



MODERNIZACJA KOMINA PRZEMYSŁOWEGO O ZNACZNYM STOPNIU DEGRADACJI

LESZEK HAWRO
SAVEX S.A. Zgorzelec

PIOTR KONDERLA
RYSZARD KUTYŁOWSKI, *ryszard.kutylovski@pwr.edu.pl*
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska

Streszczenie: W referacie przedstawiono sposób modernizacji komina oraz fazę realizacji tej modernizacji. Komin elektrociepłowni eksploatowany przez ponad 40 lat był w bardzo wysokim stopniu zdegradowany. W oparciu o wcześniej przeprowadzone kompleksowe badania komina opracowano propozycje jego modernizacji. Z uwagi na daleko posuniętą degradację elementów konstrukcyjnych komina zastosowano niekonwencjonalny sposób przywrócenia jego zdolności eksploatacyjnych [1]. W pracy skupiono się na opisie prac modernizacyjnych pokazując istotne elementy tego procesu, w szczególności zwracając uwagę na technologię wykonania kolejnych robót.

Słowa kluczowe: stan techniczny komina żelbetowego, modernizacja komina, nowy trzon komina wykonany w ślizgu, stalowy wkład kominowy.

1. Wprowadzenie

Motywacją zainteresowania się zagadnieniem prezentowanym w niniejszej pracy jest fakt występowania na terenie kraju wielu kominów, które wymagają wyburzenia lub modernizacji w szerokim i fundamentalnym zakresie. Problem rewitalizacji kominów poprzez ich przebudowę jest przedmiotem niniejszego referatu.

W wielu przypadkach kominy przemysłowe po wielu latach eksploatacji wykazują się znacznym stopniem zużycia technicznego, co skłania użytkowników do rozważenia opcji wyburzenia konstrukcji. Jednak ze względów ekonomicznych oraz także technicznych często nie jest to możliwe. Wyburzenie pociąga za sobą konieczność zatrzymania produkcji na czas wybudowania nowego komina, co pociąga za sobą określone skutki ekonomiczne. Zastosowanie tymczasowych kominów, na czas budowy nowego komina, zazwyczaj ze względów technicznych nie jest możliwe lub jest bardzo trudne. Wobec tego w skali makro występuje problem przywrócenia do eksploatacji poprzez rewitalizację wyeksploatowanych kominów w sposób minimalizujący czas wyłączenia komina z eksploatacji. Zazwyczaj do dyspozycji na modernizację komina jest czas, w którym dokonane są okresowe remonty urządzeń elektroenergetycznych. Należy zauważyć, że okres postoju urządzeń jest rzędu 3 do 4 miesięcy, co jest okresem zbyt krótkim na wykonanie kapitalnego remontu komina. Z uwagi na znaczną degradację elementów konstrukcyjnych komina tradycyjne metody remontu komina są zbyt czasochłonne jak również mało skuteczne. Fakt ten implikuje konieczność znalezienia innego sposobu na przywrócenie własności eksploatacyjnych komina.

Problemy przyspieszonej degradacji konstrukcji komina pojawiają się również w związku ze zmianą warunków eksploatacji komina. Po zainstalowaniu instalacji odsiarczania spalin do komina zostają odprowadzane spaliny o znacznie niższej temperaturze, tzw. „mokre” spaliny.

W takim przypadku, kominy dostosowane do odprowadzania gorących spalin ulegają przyspieszonej degradacji. Na skutek skraplania się kwaśnego kondensatu na ściankach przewodu, w pierwszej kolejności dochodzi do uszkodzenia wymurówki ceglanej a następnie degradacji podlega nośny trzon komina. W takiej sytuacji, aby nie dopuścić do uszkodzenia konstrukcji komina, należy zastosować przykładowo przewód stalowy wstawiany do komina żelbetowego. Sam trzon żelbetowy stanowi wówczas konstrukcję nośną przejmującą obciążenie przede wszystkim wiatrem, a spaliny odprowadzane są przez szczelny przewód stalowy zabezpieczony dodatkowo przed agresywnym kondensatem.

