

# Badanie metodą emisji akustycznej hydroakumulatorów w siłowniach wiatrowych

W celu zdiagnozowania zagadnienia dotyczącego badań technicznych hydroakumulatorów zlokalizowanych w siłowniach wiatrowych należy ustalić, jakie elementy postępowania są wskazywane przez dokumenty odniesienia. Ponadto konieczne jest dokładne rozpoznanie obiektów badań. W tym artykule zostanie również zaprezentowane, jakie kroki Urząd Dozoru Technicznego podjął, podejmuje i planuje podjąć w sytuacji zamiaru zastąpienia oględzin ścianek hydroakumulatorów od strony wewnętrznej wymaganych w trakcie prowadzonych rewizji wewnętrznych.

## 1. Wprowadzenie prawne

Badania techniczne, jakie należy wykonać w ramach inspekcji hydroakumulatorów, określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 9 lipca 2003 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji niektórych urządzeń ciśnieniowych. W rozdziale 2 „Rodzaje, zakres i terminy badań technicznych”, znajdują się następujące zapisy:

§ 17.1. W toku eksploatacji urządzeń ciśnieniowych przeprowadzane są badania techniczne:

- 1) okresowe – dla urządzeń ciśnieniowych objętych dozorem pełnym, w terminach określonych dla danego rodzaju urządzenia;
- 2) doraźne – eksploatacyjne, kontrolne, powypadkowe lub poawaryjne – wykonywane w terminach wynikających z bieżących potrzeb.

2. Badania okresowe i doraźne urządzenia ciśnieniowego są wykonywane jako:

- 1) rewizje wewnętrzne,
- 2) próby ciśnieniowe,
- 3) rewizje zewnętrzne.

§ 18.1. Rewizja wewnętrzna obejmuje ocenę wizualną stanu ścianek urządzenia ciśnieniowego, jego połączeń rozłącznych i nierozłącznych oraz osprzętu zabezpieczającego i ciśnieniowego.

2. W technicznie uzasadnionych przypadkach ocena wizualna, o której mowa w ust. 1, może być uzupełniona lub zastąpiona innymi badaniami.

W załączniku do ww. rozporządzenia zamieszczono tabelę określającą formy dozoru technicznego i terminy badań technicznych. Poniżej przedstawiono jej fragment dotyczący hydroakumulatorów.



**Tomasz Dunaj**

Urząd Dozoru Technicznego  
Dział Badań Laboratoryjnych  
w Poznaniu

LP.	RODZAJ URZĄDZENIA	FORMA DOZORU	TERMINY BADAŃ			
			REWIZJA ZEWNĘTRZNA	REWIZJA WEWNĘTRZNA	PRÓBA CIŚNIENIOWA	
1	2	3	4	5	6	
60	Hydroakumulatory	bezsprężonowe	pełny	2 lata	6 lat	-
61		przeponowe	pełny	2 lata	10 lat	-

Przytoczone wyżej fragmenty zapisów rozporządzenia określają rodzaj okresowych badań technicznych hydroakumulatorów oraz terminy badań. Wskazano w nich również możliwość zastąpienia oceny wizualnej innymi badaniami.

## 2. Wprowadzenie normatywne

Określone wyżej możliwości zastąpienia oceny wizualnej innymi badaniami nie precyzują szczegółowego trybu postępowania dla każdego przypadku. W takiej sytuacji zgoda na zastępowanie badań oparta jest m.in. na analizie dokumentów normatywnych.

W przypadku badań hydroakumulatorów metodą emisji akustycznej w ramach badań zastępujących oględziny od strony wnętrza głównym dokumentem odniesienia jest norma:

- PN-EN ISO 16148:2016-08 – Butle do gazów. Bezszwowe stalowe butle i zbiorniki rurowe do gazów wielokrotnego napełniania. Badania metodą emisji akustycznej (AT) i uzupełniające badania ultradźwiękowe (UT) w kontroli i badaniach okresowych.

Oczywiście powyższa norma powiązana jest w różnych obszarach z kolejnymi dokumentami odniesienia.

Ujednolicenie stosowanej terminologii określono w:

- PN-EN 1330-9: 2017-09 – Badania nieniszczące. Terminologia.

Część 9: Terminy stosowane w badaniach emisji akustycznej.

Wymagania dotyczące wyposażenia pomiarowo-badawczego opisano w:

- PN-EN 13477-1:2002 – Badania nieniszczące. Emisja akustyczna. Charakteryzowanie aparatury. Część 1: Opis aparatury.

