

Józef Kobic  
Zenon Lampa

## KIERUNKI MODERNIZACJI TECHNOLOGII WYTWARZANIA KÓŁ KOLEJOWYCH NA TLE TRENDÓW ŚWIATOWYCH

**Streszczenie.** Artykuł omawia zagadnienia produkcji nowoczesnych kół monoblokowych do zestawów kołowych. Uwzględniając normy światowe i wymagania warunków technicznych oraz na podstawie analizy stosowanych technologii produkcji, dokonano wyboru optymalnego wariantu modernizacji technologii produkcji kół. Podjęte działania organizacyjne oraz sposób ich realizacji, stwarzają realne możliwości uruchomienia produkcji nowoczesnych kół monoblokowych oraz zestawów kołowych spełniających wymagania standardów światowych.

## DIRECTIONS IN MODERNIZATION OF RAILWAY WHEELS MANUFACTURING PROCESS UPON THE WORLD TRENDS

**Summary.** The article describes subject of the monoblock wheels and wheel sets manufacturing process. In view of the World specifications and technical requirements and basing on analysis of engineering processes applied, the choice of optimum variant to modernize the wheels engineering process was made in our Mill. The organizational activities undertaken and way to implement them give real possibilities to start in the Huta 1 Maja Mill with modern monoblock wheels and wheel sets production as well which conform to the World specification requirements.

### 1. STAN ISTNIEJĄCY

Huta 1-Maja jest praktycznie jedynym producentem w kraju kół kolejowych tzw. bosych, osi kolejowych, nowych wagonowych zestawów kołowych oraz głównym producentem obręczy kolejowych. Uruchomiona w latach 1950-60 produkcja odbywa się na przestarzałych urządzeniach, przy użyciu których nie ma możliwości wytwarzania nowoczesnych zestawów z kołami monoblokowymi. Stosowana technologia polega na wykonaniu koła bosego, nałożeniu na koło podgrzanej obręczy oraz montażu kół w zestaw obręczowany (rys.nr1).

Proces produkcji kół obręczowanych obejmuje:

- kucie i walcowanie kół bosych,
- kucie i walcowanie obręczy,
- obróbkę mechaniczną oddzielnie kół i obręczy,
- walcowanie pierścieni zaciskowych dla zabezpieczenia obręczy na kole,

- montaż koła bosego z obręczą w koło obręczowane.

Technologia ta, ze względu na konieczność stosowania oddzielnych procesów przeróbki plastycznej i obróbki mechanicznej dla kół i obręczy, charakteryzuje się zwiększonym zużyciem materiałów i energii, zwiększonym zakresem obróbki mechanicznej oraz obniżeniem wydajności. Ma więc zasadniczy wpływ na zwiększenie kosztów produkcji.

Niezależnie od powyższego, zestawy z kołami obręczowanymi, szczególnie przy wzrastających szybkościach jazdy, wzrastającym obciążeniu i intensywności hamowania, stwarzają niebezpieczeństwo luzowania obręczy w warunkach eksploatacji.

Rozpoczęta w 1962r., w warunkach dysponowanych urządzeń produkcja zestawów z kołami monoblokowymi o uproszczonej konstrukcji została zaniechana z uwagi na brak osiągnięcia wymaganej jakości kół w eksploatacji.

## 2. WYMAGANIA ŚWIATOWYCH NORM I WARUNKÓW TECHNICZNYCH

Stale wzrastające szybkości jazdy, wzrost obciążeń oraz intensywność i długotrwałość hamowania taboru kolejowego w eksploatacji stwarzają zasadniczo wyższe wymagania w zakresie jakości, żywotności i bezpieczeństwa eksploatacji zestawom kołowym. Wymaganie te spełniają powszechnie już stosowane w kolejnictwie światowym zestawy z kołami monoblokowymi (rys. nr 2 i 4). Zestawy z tymi kołami stosowane są przez przodujące koleje światowe, takie jak: Japonia, USA a w Europie między innymi przez Francję, Anglię, Czechy, i kraje byłego Związku Radzieckiego.

