

# The process of regeneration of the coal mills impact wheel

## Proces regeneracji koła uderowego młynów węglowych

RYSZARD WOLNY\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2023.2.5>

The process of regeneration of the coal mills impact wheel being a subassembly of a 360 MW power block was presented. Criteria that qualify the impact wheel for regeneration were discussed. Machining operations, machine tools, special devices and surfacing process were characterized. In order to ensure high quality requirements cutting parameters for selected operations were optimized.

**KEYWORDS:** coal mill, impact wheel, regeneration, optimization

Przedstawiono proces regeneracji koła uderowego młynów węglowych będących podzespołem bloku energetycznego o mocy 360 MW. Omówiono kryteria, które kwalifikują koło uderowe do przeprowadzenia regeneracji. Scharakteryzowano operacje obróbkowe, obrabiarki i przyrządy specjalne oraz proces napawania. Aby zapewnić spełnienie wysokich wymagań jakościowych, zoptymalizowano parametry skrawania dla wybranych operacji.

**SŁOWA KLUCZOWE:** młyn węglowy, koło uderowe, regeneracja, optymalizacja

### Wprowadzenie

Przedstawiono proces regeneracji koła uderowego młynów węglowych będących podzespołem bloków energetycznych w elektrowni węgla brunatnego. W zakładzie pracuje 96 młynów wentylatorowych. Z każdym blokiem energetycznym współdziela osiem złożonych konstrukcji przeznaczonych do mielenia, suszenia, odsiewania oraz transportu pneumatycznego pyłu węglowego do komór paleniskowych kotłów. Koło uderowe zbudowane z piasty oraz pierścienia, połączonych 12 płytami uderowymi, jest podstawowym elementem konstrukcyjnym młyna. Średnica koła wynosi 3600 mm, natomiast waga z pełnym opancerzeniem – 26 ton [1–3].

Koło uderowe pracuje w temperaturze 400°C, z prędkością 500 obr/min, co powoduje powstawanie znacznych odkształceń. W stanie nagrzania pierścienia przemieszcza się o około 20 mm. Podczas eksploatacji młynów następuje zużycie kół uderowych poprzez ścieranie płyt, opancerzeń, erozję obwodowych i czołowych powierzchni piasty, pierścienia i rozpórek, oraz ulega zmianie geometria koła [4].

Regenerację koła uderowego przeprowadzono zgodnie z procedurą remontową. Omówiono kryteria, które kwalifikują koło uderowe do przeprowadzenia regeneracji. W przypadku stwierdzenia zużycia powierzchni obwodowych, przekraczającego przyjęte

granice wymiarów, lub nierównomiernego zużycia powierzchni obwodowych piasty i pierścienia oraz części rozpórek, podejmowana jest decyzja o regeneracji tych elementów. Scharakteryzowano operacje obróbkowe wraz z opisem obrabiarek i przyrządów specjalnych oraz proces napawania. Optymalizowano parametry skrawania oraz dobór narzędzi dla wybranych operacji.

### Koło uderowe

Jednym z głównych elementów konstrukcyjnych młyna węglowego jest koło uderowe, osadzone na ułożyskowanym dwustronnie wale młyna. Ze względu na wysoką temperaturę pracy podstawowe części koła: piasta i pierścień, a także rozpórki i śruby mocujące wykonane zostały ze staliwa odpornego na podwyższone temperatury, natomiast płyty uderowe – z materiału odpornego na ścieranie (rys. 1).

Piastę i pierścień koła uderowego wykonano ze staliwa L17HM według normy DIN 17245, oznaczenie GS17CrMo2-5. Staliwo to należy do grupy tzw. staliw energetycznych. Charakteryzuje się podwyższoną wytrzymałością w czasie długotrwałych i zmiennych obciążeń, a także wykazuje dużą odporność na działanie agresywnych środowisk korozyjnych. Gwarancją właściwości mechanicznych w podwyższonych temperaturach są dodatki stopowe: ok. 1% Cr i 0,5% Mo. Samo staliwo L18HM jest czułe na miejscowe przegrzanie wywołane eksploatacją w podwyższonych temperaturach, procesami spawania albo napawania [5].



Fig. 1. Impact wheel of the coal mill [6]

Rys. 1. Koło uderowe młyna węglowego [6]

\* Dr inż. Ryszard Wolny – [ryszard.wolny@pcz.pl](mailto:ryszard.wolny@pcz.pl), 0000-0003-2013-7832 – Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polska

## Regeneracja koła udarowego

Młyny węglowe podlegają dokładnym kontrolom w regularnych odstępach czasu. Kontrole te pozwalają zabezpieczyć ich elementy konstrukcyjne przed uszkodzeniem. Okresowej kontroli podlegają także izolacje termiczne oraz uszczelnienia zainstalowane w młynie. Podczas remontu należy zregenerować lub wymienić zniszczone albo zużyte elementy oraz usunąć wszelkie stwierdzone usterki młyna.

