

dobra praktyka

Zastosowanie akustycznej kamery obrazującej w pomiarach przemysłowych



STANISŁAW STANISZ

Ukończył Wydział Odlewnictwa na Akademii Górniczo-Hutnicznej w Krakowie. W Introlu pracuje od 2003 roku, obecnie na stanowisku kierownika działu czujników i mierników przenośnych.

tel. 32 78 90 150

„Dopóki ignorować będziemy potencjalne oszczędności, które możemy wygenerować poprzez naprawę defektów, będą one dla nas kosztem!”

„Jeden obraz jest wart więcej niż tysiąc słów” – to stare chińskie przysłowie, które utwierdza nas w przekonaniu, że nawet jeden nieruchomy obraz potrafi błyskawicznie przekazać nam istotę złożonego i skomplikowanego zjawiska. Przekładając to na branżę pomiarową, rozwój technologii MEMS (z ang. microelectromechanical system) – mikroukładów elektromechanicznych – zapoczątkował szybki rozwój różnych technologii pomiarowych. Ich miniaturowe rozmiary, w połączeniu z wysoką dokładnością, umożliwiły zastosowanie w przenośnych urządzeniach. Dziś możemy spotkać telefony komórkowe bądź zegarki wyposażone w wiele czujników opartych o technologię MEMS, takich jak: czujniki przyśpieszenia, wibracji, ciśnienia, pola magnetycznego, żyroskopy itp. Połączenie matrycy mikrofonów wykonanych w technologii MEMS z kamerą i szybkim algorytmem przetwarzania doprowadziło do powstania przenośnych kamer akustycznych. Tego typu urządzenia w czasie rzeczywistym nakładają na obraz wizyjny rozkład natężenia dźwięku z matrycy mikrofonów. Kolorowe obszary nałożone na obraz widzialny oddają charakter i natężenie dźwięku.



OBRAZOWANIE AKUSTYCZNE

SonaVu™ to wieloczęstotliwościowa kamera do obrazowania akustycznego, która przenosi pomiar ultradźwięków rozchodzących się w powietrzu na zupełnie nowy poziom. Wyposażona w 112 bardzo czułych mikrofonów wykonanych w technologii MEMS i precyzyjną kamerę optyczną, stwarza nieograniczone możliwości zastosowania w zakresie niezawodności zasobów, oszczędzania energii i bezpieczeństwa. Obrazowanie akustyczne pomaga w zarządzaniu wyciekami sprężonego powietrza, kontroli niezawodności instalacji elektrycznych, diagnozie sprawności odwadniaczy w instalacjach parowych, monitorowaniu szczelności w instalacjach sprężonych gazów oraz próżni.



ZARZĄDZANIE WYCIEKAMI SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Sprężone powietrze jest medium, podobnie jak prąd, woda i gaz, które jest wymagane w większości zakładów. Miliony producentów używają go do zasilania swoich procesów. Ale w przeciwieństwie do kupowanej energii elektrycznej, wody i gazu, sprężone powietrze jest zwykle wytwarzane na miejscu. W związku z tym mamy nad nim pełną kontrolę. Możemy wybrać sposób jego wytwarzania, przechowywania i rozprowadzenia do wielu punktów odbiorczych w całym zakładzie. Mamy również wybór, jak to zrobić w optymalny i przyjazny dla środowiska sposób. Niestety sprężone powietrze pozostaje jednym z najgorzej zarządzanych i niezrozumianych mediów używanych w produkcji. Większość