Stosowanie zestawów monoblokowych określają odnośne normy światowe i urzędy takie jak:

- JIS - Japońskie Przemysłowe Normy,
- AAR - Zrzeszenie Amerykańskich Kolei Żelaznych,
- ISO - Normy Międzynarodowe,
- UIC - Międzynarodowy Związek Kolei Żelaznej oraz
- ORE - Urząd Badawczo-Doświadczalny Międzynarodowego Związku Kolei.

W warunkach krajowych ustala to również Dyrekcja Generalna PKP, która pismem nr KW5a-wag/182/88 jednoznacznie stwierdza, że:

- od 01.01.1989r. produkowane dla PKP wagony bezwzględnie muszą być wyposażone w zestawy monoblokowe, a nowo budowane wagony towarowe z obręczowanymi zestawami kołowymi nie będą odbierane.

Stosowane normy przy produkcji kół monoblokowych stawiają wysokie wymagania jakościowe, obejmujące między innymi badania: składu chemicznego, własności mechanicznych, próby udarności, twardości na przekroju poprzecznym i bocznej powierzchni wieńca, charakteru i wielkości naprężeń własnych, struktury i badania ultradźwiękowe. Spełnienie powyższych wymagań i dostosowanie produkcji Huty 1 Maja do wymagań kolejnictwa światowego wymaga jednak przeprowadzenia modernizacji technologii produkcji w hucie.

### 3. ROZWAŻANIA WARIANTÓW MODERNIZACJI W WARUNKACH HUTY 1 MAJA

Rozważając różne możliwe kierunki modernizacji technologii produkcji kolejowych kół monoblokowych przyjęto w hucie następujące podstawowe założenia:

- potrzeby rynku krajowego oraz możliwości zbytu produkcji na eksport tak w zakresie sprzedaży samych kół monoblokowych jak też zestawów kołowych z tymi kołami,
- zagadnienia technologii przeróbki plastycznej na gorąco w kontekście minimalizacji materiału i energochłonności, minimalizacji nadatków dla obróbki mechanicznej, przy dotrzymaniu dokładności kształtów kół o zróżnicowanej konstrukcji,
- zagadnienia elastyczności dostosowania ciągu produkcji do zróżnicowanego kształtem i wymiarami asortymentu kół dla potrzeb produkcji kolejowych zestawów kołowych oraz asortymentów o konstrukcji kołopodobnej typu koła zębate, kołnierze szybkowe itp.

#### 3.1 Analiza stosowanych wariantów technologii

W celu spełnienia powyższych założeń dokonano szczegółowej analizy stosowanych aktualnie technologii produkcji, tj.:

- produkcji kół kuto-walcowanych z zastosowaniem technologii tradycyjnej, Firmy Schloeman

- Niemcy,

- produkcji kół lanych - technologii stosowanej w USA - Griffin,
- innych procesów technologii produkcji z ukierunkowaniem na proces kuto-walcowany.

Krótką analizą poszczególnych technologii:

- technologia produkcji wg Firmy Schloeman pozwala na wykonanie dobrych kół monoblokowych, jednak ze względów na specjalistyczność zastosowanych urządzeń ogranicza asortyment produkcji jedynie do kół monoblokowych. Wymaga ponadto w procesie przeróbki plastycznej, zastosowania prasy o dużym nacisku minimum 60MN, prasy do profilowania tarczy kół oraz walcarki dużej mocy o dużych gabarytach przestrzennych,
- technologia kół lanych stosowanych w USA umożliwia uzyskanie kół o minimalnych nadatkach i tolerancjach jednak ze względu na proces produkcji i stosowane wymagania technicznych warunków odbiorczych nie jest akceptowana przez UIC i ISO i praktycznie stosowana jest tylko przez koleje amerykańskie (rys. nr 3),
- inne technologie. Śledząc fachową literaturę światową, Huta poczyniła rozeznanie w Firmie Thyssen-Wagner (Niemcy) zastosowania dla produkcji kół metodą kuto-walcowaną, walcarki osiowo - matrycowej AGW. Proces produkcji charakteryzuje się tym, że wykonana na prasie przedkuvka koła poddawana jest procesowi walcowania na walcarce w układzie dwóch do siebie nachylonych obrotowych matryc. Pozwala to na osiągnięcie dużej dokładności kształtu ceatryczności, a zatem umożliwia zmniejszenie nadatków i tolerancji walcowniczych oraz stwarza możliwości uzyskania zróżnicowanego kształtu tarczy koła. Proces charakteryzuje się znacznym zmniejszeniem materiało- i energochłonności. Nie jest jednak dotychczas stosowany na świecie w skali masowej przy produkcji kół monoblokowych.