Wymienione powyżej czynniki: zużycie techniczne konstrukcji komina, eksploatacja komina nie przystosowanego do odprowadzania „mokrych” spalin prowadzi do stanu awaryjnego konstrukcji komina. Ponieważ remont komina tradycyjnymi metodami jest nieekonomiczny i z technicznego punktu widzenia nieefektywny, należy zastosować metody niekonwencjonalne. Metodę tę po raz pierwszy na terenie Polski zastosowano przy modernizacji komina w Elektrowni Ostrołęka [2].

Istotnymi elementami proponowanej metody są:

- nadbudowa nowego trzonu komina w obszarze zdegradowanej części trzonu oryginalnego wraz z konieczną podbudową wsporczą,
- modernizacja przewodu komina polegająca na usunięciu wymurówki i wstawienie nowego przewodu kominowego,
- zastosowanie rozwiązań technologiczno-organizacyjnych wymagających minimalnego okresu wyłączenia komina z eksploatacji i umożliwiających wykonanie modernizacji w trakcie planowanych okresowych remontów urządzeń elektroenergetycznych.

Aby można było zastosować powyższą metodę modernizacji komina muszą być spełnione następujące warunki:

- podłoże gruntowe musi wykazywać odpowiednią nadwyżkę nośności,
- konstrukcja fundamentu w postaci płyty fundamentowej lub fundamentu palowego musi wykazywać rezerwę nośności.

Rezerwy te są niezbędne głównie w okresie modernizacji, kiedy konstrukcja komina w pierwszej fazie procesu modernizacji jest dociążana. Dopiero w kolejnych fazach modernizacji następuje odciążenie konstrukcji do poziomu obciążenia sprzed modernizacji.

2. Stan techniczny komina i projekt modernizacji

Przedmiotem rozważań był komin w Elektrociepłowni w Łodzi o wysokości $H = 120$ m. W roku 2013 przeprowadzono bardzo szczegółowe badania stanu technicznego komina, również w zakresie kompleksowej oceny możliwości przystosowania komina dla potrzeb zabudowy IOS [1]. Badania wykazały, że komin jest w bardzo złym stanie technicznym. Z uwagi na występowanie bardzo daleko posuniętej degradacji betonu, w tym rozwarstwienia struktury trzonu komina i skorodowanie stali, a także występowania na znacznych fragmentach trzonu komina karbonatyzacji na całej grubości trzonu, stan techniczny komina można było określić jako krytyczny.

W konkluzji wyników badań stwierdzono, że:

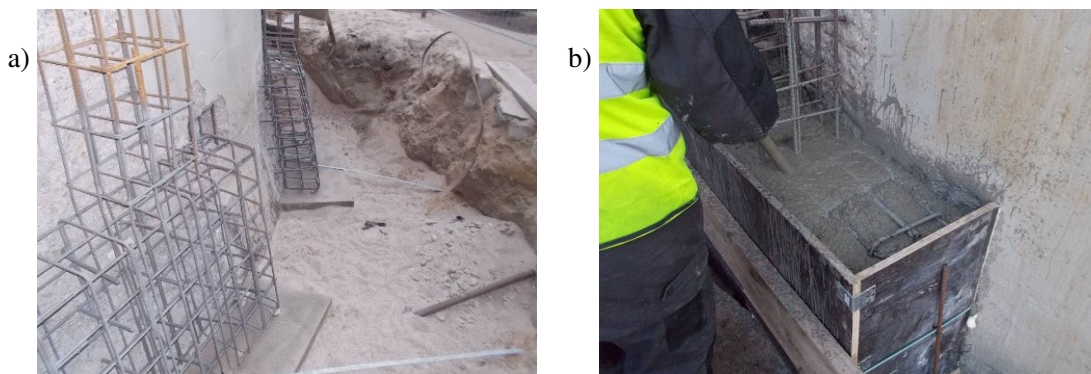
- stan techniczny komina nie gwarantuje dalszej bezpiecznej jego eksploatacji,
- komin nie spełnia wymagań obecnie obowiązujących norm, w szczególności grubość trzonu jest mniejsza niż grubość minimalna wynosząca 20 cm, oraz trzon posiada zbrojenie jednostronne wobec wymaganego obecnie obustronnego zbrojenia,
- z uwagi na poziom uszkodzeń trzonu komina bezzasadne jest jego naprawianie tradycyjnymi metodami ze względu na nieskuteczność takich metod w tym przypadku,
- zaproponowano rozważenie wyburzenia komina lub wykonanie jego przebudowy i modernizacji niekonwencjonalną metodą.