Rysunek 1
Kamera SonaVu™



Rysunek 2
Obrazowanie akustyczne wycieku sprężonego powietrza

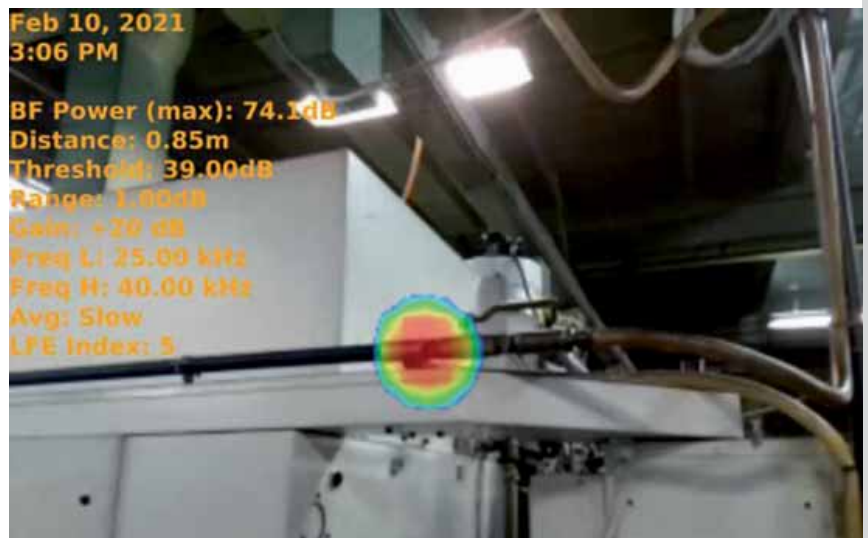


firm po prostu nie zdaje sobie sprawy ile potencjalnych strat przynoszą ich systemy sprężonego powietrza. A jeśli zdają sobie z tego sprawę, często kiepsko radzą sobie z informacją i uświadomieniem swoich pracowników o tych kosztach. Sprężone powietrze jest marnowane na nieodpowiednie aplikacje i źle utrzymane, nieszczelne sieci.

Służby utrzymania ruchu nie poświęcają wiele uwagi nieszczelnym systemom sprężonego powietrza. Zwykle mają większe problemy do rozwiązania. Prawdą jest również to, że wycieki sprężonego powietrza nie stanowią dostrzegalnego zagrożenia dla bezpieczeństwa i rzadko powodują zatrzymanie produkcji. Przecieki są bezwonne, bezbarwne, nie powodują bałaganu na podłodze, a w naszych hałaśliwych halach produkcyjnych są niesłyszalne dla naszych ludzkich zmysłów. Łącząc to z brakiem świadomości o prawdziwych kosztach sprężonego powietrza łatwo zrozumieć, dlaczego firmy bez troski traktują defekty instalacji, które mogłyby generować sześciocyfrowe oszczędności. Faktem jest jednak to, że dopóki ignorować będziemy potencjalne oszczędności, które możemy wygenerować poprzez naprawę defektów, będą one dla nas kosztem!

Większość wycieków sprężonego powietrza pozostaje dla nas niesłyszalna lub jest maskowana przez hałas hali fabrycznej. SonaVu™ jest dostrojony tak, aby słyszeć tylko składową ultradźwiękową wytwarzaną przez przepływ turbulenty w miejscu wycieku. Jednocześnie pozostaje odporny na hałas produkcji. Przeglądy instalacji sprężonego powietrza są przeprowadzane podczas normalnej pracy produkcji, niezależnie od hałasu otoczenia.

Wyładowanie niezupełne jest reakcją atomową, która w wyniku ruchu elektronów jonizuje cząsteczki powietrza w miejscach o dużym naprężeniu. Jonizacja rozszczepia cząsteczkę tlenu,



Rysunek 3

Nieszczelności widziane w kamerze akustycznej



WYŁADOWANIE NIEZUPEŁNE – CZYM JEST?

Wyładowanie niezupełne to lokalne wyładowanie elektryczne lub iskra w układzie izolacyjnym, które nie wypełnia całkowicie szczeliny między dwiema przewodzącymi elektrodami. Może wystąpić w dowolnym punkcie systemu, w którym natężenie pola elektrycznego przekracza wytrzymałość na przebicie tej części materiału izolacyjnego. Może to być spowodowane: pustkami w stałym materiale izolacyjnym, miejscowym przegrzewaniem powierzchni (w pęcherzykach gazu lub upłynionej izolacji), rozwarstwieniem żywicy, naprężeniem mechanicznym, ścieraniem, drzewieniem. Aktywność wyładowania niezupełnego może być przerywana lub może zmieniać intensywność w czasie, ale po rozpoczęciu uszkodzenia zawsze wzrasta.

Aktywność wyładowań niezupełnych możemy odnaleźć we wszystkich typach urządzeń i instalacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Od rozdzielnic, przez transformatory, linie napowietrzne, aż po kable podziemne. Wyładowanie niezupełne doprowadza do degradacji izolacji i awarii. Doświadczenie pokazuje, że wyładowania niezupełne są czynnikiem przyczyniającym się do ponad 80% awarii stacji elektroenergetycznych.



