

dr hab. inż. Marek Lechman, prof. nadzw.*

Diagnostyka i utrzymanie kominów ceramicznych użytkowanych jako wieże antenowe

Diagnostics and maintenance of masonry chimneys used as antenna carriers

Streszczenie. Setki istniejących kominów ceramicznych jest obecnie użytkowanych jako wieże antenowe telefonii komórkowej. W artykule określono zakres wymaganych badań diagnostycznych i obliczeń statycznych, stanowiących podstawę techniczną dopuszczalności instalacji anten na kominie. Podano także zasady utrzymania kominów użytkowanych w powyższy sposób z uwzględnieniem trwałości. Rozważania zilustrowano przykładami oceny stanu technicznego kominów, na których zawieszono instalacje antenowe.

Słowa kluczowe: komin ceramiczny, wieża, anteny, diagnostyka, utrzymanie.

Abstract. Hundreds of existing masonry chimneys are served as antenna carriers. The paper presents the scope of diagnostics and static calculations which are required to justify the acceptability of the antenna installation on the chimney. Moreover, the principles of maintenance of chimneys under consideration are given with regard to durability. The considerations of the paper are illustrated by examples of masonry chimneys used as antenna carrier.

Keywords: chimney, masonry, antenna, carrier, diagnostics, maintenance.

Kominy użytkowane jako wieże antenowe poddane są działaniu dodatkowego obciążenia od oddziaływania wiatru na anteny i ich konstrukcje wsporcze. Z tego powodu ich stan techniczny powinien być przedmiotem dokładnej oceny uwzględniającej te oddziaływania.

Ocena stanu technicznego

Diagnostyka rozpatrywanych kominów obejmuje następujące elementy:

- zespół czynności (badań) potrzebnych do postawienia diagnozy stanu technicznego;
- analizę wytrzymałościową;
- analizę przyczyn wystąpienia uszkodzeń i anomalii, identyfikację zagrożeń.

Wszystkie te elementy pozwalają na postawienie diagnozy, która z reguły określa obecny stan obiektu. Diagnoza powinna dać odpowiedź dotyczącą:

- dopuszczalności użytkowania obiektu jako wieży antenowej;
- naprawy i ochrony antykorozyjnej oraz programu utrzymania obiektu.

Standardowy zakres badań diagnostycznych komina ceramicznego służącego jako wieża antenowa obejmuje:

- zebranie danych o konstrukcji i warunkach eksploatacji komina;
- inwentaryzację anten zainstalowanych na kominie lub/i zebranie danych o antenach projektowanych;

- inwentaryzację uszkodzeń i nieprawidłowości dotyczących trzonu i wykładziny;
- ocenę wytrzymałości muru trzonu na ściskanie;
- określenie stanu głowicy;
- sprawdzenie pionowości i osiadania;
- ocenę zakotwień, mocowań i połączeń elementów konstrukcji wsporczych anten;
- ocenę stanu elementów służących do komunikacji na kominie (szczelne wiazowe, drabiny, dodatkowe pomosty obsługi, galerie itp.);
- ocenę powłok ochronnych trzonu i zabezpieczeń antykorozyjnych elementów stalowych wyposażenia.

Stan bezpieczeństwa konstrukcji komina ocenia się na podstawie wyników obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, zgodnie z właściwymi normami obciążeń i projektowania konstrukcji, np. [1 – 3]. W przypadku kominów usytuowanych w 1 i 2 strefie wiatrowej uzyskuje się wg PN-77/B-02011 mniejsze wartości momentów zginających od wiatru niż wg PN-EN 1991-1-4: 2008 [4].

W obliczeniach komina należy rozpatrzyć dwa stany:

- 1) komin bez anten;
- 2) komin z uwzględnieniem zainstalowania anten, ich konstrukcji wsporczych oraz innych elementów (drabinki kablowe, pomosty, drabiny itp.).

Podstawowymi obciążeniami oddziaływającymi na konstrukcję komina są: ciężar własny, obciążenie wiatrem i obciążenie temperaturą. Dane materiałowe muru trzo-

nu komina przyjmuje się zgodnie z projektem i wynikami przeprowadzonych badań materiałowych. W obliczeniach powinny być ponadto uwzględnione wyniki pomiarów geodezyjnych pionowości i osiadania.

Siła poprzeczna F_w działająca na element trzonu komina lub na antenę może być wyznaczona na podstawie zależności podanej w PN-EN 1991-1-4:2008 [2]:

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (1)$$

gdzie:

$c_s c_d$ – współczynnik konstrukcyjny;
 c_f – współczynnik oporu aerodynamicznego;
 $q_p(z_e)$ – szczytowe ciśnienie prędkości na wysokości z_e ;
 A_{ref} – pole powierzchni odniesienia.

Konstrukcja komina powinna spełniać wymagania dotyczące nośności, sztywności i stateczności. Siłami wewnętrznymi działającymi w poziomym przekroju komina jest siła podłużna od obciążenia stałego N , moment zginający od wiatru i wychylenia M oraz lokalny moment zginający ΔM spowodowany różnicą temperatury. W przypadku kominów zaprojektowanych zgodnie z PN-88/B-03004 lub wg norm wcześniejszych, naprężenia normalne σ_m w przekrojach poziomych trzonu, wynikające z powyższych oddziaływań, powinny spełniać warunek:

$$\sigma_m \leq \sigma_{dop} \quad (2)$$

gdzie:

σ_{dop} – naprężenie dopuszczalne dla rozważanego przekroju.