- PN-EN 13477-2:2010 – Badania nieniszczące. Emisja akustyczna. Charakteryzowanie aparatury. Część 2: Weryfikacja działania.

Kwalifikacje jakie powinien posiadać personel wykonujący badania określono w:

- PN-EN ISO 9712:2012 – Badania nieniszczące. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących.

W zagadnieniach ogólnych lub nieokreślonych precyzyjnie należy odwołać się również do norm opisujących badania metodą emisji akustycznej:

- PN-EN 13554:2011 - Badania nieniszczące. Emisja akustyczna. Zasady ogólne.

- PN-EN 14584:2013-07 – Badania nieniszczące. Badania emisji akustycznej. Sprawdzenie metalowych urządzeń ciśnieniowych podczas próby odbiorczej. Planarna lokalizacja źródeł AE.

Laboratorium wykonujące badania powinno również spełniać odpowiednie wymagania wg:

- PN-EN ISO/IEC 17025:2005 – Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących.

## 3. Obiekty badane

Obecnie większość siłowni wiatrowych wyposażonych jest w układy hydrauliczne zapewniające m.in. możliwość sterowania pozycją łopat czy aktywacją hamulca. Jednym z elementów takiego układu hydraulicznego jest hydroakumulator, który ma za zadanie gromadzić energię potencjalną ciśnienia oraz kompensować wahania ciśnienia. W turbinach wiatrowych stosuje się różne rodzaje hydroakumulatorów, które różnią się sposobem rozdzielania czynników roboczych. Najczęściej stosowane są hydroakumulatory pęcherzowe (przepływowe), dużą grupę stanowią też urządzenia tłokowe (bezsprężowe). Zasadniczo czynnikiem roboczym jest z jednej strony azot, z drugiej – olej hydrauliczny. W zależności od producenta oraz typu turbiny wiatrowej stosuje się różne rozwiązania, co do liczby hydroakumulatorów, ich pojemności oraz parametrów pracy. Wśród wielu parametrów, którymi różnią się hydroakumulatory, należy wymienić te, które mogą wpłynąć na prowadzenie badania metodą emisji akustycznej, tj.:

- typ – rodzaj hydroakumulatora,

- pojemność,
- materiał,
- nominalna grubość ścianki,
- minimalna grubość ścianki,
- ciśnienie dopuszczalne,
- maksymalne ciśnienie robocze.

## PRZYKŁADOWE DANE BADANYCH HYDROAKUMULATORÓW

LP.	TYP HYDROAKUMULATORA		POJEMNOŚĆ [M <sup>3</sup> ]	CIŚNIENIE DOPUSZCZALNE [MPa]
	NAZWA	OZNACZENIE		
1	pęcherzowy	EHV 20-330/90	0,02	33,00
2	pęcherzowy	EHV 32-330/90	0,032	33,00
3	tłokowy	AF 250/25	0,025	25,00
4	tłokowy	AF 250/35	0,035	25,00

## 4. Stan obecny

Od 2017 r. w Urzędzie Dozoru Technicznego trwają prace mające na celu określenie dla hydroakumulatorów zainstalowanych na wieżach wiatrowych jednolitych wytycznych w zakresie określonym na wstępie niniejszego artykułu, tj. sytuacji, gdy użytkownik występuje w technicznie uzasadnionym przypadku z wnioskiem o zastąpienie oceny wizualnej w ramach rewizji wewnętrznej inną metodą. W ubiegłym roku prowadzono testowe badania metodą emisji akustycznej, zarówno w laboratorium, jak i w terenie. Testowano możliwości techniczne wykonania badania na obiektach w warunkach laboratoryjnych na hydroakumulatorach pęcherzowych oraz tłokowych. Wykonywano również badania testowe w warunkach rzeczywistych na wieżach wiatrowych w celu weryfikacji m.in. potencjalnych źródeł zakłóceń oraz możliwości obciążenia układu ciśnieniowego wg danego schematu. Na podstawie przeprowadzonych testów, łącznie



Zdj. 1 Robocze stanowisko pomiarowe zlokalizowane w gondoli – widoczny system pomiarowy wraz z komputerem przenośnym oraz wyświetlacz połączony z przetwornikiem ciśnienia przedstawiający aktualne ciśnienie w układzie hydraulicznym

ponad 30 urządzeń, z końcem ubiegłego roku gotowe były pierwsze dokumenty wewnętrzne opisujące tryb postępowania, w tym instrukcje badań metodą emisji akustycznej hydroakumulatorów na wieżach wiatrowych. Z początkiem 2018 r. rozpoczęto pierwsze regularne badania metodą emisji akustycznej. Do końca listopada 2018 r. przebadano około 500 urządzeń różnych typów. W pierwszej kolejności badania objęły użytkowników uczestniczących w badaniach testowych, którzy na bazie zdobytych doświadczeń potrafili przygotować urządzenia w sposób zapewniający poprawne wykonanie badania metodą emisji akustycznej. Na podstawie przekazanych przez eksploatujących informacji opracowano możliwość wykonania badań jednocześnie na wszystkich hydroakumulatorach