zbrojeniowymi osadzonymi na żywicy. Kotwienie przewidziano poniżej korony komina, na poziomach wsporników istniejącego komina oraz w obszarze otworu technologicznego. Konstrukcja wsporcza nowego trzonu w postaci rusztu składa się z pierścienia górnego PR2 na poziomie +16,5 m, pierścienia dolnego PR1 na poziomie +4,5 m oraz pięciu pilastrów PL1 do PL5. Pilastry i pierścienie mają za zadanie przenoszenie obciążeń z nowego trzonu na fundament komina. Przy wymiarowaniu nowych elementów konstrukcji komina uwzględniono występowanie wlotu czopucha o wymiarach $3,5 \times 10,0 \text{ m}^2$ oraz konieczność wykonania drugiego otworu roboczego o wymiarach $5,9 \times 10,0 \text{ m}^2$ w celu wprowadzenia do komina nowego stalowego przewodu kominowego. Konstrukcja rusztu jest połączona z istniejącym trzonem komina zbrojeniem kotwiącym. Przy projektowaniu wzięto pod uwagę rzeczywistą nośność podłoża gruntowego i stosunkowo duże zapasy nośności fundamentu, co było niezbędne w fazie wznoszenia nowego trzonu w ślizgu.

3. Realizacja modernizacji

Prace wykonywane na czynnym kominie

Prace wykonawcze rozpoczęły się od budowy konstrukcji wsporczej, rusztu, z jednoczesnym remontem powierzchni trzonu komina do poziomu +16,5 m. Ruszt osadzony został na górnej powierzchni płyty fundamentowej. Po wykonaniu wykopów wylano warstwę wyrównującą na powierzchni górnej płyty fundamentowej oraz wykonano odpowiednie bruzdy na powierzchni trzonu komina. Zbrojenie pilastra i jego fundamentu zostało przywiązane do kołków zamocowanych w trzonie komina (rys. 2a). Betonowanie fundamentu pilastra pokazano na rys. 2b. Następnie przystąpiono do szalowania pilastrów, wcześniej zabezpieczając przeciwwilgociowo fundamenty pilastrów (rys. 3) i rozpoczęto montaż rusztowań (rys. 4).



Rys. 2. Zbrojenie i betonowanie fundamentu pilastrów

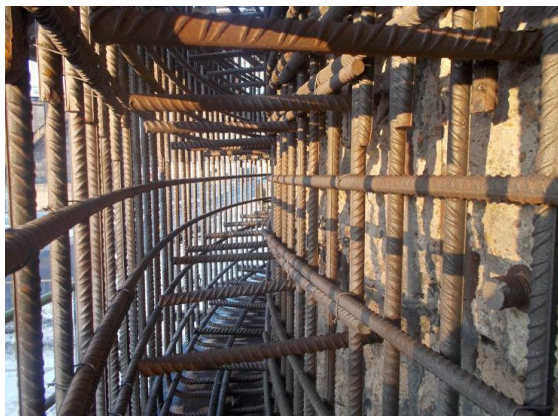


Rys. 3. Zbrojenie i szalowanie pilastrów



Rys. 4. Montaż rusztowań do budowy rusztu

Kolejnym etapem był montaż zbrojenia pierścieni i pilastrów pomiędzy pierścieniem dolnym i górnym (rys. 5 i 6). Po wykonaniu pierścieni i pilastrów oraz wyremontowaniu trzonu do poziomu +16,5 m (rys. 7), przystąpiono do prac przygotowawczych wykonania nowego trzonu w ślizgu (rys. 8 i 9). Betonowanie odbywało się w sposób ciągły (rys. 10).