Rysunek 4

Wyładowanie niezupełne widziane w kamerze akustycznej



Doświadczenie pokazuje, że wyładowania niezupełne są czynnikiem przyczyniającym się do ponad 80% awarii stacji elektroenergetycznych.

tworząc ozon i podtlenek azotu, które w swoich normalnych stanach na ogół są nieszkodliwe. Jednak po zmieszaniu z parą wodną stają się korozyjne. Jeśli kiedykolwiek byliśmy w podstacji i poczuliśmy zapach ozonu, to byliśmy świadkami obecności wyładowania niezupełnego. Teraz, dzięki kamerze akustycznej SDT SonaVu™, do zapachu wyładowania niezupełnego możemy dodać lokalizację wizualną i dźwięk.

Wyładowania niezupełne emitują energię na kilka sposobów, tworząc emisje elektromagnetyczne w postaci fal radiowych, światła i ciepła, emisji akustycznej w zakresie słyszalnym i ultradźwiękowym oraz ozonu i podtlenku azotu. Emisje te pozwalają nam wykrywać, lokalizować, mierzyć i analizować działania w zakresie wyładowań niezupełnych, dzięki czemu możemy zidentyfikować usterki, zanim przekształcą się one w awarie.



WYKRYWANIE WYŁADOWAŃ NIEZUPEŁNYCH W SIECIACH ŚREDNIEGO I WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Dane przedstawione przez IEEE (Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników) wskazują na awarie izolacji nawet w 90% uszkodzeń rozdzielnic elektrycznych. Wiek urządzeń ma bardzo niewielki wpływ na niezawodność. W rzeczywistości 80% awarii wiąże się ze złym wykonaniem lub problemami z jakością. IEEE stwierdziło, że najbardziej prawdopodobną przyczyną awarii sprzętu elektrycznego jest wnikanie wody, pęknięte izolatory i niekompetentne wykonanie prac podczas instalacji lub konserwacji urządzeń.

Wyładowania elektryczne są częstsze, niż mogło by się wydawać; nawet w nowych instalacjach. Zawodne systemy elektroenergetyczne nie tylko są bardzo kosztowne ze względu na przestoje i naprawy, ale mogą również być niebezpieczne dla naszego zdrowia i życia. Wykrywanie tych defektów elektrycznych stanowi poważne wyzwanie, szczególnie na wczesnym etapie, kiedy jest jeszcze czas na rozpoczęcie

działań naprawczych. Każda dyskusja na temat ryzyka musi obejmować zdrowie i bezpieczeństwo. Nie należy jednak ignorować aspektu niezawodności naszego systemu. Jedno jest pewne – ryzyko związane z bezpieczeństwem i niezawodnością wiąże się z nieplanowanymi przestojami, kosztownymi czynnościami naprawczymi, a ostatecznie z utratą zysków.

Stosując technologię pomiaru i monitorowania ultradźwięków możemy znacząco zmniejszyć ryzyko wybuchu łuku elektrycznego, jednocześnie zwiększając ogólną niezawodność instalacji elektrycznych.

W SonaVu™ źródła ultradźwięków powstałe w wyniku wyładowań niezupełnych nakładają się na obraz, umożliwiając inspektorom intuicyjne określenie ich lokalizacji. Ultradźwięki to najlepsza technologia zmniejszająca ryzyko ekspozycji na łuk elektryczny, przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodności sprzętu. Odbywa się to poprzez wykrywanie defektów, które mogą prowadzić do wystąpienia łuku elektrycznego. Nie oznacza to, że ultradźwięki eliminują potrzebę stosowania środków ochrony osobistej i innych środków bezpieczeństwa. Inspektorzy muszą nadal przestrzegać wszystkich obowiązujących protokołów bezpieczeństwa podczas pracy w pobliżu urządzeń elektrycznych. Możliwość obrazowania dźwiękowego z dużej odległości, jakie zapewnia kamera obrazowania akustycznego SonaVu™, czynią z niej podstawowe narzędzie do kontroli systemów elektrycznych pod kątem wyładowań niezupełnych przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa i niezawodności elektrycznej.

Procedura wykrywania wyładowań z użyciem SonaVu™ jest prosta. Wystarczy podłączyć słuchawki i skierować czujniki w kierunku potencjalnych źródeł. Ultradźwięki wytwarzane przez wyładowania niezupełne pobudzają czujniki, podczas gdy ich położenie będzie zobrazowane na wyświetlaczu. Teraz wystarczy już tylko nacisnąć przycisk, aby zarejestrować obraz wideo lub zdjęcie i umieścić je w raporcie z inspekcji. Proste, prawda?