OBECNIE W PEŁNI MOŻLIWE JEST WYKONANIE PRZEZ URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO BADAŃ ZASTĘPCZYCH NA HYDROAKUMULATORACH METODĄ EMISJI AKUSTYCZNEJ. WARUNKIEM NIEZBĘDNYM JEST KONIECZNOŚĆ ZŁOŻENIA PRZEZ EKSPLOATUJĄCEGO DO WŁAŚCIWEGO ODDZIAŁU STOSOWNYCH DOKUMENTÓW W CELU UZYSKANIA ZGODY NA ZASTĄPIENIE BADAŃ, ZGODNIE Z WCZEŚNIEJ PRZYTOCZONYM ROZPORZĄDZENIEM.

zamontowanych w siłowni wiatrowej.

W każdym nowym przypadku kolejnym etapem jest przeprowadzenie przez UDT badań testowych, które wynikają z szerokiej gamy rozwiązań stosowanych przez producentów turbin wiatrowych oraz konieczności przygotowania przez użytkownika obiektów do badań. Najczęstszymi problemami, jakie musi wyeliminować użytkownik w trakcie badań testowych, aby przystąpić do właściwych badań metodą emisji akustycznej, są zakłócenia i konieczność stabilizacji ciśnienia. Z punktu widzenia norm określających badanie metodą emisji akustycznej konieczne jest wyeliminowanie przed badaniem zakłóceń, których źródłem mogą być np. zbyt duża szybkość podno-



Zdj. 3 W odróżnieniu od prezentowanych we wcześniejszych numerach Inspektora, „dużych” laboratoriów mobilnych ze stanowiskiem pomiarowym, tutaj do badań wykorzystuje się mniejsze samochody do przewozu kompletnego zestawu badawczego - następnie transportowanego do roboczego stanowiska w gondoli



Zdj. 2 Czujniki wraz z uchwytami magnetycznymi zamontowane na badanych hydroakumulatorach tłokowych

szczenia ciśnienia (mierzalny szum przepływu), mechaniczny kontakt z obiektem badanym innymi elementami, zakłócenia elektromagnetyczne i zakłócenia o częstotliwości radiowej z pobliskich urządzeń nadawczych i z innych źródeł, nieszczelności w układzie hydraulicznym (wycieki z rur, przewodów hydraulicznych) oraz inne.

Sposób pracy układu hydraulicznego nie ułatwia również spełnienia wymagań dotyczących stabilizacji ciśnienia na określonym poziomie przez określony czas. Badania właściwe wykonywane są standardowo przez zespół dwóch pracowników UDT posiadających stosowne kompetencje, a więc co najmniej jedną osobę z certyfikatem osobowym w metodzie emisji akustycznej i jedną osobę posiadającą stosowną autoryzację inspekcyjną w określonej grupie urządzeń ciśnieniowych, która jednocześnie stanowi wsparcie techniczne i organizacyjne w procesie przygotowania i wykonania badań AE.

DOCELOWO W NAJBLIŻSZYCH LATACH PLANUJE SIĘ OPRACOWANIE INSTRUKCJI BADAŃ METODĄ EMISJI AKUSTYCZNEJ DLA WSZYSTKICH ZGŁASZANYCH TYPÓW HYDROAKUMULATORÓW ORAZ USTALENIE Z UŻYTKOWNIKAMI JEDNOLITEGO TRYBU POSTĘPOWANIA, KTÓRY WYELIMINOWAŁBY BADANIA TESTOWE. PERMANENTNA AKTUALIZACJA BAZY DANYCH SŁUŻY ZAPEWNIENIU BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO HYDROAKUMULATORÓW EKSPLOATOWANYCH W SIŁOWNIACH WIATROWYCH.

W najbliższych latach, stosownie do zgłaszanych przez użytkowników wniosków, planuje się kontynuację tego typu badań w terenie, a w miarę potrzeb także w warunkach laboratoryjnych.

Podziękowania dla Ireneusza Barana i Marka Nowaka z Działu Badań Laboratoryjnych UDT w Krakowie.