse.com.pl

BELSE Partner **BELZONA**

Szanowni Państwo

W XXI wieku jest położony coraz większy nacisk na alternatywne źródła energii, zwłaszcza na jej „czyste źródła”. W dobie powszechnej troski o środowisko, źródła wody, nieskażoną wodę oraz czyste powietrze a także globalnej dyskusji dotyczącej ochrony naszej planety, coraz większe zainteresowanie w ostatnich latach budzi energetyka wiatrowa.

Pozyskiwanie energii za pomocą wiatru budzi spore emocje oraz nadzieje, stając się już nie tylko alternatywą, ale indywidualnym, istotnym sposobem dostarczania energii.

Niestety, jak w każdym segmencie energetyki, także i w energetyce wiatrowej piętrzą się różne problemy z którymi trzeba się zmierzyć. Paradoksalnie, nie tylko elementy elektroniczne czy skomplikowane maszyny mogą zawieść. Także charakterystyczne, monumentalne łopaty w wirnikach elektrowni wiatrowych ulegają uszkodzeniom, nawet z najmniej spodziewanych powodów! O tych problemach a także o sposobach ich rozwiązania, przeczytaj Państwo w najnowszym numerze naszego pisma **eKompas**, zapraszamy do lektury!



Zapraszam do lektury
Wiesław Kuczek
Dyrektor Naczelny BELSE

W numerze:

Naprawa oraz wzmocnienie krawędzi natarcia łopat turbin wiatrowych

► Wydawać by się mogło, że uszkodzenia pojawiające się na powierzchni olbrzymich łopat wirników elektrowni wiatrowych, nie mogą być generowane przez niewielkie obiekty. Nic bardziej mylnego!



Roman Masek
Dyrektor Techniczny BELSE

Belzona® 5721

Naprawa oraz wzmocnienie krawędzi natarcia łopaty turbin wiatrowych

Wyrwy i głębokie uszkodzenia na powierzchni łopaty wirnika turbiny wiatrowej powstają w wyniku uderzenia niewielkich obiektów, takich jak cząstki wielkości kropli wody. Dlaczego tak się dzieje? Energia uderzenia wynika ze znacznych prędkości łopaty, której końcówka przy pracy z mocą znamionową osiąga wartość ok. 80 m/s (czyli ok. 285 km/h- przy średniej długości łopaty 60 m). Jest to ¼ prędkości dźwięku w powietrzu. Ponadto, po uwzględnieniu masy łopaty, to zderzenie się jej nawet z najmniejszą cząstką (na przykład kroplą deszczu, bryłką gradu czy nawet drobnymi ilościami piasku), wywołuje wysokie naprężenie na jej powierzchni, szczególnie w obrębie krawędzi natarcia. Niestety, właśnie to naprężenie ma zły



wpływ na materiały, z których wykonane są łopaty, a nawet może doprowadzić do ich uszkodzenia.

Największy problem, który występuje w eksploatacji wirnika to cykliczność uderzeń o wysokiej energii. Uszkodzenia i zmiany faktury powierzchni wirnika wpływają negatywnie na jakość jego pracy, zwłaszcza poprzez

pogorszenie jego właściwości aerodynamicznych. Udokumentowane badania wskazują że roczna produkcja energii z uszkodzonego wiatraka może obniżyć się nawet do 20% w stosunku do produkcji nominalnej!

Duży wpływ na eksploatację oraz stan wirników mają także niestabilności wiatru jako źródła energii tj. zmienność jego kierunku oraz siły, czyli tzw. podmuchy. Układy mechaniczne i regulacyjne turbiny zareagują na chwilowe skoki prędkości, ale zanim to nastąpi pierwsze uderzenie przyjmuje na siebie powierzchnia krawędzi natarcia łopaty. Mniej więcej na 1/3 długości - licząc od końcówki łopaty- mamy do



czynienia ze strefą szczególnego narażenia na erozję mechaniczną powierzchni krawędzi natarcia. Właśnie ta część ma styczność ze wszystkimi zagrożeniami mechanicznymi, w tym głównie erozji wynikającej z prędkości liniowej znacznych wartości i niestabilnej ze względu na podmuchy.

Jak uchronić się przed skutkami

erozji krawędzi natarcia lub całej powierzchni łopaty wirnika? Trwałość warstwy wierzchniej w fabrycznie nowej łopacie nie jest, jak pokazują doświadczenia eksploatacyjne, wystarczająca. Co więcej - stosowane do tej pory metody naprawy uszkodzeń powierzchni nie przynosiły zadowalających rezultatów. Samo przeprowadzenie naprawy również nastęrczał bardzo wiele kłopotów, zaczynając od logistyki, na czasie wyłączenia wirnika z pracy kończąc.