Procedura remontowa dotyczy regeneracji powierzchni obwodowych kół udarowych młynów. Jeśli podczas oględzin i pomiarów średnic koła zostanie stwierdzone zużycie powierzchni obwodowych koła przekraczające przyjęte granice wymiarów (wymiar pierścienia lub piasty wynosi mniej niż 3590 mm lub nastąpiło nierównomierne zużycie powierzchni obwodowych pierścienia i piasty na szerokości 120 mm oraz części rozpórek), wtedy podejmowana jest decyzja o regeneracji tych powierzchni. Zużycie koła udarowego po przepracowaniu 2500 roboczogodzin przedstawiono na rys. 2.

Prace remontowe obejmujące regenerację wykonywane są na wydziale mechanicznym elektrowni według instrukcji stanowiskowych oraz technologii remontowej. Ich zakres ustala się każdorazowo po demontażu koła oraz po pomiarach jego części składowych [7].

Wszystkie elementy koła udarowego, tj. piastę, pierścień i rozpórki, po oczyszczeniu poddaje się oględzinom. Następnie na podstawie kart pomiarowych podejmuje się decyzję odnośnie do regeneracji danej części koła czy też jej wymiany.

Technologia wykonywania regeneracji koła udarowego młynów węglowych po umyciu i demontażu przedstawia się następująco [4]:

- zlokalizowanie pęknięć, rzadzisz i ubytków poprzez wykonanie oględzin zewnętrznych metodą ultradźwiękową lub magnetyczną,
- wykonanie badań penetracyjnych w miejscach wykrytych pęknięć w celu określenia głębokości wad,
- szlifowanie tarczami ściernymi wykrytych pęknięć lub innych wad w piastce i pierścieniu; w zależności od głębokości pęknięcia należy wykonać ukosowanie,



Fig. 2. Impact wheel before regeneration [6]  
Rys. 2. Koło udarowe przed regeneracją [6]

- toczenie na tokarce karuzelowej średnicy zewnętrznej w celu wybrania starej napoiny i wyrównania powierzchni obwodowej koła po zużyciu w trakcie eksploatacji,
- po toczeniu oczyszczenie szlifierkami kątowymi miejsca starych napoin na powierzchniach czołowych (dotyczy to zwłaszcza płaszczyzn, gdzie były montowane płyty, ponieważ w tych miejscach występują ubytki erozyjne w trakcie eksploatacji koła udarowego),
- wykonanie ponownych badań kontrolnych z użyciem penetrantów i ewentualnie kontynuowanie usuwania wad.

## Napawanie obwodowe koła udarowego

Napawanie powierzchni obwodowych koła udarowego młynów wentylatorowych przeprowadzane jest w ramach tzw. remontu średniego poszerzonego. Proces napawania odbywa się na stanowisku automatu spawalniczego po demontażu opancerzeń.

Napawanie piast i pierścieni polega na miejscowym nagrzewaniu miejsc regenerowanych z użyciem grzejnych elementów oporowych, poprzez podgrzanie miejsc napawanych do 250°C i utrzymanie tej temperatury przez cały czas napawania. Natomiast napawanie rozpórek odbywa się bez podgrzewania, z zastosowaniem specjalnie dobranej techniki napawania. Polega ona na stosowaniu krótkich, zachodzących na siebie ściegów prostych wykonywanych bez przerw, w celu utrzymania jak najwyższej temperatury procesu napawania [8–10].

Napawanie przeprowadzane jest:

- metodą MAG z użyciem mieszanek gazowych,
- metodą napawania łukiem krytym pod topnikiem – w przypadku napoin obwodowych piast i pierścieni.

Podczas napawania metodą MAG wykorzystywane są druty spawalnicze SpG1H1M lub SpG4N o średnicy  $\varnothing 1,2$  mm. Jako gaz osłonowy stosowana jest mieszanka o składzie: Ar-82% i CO<sub>2</sub>-18%.

Do napawania metodą MAG wykorzystywane jest stanowisko składające się z: prostownikowego źródła prądu, podajnika drutu, butli z argonem i dwutlenkiem węgla oraz grzejnych elementów oporowych. Napawanie należy wykonywać ściegami prostymi o długości nieprzekraczającej 100 mm.