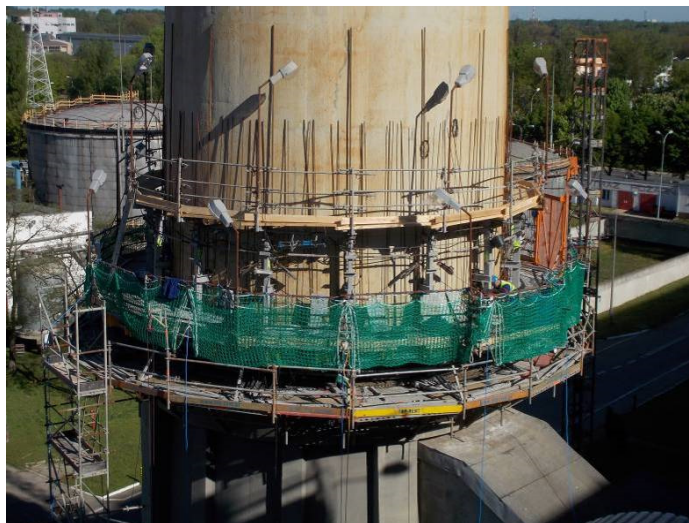
Rys. 5. Zbrojenie pierścienia dolnego (PR1 na rys. 1)



Rys. 6. Zbrojenie otworu montażowego



Rys. 7. Konstrukcja wsporcza



Rys. 8. Widok podestów do betonowania w ślizgu



Rys. 9. Szalunki do betonowania trzonu w ślizgu



Rys. 10. Kolejne etapy betonowania nowego trzonu w ślizgu

Prace wykonywane po wyłączeniu komina z eksploatacji na okres 3 miesięcy

Prace były tak zorganizowane, że zakończenie betonowania trzonu w ślizgu nastąpiło dwie doby po wyłączeniu komina z eksploatacji, co było zgodne z harmonogramem i technologią. Komin został nieco skrócony i po odtworzeniu korony komina zamontowano konstrukcję nośną podestu roboczego przeznaczonego do prac rozbiórkowych wymurówki wewnętrznej (rys. 11). Powstały w wyniku rozbiórki gruz ceglany był usuwany z wnętrza komina poprzez wykonany w trzonie komina otwór montażowy. Na poziomie 40 m został wykonany strop podparcia przewodu stalowego (rys. 12).



Rys. 11. Rozbiórka wymurówki



Rys. 12. Konstrukcja nośna stropu podparcia przewodu stalowego na poziomie +40 m

Aby można było wbudować nowy przewód kominowy wewnątrz trzonu, konieczne było powiększenie otworu montażowego (rys. 13). Przez wykonany otwór montażowy wprowadzane

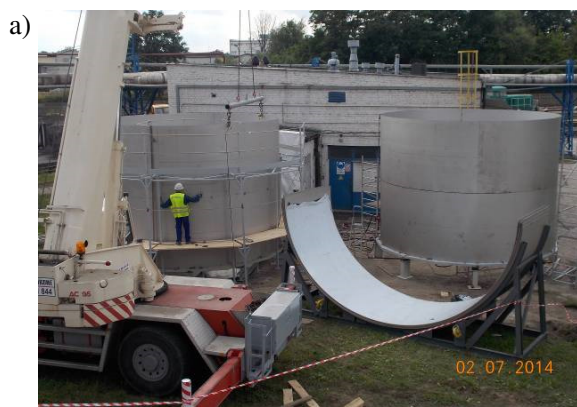
były kolejne segmenty przewodu stalowego (rys. 14), które wcześniej były montowane na placu w sąsiedztwie komina (rys. 15).