Odporność erozyjna krawędzi natarcia nie jest tak wysoka jak wytrzymałość całej łopaty. Bardzo wytrzymałe włókna znajdują się w osnowie z żywicy (poliestrowych lub epoksydowych), które tworzą

rodzaj otuliny dla włókien i z tego też powodu stanowią podstawowy składnik warstwy wierzchniej krawędzi natarcia tj. warstwy, która pierwsza przyjmuje energię uderzeń atmosferycznych. W wyniku erozji, wspomniana osnowa odsłania te włókna, które bez otuliny są dużo mniej odporne na uszkodzenia.

Podstawowym zabiegiem staje się więc wzmocnienie samej otuliny, a mówiąc bardziej precyzyjnie - wykonanie warstwy wierzchniej, bardziej wytrzymałej na uderzenia, która jednocześnie zapewni wystarczającą przyczepność do powierzchni laminatowej łopaty.

Doskonałym rozwiązaniem do przeprowadzenia tego typu naprawy jest **Belzona®5721** – polimerowa osnowa kompozytowa, opracowana specjalnie pod kątem



ochrony krawędzi natarcia osiąga bardzo wysoką przyczepność do powierzchni laminatowych np. typu GRP. Wartość przyczepności wynosi ponad 10,5 MPa i przekracza wytrzymałość wewnętrzną osnowy laminatu, na który została nałożona.

Moduł sprężystości tego kompozytu wynosi 1050 MPa co czyni

go materiałem bardzo podatnym i jednocześnie wytrzymałym na uderzenia. Wytrzymałość erozyjna została potwierdzona badaniami laboratoryjnymi. Badania prowadzone wg standardu ASTM G73 i DNVGL-RP-0171 dla grubości warstwy **Belzona®5721** 500 mikronów i 1000 mikronów przy prędkości uderzenia kropli wody (o średnicy 2,46mm) równej 125 m/s czas przebicia warstwy wynosił odpowiednio: 13 godzin dla $g= 500 \mu m$ i 21 godzin dla $g= 1000 \mu m$. Kompozyt **Belzona®5721** idealnie nadaje się do trudnych warunków aplikacji, jakie mogą występować podczas napraw łopat w miejscu ich eksploatacji. Nakładanie tego materiału jest bardzo



łatwe tj. przy użyciu pędzla i wymagana jest tylko jedna warstwa bez podkładu.

Dzięki technologii zestalania także w niskiej temperaturze (nawet ok. 5 °C nieosiągalne temperatury dla większości żywic), materiał **Belzona®5721** umożliwia ponowne włączenie turbiny do eksploatacji po bardzo krótkim czasie od zakończenia naprawy (3 - 6 godzin).

Kompozyt polimerowy **Belzona®5721** jest bezrozpuszczalnikowy (nie posiada części lotnych w swym składzie), co umożliwia jego bezproblemowe i bezpieczne stosowanie w warunkach prowadzenia prac w pomieszczeniach zamkniętych (fabrycznych, warsztatowych).



Czy wiecie że...

Kompozyt Belzona® może zastąpić elektrodę spawalniczą!



▶ Tradycyjne złącza spawane, zakładkowe i nakładkowe, mogą zostać zastąpione spajaniem „na zimno” za pomocą kompozytu polimerowego o wysokiej przyczepności. Przekonać można się o tym porównując wytrzymałość na rozciąganie, przyspawanej płytki stalowej do spajanej „na zimno”. Nakładka stalowa o powierzchni powyżej 300 mm² „naklejona” kompozytem **Belzona®1111** osiągnie wyższą wytrzymałość na rozciąganie w stosunku do wytrzymałości takiej samej płytki, ale przyspawanej spoiną pachwinową.



W następnym numerze:

▶ W kolejnym numerze **KOMPASU** przybliżymy Państwu w jaki sposób można wykorzystać technologię **Belzona®** do utworzenia powłoki termoizolacyjnej oraz przeciwkorozyjnej.

Rozwiązania te znajdą zastosowanie wszędzie tam, gdzie zachodzi ryzyko kondensacji wody na powierzchni lub powstanie szronu.



Zapisz się!

▶ **Zapisz się i nie strać szansy na dostęp do szerokiej BAZY WIEDZY BELSE, sprawdź jak wiele możesz zyskać.**

Aby otrzymać kolejny numer w wersji papierowej, wyślij dane do wysyłki na adres biuro@belse.com.pl

Aby otrzymać eKOMPAS w wersji elektronicznej zapisz się do newslettera na www.belse.com.pl