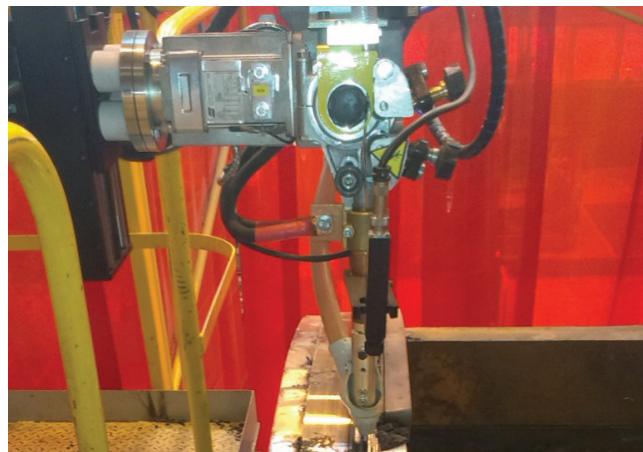


Fig. 3. Submerged arc surfacing [6]  
Rys. 3. Napawanie łukiem krytym [6]



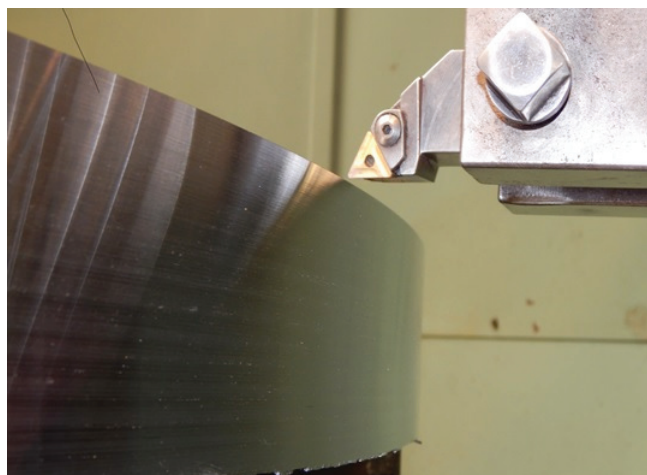


Fig. 4. Turning after surfacing [6]  
Rys. 4. Toczenie po napawaniu [6]

Do napawania łukiem krytym pod topnikiem wykorzystuje się stanowisko oparte na głowicy spawalniczej typu GAS-800 wraz ze źródłem prądu TEP 800. W procesie napawania łukiem krytym pod topnikiem stosowane są druty spawalnicze o średnicy  $\varnothing 4$  mm oraz topnik TAST-1 (rys. 3).

Po napawaniu piasta i pierścienia są toczony na wymiar nominalny  $\varnothing 3600$  mm (rys. 4). Po toczeniu, przy pomocy szlifierek kątowych, należy usunąć zadziory oraz boczne nadlewy. Przed montażem opancerzeń w kole udarowym wymagane jest ponowne sprawdzenie stanu koła.

### Proces technologiczny piasty koła udarowego

Piasta koła udarowego to element konstrukcyjny charakteryzujący się dużą masą, wynoszącą około 10 ton, oraz średnicą zewnętrzną  $\varnothing 3600$  mm. Jako element ruchomy piasta powinna spełniać określone wymagania techniczne dotyczące: tolerancji powierzchni obrobionych, bicia osiowego, chropowatości powierzchni, współosiowości otworów oraz tolerancji położenia. Proces regeneracji piasty został opracowany z uwzględnieniem obróbki zgrubnej, dokładnej oraz bardzo dokładnej. Ze względu na duże gabaryty w pro-



Fig. 5. Machining of the impact wheel on a lathe [6]  
Rys. 5. Obróbka koła udarowego na tokarce karuzelowej [6]



Fig. 6. Multiradial drilling machine [6]  
Rys. 6. Wiertarka promieniowa [6]

cesie obróbkowym wykorzystano tokarkę karuzelową KCH 400550 (rys. 5) [11] oraz wiertarkę promieniową RFH 100300 (rys. 6) z obrotnikiem koła [12].

Poszczególne operacje obróbkowe wykonywano na każdej z obrabiarek w dwóch zamocowaniach. W pierwszym zamocowaniu na tokarce karuzelowej realizowano: toczenie zgrubne i wykończeniowe powierzchni zewnętrznych oraz obróbkę rowków wraz z polerowaniem powierzchni R5 dla trzech wymiarów średnicowych. W drugim zamocowaniu oprócz toczenia powierzchni zewnętrznych realizowano operacje toczenia otworu stożkowego, frezowania rowka wpustowego głowicą z niezależnym napędem oraz operację szlifowania stożka specjalną głowicą.