Komin ma wystarczającą sztywność, gdy ugięcie sprężyste wierzchołka y_w spełnia kryterium:

$$y_w \leq y_{dop} \quad (3)$$

gdzie:

y_{dop} – dopuszczalna wartość ugięcia wierzchołka komina.

Zgodnie z normą PN-88/B-03004 $y_{dop} = 0,0025 \cdot h$, gdzie h wysokość komina. Warunek stateczności ma postać:

$$e_0 \leq c \quad (4)$$

gdzie:

e_0 – mimośród siły podłużnej całkowitej;

c – promień rdzenia poszerzonego przekroju.

Przykłady oceny kominów z antenami

Zgodnie z omówionym w artykule sposobem postępowania dokonano oceny stanu technicznego trzech nieczynnych kominów murowanych użytkowanych jako wieże antenowe: komin 1, wysokości $h = 23$ m o przekroju ośmiobocznym (fotografia 1);



Fot. 1. Komin 1 o przekroju ośmiobocznym

komina 2, wysokości $h = 35$ m o przekroju pierścieniowym (fotografia 2) oraz komin 3, wysokości $h = 28$ m o przekroju kwadratowym (fotografia 3). W przypadku komina 2, którego wylot był przykryty stalowym deklem, bez zapewnienia wentylacji jego wnętrza, stwierdzono znaczny stopień destrukcji górnej części murowanego trzonu (fotografia 2). W strefie podgłowicowej trzonu komina 3 zlokalizowano poziome rozwarstwienie w postaci szczeliny. Wpływ anten na zachowanie kominów określono na podstawie oceny komina bez anten oraz z antenami. Wykazano, że analizowane kominy spełniają wymagania wytrzymałościowe normy PN-88/B-03004. W tabeli zestawiono wyni-

Wyniki sprawdzenia przekrojów w strefie podgłowicowej komina 1 i komina 3

Obiekt	Poziom	Stan: komin bez anten			Stan: komin z antenami		
		M [kNm]	e_0 [m]	s_m [MPa]	M [kNm]	e_0 [m]	s_m [MPa]
Komin 1	22 m	0,53	0,038	0,020	6,5	0,406	0,075
Komin 3	27 m	2,5	0,036	0,022	37,5	0,536	0,053



Fot. 2. Uszkodzenia komina 2 przykrytego stalowym deklem

ki obliczeniowego sprawdzenia przekrojów w strefie podgłowicowej komina 1 i komina 3. Z zawartych w niej danych wynika, że zainstalowanie anten skutkuje wystąpieniem rozciągania w analizowanych przekrojach. Stwierdzenie to uzasadniają nierówności: $e = 0,205 < e_0 = 0,406 < c = 0,417$ (komin 1); $e = 0,345 < e_0 = 0,536 < c = 0,864$ (komin 3), gdzie e – promień rdzenia głównego. Rosną zarazem naprężenia σ_m . Biorąc pod uwagę te przesłanki, strefę podgłowicową trzonu komina 3 wzmocniono za pomocą przyklejanych mat z włókna węglowego (fotografia 3).



Fot. 3. Naprawa uszkodzenia komina 3 za pomocą mat z włókna węglowego

Zasady utrzymania z uwzględnieniem trwałości

Utrzymanie w zadowalającym stanie technicznym komina eksploatowanego jako wieża antenowa wymaga przeprowadzania regularnych przeglądów technicznych jego konstrukcji nie rzadziej niż co 2 – 3 lata, z uwzględnieniem oceny stanu elementów służących do komunikacji na kominie, prowadzenia pomiarów geodezyjnych pionowości i osiadania, a także wykonywania bieżących napraw i konserwacji. Do uzupełniania ubytków zaprawy i cegły zaleca się stosowanie mieszanek betonowych i zapraw modyfikowanych emulsją polimerową. Trwałość trzonów kominowych można istotnie zwiększyć przez hydrofobizację i zabezpieczenie powierzchni zewnętrznej płaszcza komina powłoką ochronną akrylową. Stosowane przykrycie wylotu płytą żelbetową lub deklem stalowym bez zapewnienia wentylacji wnętrza komina może prowadzić do przyspieszonej destrukcji muru trzonu.

Podsumowanie

Istniejące kominu murowane mogą być użytkowane jako wieże antenowe, jeżeli ich stan techniczny jest zadowalający, a konstrukcja spełnia wymagania dotyczące nośności, sztywności i stateczności. Oddziaływanie wiatru na anteny i ich konstrukcje wsporcze powoduje wzrost mimośrodu e_0 siły podłużnej N (nawet $e_0 \geq c$), a zarazem i wartości naprężeń σ_m , nawet o kilkadziesiąt %. W przypadku usytuowania anten w strefie głowicy komina mogą wystąpić objawy utraty spójności w spoinie muru trzonu. Z tego powodu nie zaleca się instalowania anten w strefie wylotowej komina. Szczególną uwagę należy zwracać na zabezpieczenie antykorozyjne instalacji antenowych w przypadku komina czynnego, a w przypadku przykrycia wylotu komina nieczynnego – na zapewnienie odpowiedniej wentylacji jego wnętrza.

Literatura

Fotografie – Autor

- [1] PN-88/B-03004 Kominu murowane i żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [2] PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 8. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie wiatru.
- [3] PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- [4] Lechman M., Ocena bezpieczeństwa konstrukcji istniejących kominów murowanych w ujęciu norm PN-EN, Przegląd Budowlany 5/2012.