Rysunek 5

Wyładowanie niezupełne zlokalizowane na izolatorze w sieci przesyłowej wysokiego napięcia



TESTOWANIE SYSTEMU PAROWEGO

Para jest jednym z podstawowych mediów używanych w nowoczesnej produkcji. System parowy to zbiór elementów służących do dostarczania pary z kotłowni do miejsca jej przeznaczenia. Systemy parowe powinny minimalizować straty pary, maksymalizować przeniesienie ciepła i usuwać skraplający się kondensat. Przypomnijmy, że odwadniacze służą do usuwania skraplających się i nieskraplających się gazów i pozostają zamknięte dla świeżej pary. Działają jako zawór automatyczny, usuwając wodę, powietrze, CO₂ i inne zanieczyszczenia z układu parowego. W ten sposób chronią elementy systemu parowego przed szkodliwymi zanieczyszczeniami, osadzaniem się kamienia, jednocześnie wspierając efektywne przenoszenie ciepła przez system. Prawidłowo działający odwadniacz zapewnia, że tylko para o wysokiej temperaturze i wysokiej jakości jest dostarczana do miejsca przeznaczenia. W ten sposób chronią nasze aktywa, procesy produkcyjne i wynik finansowy. Zapewniają przy tym bezpieczeństwo systemu parowego, ponieważ pochłaniają ciężar uszkodzeń, które w przeciwnym razie przeniosłyby się na wymienniki ciepła, łopatki turbiny, rurociągi pary itp. Wykonywanie regularnych przeglądów odwadniaczy jest więc ważnym zadaniem dla zespołu konserwacyjnego. Im wcześniej uszkodzony odwadniacz zostanie wykryty, tym szybciej zostanie on wymieniony, co skutkuje większą sprawnością pozostałej części systemu.

Aby zdiagnozować stan odwadniacza, należy najpierw poznać ich główne funkcje i tryby awarii. Gdy para wpływa do odwadniacza, niepożądane skraplające się i nieskraplające się gazy są usuwane, podczas gdy odwadniacz pozostaje szczelny dla pary. Powoduje to głośny hałas widoczny za pomocą kamery akustycznej. W pełni funkcjonalny odwadniacz regularnie usuwa te niepożądane skraplające się i nieskraplające się

gazy. Właśnie tego powinien szukać technik podczas oceny stanu odwadniaczy za pomocą ultradźwięków. Nieprawidłowo działający odwadniacz zwykle zawodzi na jeden z dwóch sposobów. Stale pozostaje w pozycji otwartej lub zamkniętej. Gdy odwadniacz zostanie w pozycji otwartej, będzie stale usuwał parę wraz z niepożądanym kondensatem, co spowoduje ogromne straty energii. Gdy odwadniacz zostanie zablokowany w pozycji zamkniętej, kondensat nie będzie już mógł być usuwany z systemu, co może skutkować zanieczyszczeniem systemu parowego, a co gorsze, uderzeniem wodnym, które może poważnie uszkodzić rurociągi parowe.

Mając taką podstawową wiedzę na temat działania odwadniaczy i procesu, bardzo łatwo jest zdiagnozować je za pomocą kamery akustycznej. Po włączeniu SonaVu™ i dostosowaniu progu dB do akustyki pomieszczenia, wystarczy skierować urządzenie na odwadniacz i obserwować ekran, aby sprawdzić, czy odwadniacz działa prawidłowo, czy nie. Obserwowanie odwadniacza za pomocą kamery akustycznej ujawni, czy jest on opróżniany z kondensatu, wskazując na poprawne działanie, czy utknął w pozycji otwartej lub zamkniętej.



WSZĘDZIE TAM GDZIE COŚ SŁYCHAĆ

Powyższe zastosowania to tylko część możliwości, jakie niesie ze sobą wykorzystanie technologii obrazowania dźwięku. Szczególnie, że kamera akustyczna SDT SonaVu działa nie tylko w paśmie ultradźwiękowym ale również w częstotliwościach akustycznych. Wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia ze zjawiskami generującymi przepływ turbulenty, tarcie, uderzenia lub wyładowania niezupełne, powstają również ultradźwięki, które kamera usłyszy, a my zobaczymy. Jeden obraz a dzięki niemu wiemy, gdzie jest przeciek sprężonego powietrza, który izolator jest uszkodzony, czy odwadniacz pracuje prawidłowo. Dzięki temu rozwiązaniu bez wątplenia oszczędzamy nasze pieniądze i czas.

„Ultradźwięki to najlepsza technologia zmniejszająca ryzyko ekspozycji na tęg elektryczny, przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodności sprzętu.



Rysunek 6
Odwadniacz serii 5000



Rysunek 7
Kontrola systemów parowych