Rys. 13. Widok otworu montażowego



Rys. 14. Wsuwanie do wnętrza komina segmentu przed jego powiększeniem przewodu stalowego



a)



b)

Rys. 15. Montaż segmentów stalowego przewodu komina



Rys. 16. Głowica komina po zamontowaniu



Rys. 17. Wyłapywacz skroplin

Po wprowadzeniu segmentu do trzonu komina był on za pomocą siłowników podnoszony do poziomu, na którym był łączony przez spawanie z częścią przewodu znajdującego się już

w kominie. Po nałożeniu izolacji w obszarze spawu podnoszono przewód przy pomocy siłowników umieszczonych na koronie komina na taką wysokość, aby można było do wnętrza komina wstawić kolejny segment.

Po zakończeniu montażu przewodu kominowego zamontowano głowicę (rys. 16) oraz przystąpiono do montażu wyposażenia, w tym wyłapywacza skroplin na poziomie galerii górnej (rys. 17). Końcowym elementem prac było zamurowanie otworu montażowego.

4. Wnioski dotyczące prac remontowych i modernizacyjnych

Modernizacja komina była trudną technicznie operacją z uwagi na bardzo zły stan techniczny komina w momencie podjęcia prac oraz ze względu na bardzo krótki okres wyłączenia komina z eksploatacji. Prace remontowe i modernizacyjne zakończyły się zgodnie z harmonogramem. Komin wyłączony był z eksploatacji przez okres tylko 3 miesięcy i jedynie wtedy można było zakończyć betonowanie w ślizgu górnego fragmentu komina oraz wykonać prace wewnątrz komina – w tym skrócenie komina, usunięcie wymurówki oraz montaż nowego stalowego przewodu kominowego wraz z montażem głowicy i jej odgromienia, a także montażem wyłapywacza skroplin. Podkreślić należy, iż wykonanie podanego zakresu prac w okresie 3 miesięcy jest swoistym rekordem. Tak szybka realizacja, tak złożonego przedsięwzięcia możliwa była dzięki bardzo dobrej organizacji pracy oraz dzięki dużemu doświadczeniu kierownictwa robót i osób bezpośrednio wykonujących poszczególne prace, a także dzięki bezawaryjnej pracy sprzętu.

Modernizację komina wykonano w sposób podobny do zastosowanego przy modernizacji opisanej w [2]. Prezentowana w referacie technologia jest nowatorskim rozwiązaniem opracowanym i wdrożonym przez firmę SAVEX S.A.

Istotnym elementem przeprowadzonej modernizacji komina jest przewidywana trwałość konstrukcji w długim horyzoncie czasowym. Zastosowana technologia, użycie materiałów renomowanych firm i oraz wysoka jakość wykonanych prac gwarantuje utrzymanie właściwych parametrów technicznych konstrukcji przez kilkadziesiąt lat przy właściwej eksploatacji, okresowych przeglądach i bieżącej konserwacji.

Po przebudowie i modernizacji komin uzyskał pełną zdolność eksploatacyjno-techniczną i został odebrany przez Inwestora oraz włączony do eksploatacji zgodnie z harmonogramem.

Literatura

1. Kasprzak T., Konderla P., Kutylowski R., Waśniewski G. Analiza stanu technicznego komina przemysłowego o znacznym stopniu degradacji. Materiały Budowlane nr 5/2014, s. 18–20.
2. Hawro L., Konderla P., Kutylowski R. Wybrane elementy procesu modernizacji komina żelbetowego w Elektrowni Ostrołęka. Przegląd Budowlany nr 5/2012, s. 65–70.

MODERNIZATION OF HIGH DETERIORATED INDUSTRY CHIMNEY

Abstract: The paper describes the realization of the reinforced chimney modernization including the final designing process. The chimney worked in the thermal power plant for over 40 years and was highly deteriorated. Based on earlier made deep chimneys technical condition investigations the initial modernization propositions were formulated. Because the chimney was in very bad condition only non-conventional modernization should be considered [1]. The paper focused the modernization process including the modernization technology.

Keywords: reinforced chimney technical condition, chimney modernization, new reinforced chimney shaft built in slipforming technique, flue steel channel inserted into the reinforced chimney.