Operacje nawiercania, wiercenia, pogłębiania oraz gwintowania były wykonywane na wiertarce promieniowej, także w dwóch zamocowaniach. W ostatniej fazie procesu technologicznego regeneracji piasty koła udarowego poddano bardzo dokładnej kontroli jakości.

Uzyskanie zadowalających wyników to rezultat wielu prób ustalania i mocowania korpusu piasty koła udarowego na stołach obrabiarek oraz czasochłonnego i trudnego procesu optymalizacji doboru nowoczesnych narzędzi i parametrów skrawania dla wszystkich operacji obróbki zgrubnej i wykończeniowej [6, 13, 14].

### Remont kapitalny kół udarowych

Remont kapitalny koła udarowego jest wykonywany w trzech przypadkach:

- awarii młyna, w czasie której stwierdzono uszkodzenie piasty, pierścienia lub rozpórek i zachodzi konieczność ich wymiany lub regeneracji,
- przekroczenia dopuszczalnych wymiarów ustalonych w technologii remontowej,
- nadmiernych ubytków erozyjnych części składowych koła na skutek eksploatacji.

Remont kapitalny obejmuje: wymianę zużytych elementów na nowe oraz regenerację poszczególnych elementów poprzez napawanie w celu przywrócenia pełnej funkcjonalności. Czas trwania remontu koła udarowego liczy się od rozpoczęcia demontażu koła do jego ponownego montażu – jest to 3–6 miesięcy.

Remont koła to średnio 2000 roboczogodzin. Jest wykonywany na następujących stanowiskach pracy: tokarskich, wiertarskich, frezarskich, szlifierskich, spawalniczych oraz montażowych.

Podstawowym celem remontu koła udarowego młynów węglowych było przywrócenie pierwotnych parametrów dokładnościowych, tj. wymiarów zawartych w wymaganej tolerancji oraz określonej wartości odchyłek kształtu i położenia.

## Podsumowanie

Przedstawiony proces technologiczny dotyczył regeneracji koła udarowego młynów węglowych po przepracowaniu 2500 godzin w bloku energetycznym o mocy 360 MW w elektrowni węgla brunatnego. Scharakteryzowano podstawowe operacje obróbki mechanicznej oraz proces napawania. Wszystkie prace zostały wykonane na wydziale mechanicznym elektrowni. Dostępny park maszynowy, nowoczesne narzędzia oraz wykorzystanie przyrządów specjalnych były podstawą do odtworzenia pierwotnych właściwości eksploatacyjnych koła udarowego.

## LITERATURA

- [1] Chmielnik T. „*Technologie energetyczne*”. Warszawa: WNT (2008).
- [2] Laudyn D. „*Elektrownie*”. Warszawa: WNT (1995).
- [3] Szulc P. „*Aktualne kierunki rozwoju energetyki*”. Wrocław: Politechnika Wrocławska (2012).
- [4] Kaczyński H., Pikuła J. „*Remonty kapitalne kół bijakowych wykonywane w Elektrowni Bełchatów*”. Bełchatów (1998).
- [5] PN-EN-10340:2009 – Odlewy staliwne do zastosowań konstrukcyjnych.
- [6] Grabowski M. „*Proces technologiczny kół bijakowych młynów węglowych*”. Praca dyplomowa inżynierska pod opieką naukową R. Wolnego. Częstochowa: Katedra Technologii i Automatyzacji, Politechnika Częstochowska (2016).
- [7] Dokumentacja techniczna. „*Procedura technologiczna wykonania pracy*”. Elektrownia Bełchatów ZRE, dok. RC/004/98.
- [8] Dobaj E. „*Urządzenia spawalnicze*”. Warszawa: PWN (2021).
- [9] Dokumentacja techniczna. „*Procedura technologiczna wykonywania pracy. Napawanie obwodowe koła bijakowego*”. Elektrownia Bełchatów ZRE, dok. RC/006/99.
- [10] Mistur L. „*Spawanie i napawanie w naprawach części maszyn i konstrukcji metalowych*”. Wydawnictwo KaBe (2003).
- [11] Dokumentacja techniczno-ruchowa obsługi tokarki karuzelowej, KCH400/550. RAFAMET (1992).
- [12] Dokumentacja techniczno-ruchowa obsługi wiertarki promieniowej, RFH100/300. Wrocław: EXPERTUS (1988).
- [13] Olszak W. „*Obróbka skrawaniem*”. Warszawa: WNT (2008).
- [14] Przybylski L. „*Strategia doboru warunków obróbki współczesnymi narzędziami. Toczenie, Wiercenie, Frezowanie*”. Kraków: Politechnika Krakowska (2000). ■