#### 4. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU

Spośród trzech powyższych metod huta dokonała wyboru jako najbardziej nowoczesnego i optymalnego wariantu trzeciego, to jest produkcji kół metodą kucia i walcowania na walcarce osiowo-matrycowej AGW produkcji Firmy Thyssen-Wagner. Układ kinetyczny walcarki AGW sprawia, że narzędzia kształtujące w postaci dwóch do siebie nachylonych obrotowych matryc podają nagrzaną materiał cyklicznym obwodowym naciskom (walcowaniu) osiowo-promieniowym. Narzędzia wykonują dwa zasadnicze ruchy robocze: dolny obrotowy a górne obrotowy i posuwisty (zgniatający).

Podstawową cechą kształtowania kół na walcarce osiowo-matrycowej AGW, która odróżnia go od konwencjonalnego wysokotemperaturowego prasowania w matrycach oraz walcowania w tradycyjnej walcarce, jest cykliczny i zmienny w czasie sposób odkształcenia plastycznego metalu.

Szczególnie korzystne są następujące warunki prowadzenia procesu:

- bardzo małe odkształcenie w czasie jednego cyklu - obrotu walców,
- prędkość odkształcenia w kolejnych gniotach,
- temperatura oraz przerwa czasowa między kolejnymi cyklami odkształcenia, które są wyróżnikami procesu osiowo-promieniowego walcownia AGW. Ich znaczenie polega na zintensyfikowaniu roli procesów relaksacyjnych i obniżeniu dzięki temu w odkuwce:
- naprężeń wewnętrznych generowanych przez gradienty akomodacji odkształcenia w kształtowaniu profilu (naprężeń pierwszego rodzaju),
- naprężeń drugiego rodzaju, wynikających z potrzeb akomodacji odkształceń w strefie granic ziarn oraz
- gęstości defektów strukturalnych akumulowanych w cyklu odkształcenia i odpowiedzialnych za umocnienie odkształceniowe metalu.

Stabilna, równomierna struktura wewnątrz ziaren austenitu, której tworzeniu bardzo sprzyjają warunki procesu AGW, stanowi element struktury ułatwiający zarodkowanie produktów rozpadu austenitu po każdym obrocie - cyklu. Tym samym wzrastają szanse na uzyskanie w wyrobie równomiernej struktury dorobnoziarnistej.

Równocześnie, jak już wspomniano wyżej, proces ten pozwala na dokonanie dokładnych wymiarów oraz zminimalizowanie naddatków i tolerancji, a tym samym na znaczne ograniczenie materiałochłonności i obróbki skrawaniem. Zakłada się, że praktycznie proces obróbki obejmował będzie wieniec oraz otwór w piąście koła. Analiza produkcji kół monoblokowych tą metodą, w stosunku do kół obręczowanych, wykazuje zmniejszenie zużycia materiału o około 140kg na jedno koło oraz zmniejszenie obróbki mechanicznej o ponad 60%. Niezmiernie istotny jest również fakt, że proces ten umożliwia uzyskanie znacznego przesunięcia osi wieńca względem osi piasty, co pozwala na produkcję kół charakteryzujących się odpornością na skutki cieplne powstające podczas hamowania kół w eksploatacji (rys.nr 5).

Niezależnie od zagadnień jakości produkcji wdrożenie tego procesu pozwala na:

- zastosowanie prasy o zmniejszonym nacisku, nie 8 a 4 tys. ton,
- wyeliminowanie prasy do profilowania tarczy kół. Układ dwóch obrotowych matryc oprócz procesu walcowania spełnia również funkcję kształtowania tarczy koła,
- zmniejszenie energochłonności,
- zastosowanie walcarki o znacznie zmniejszonych gabarytach w porównaniu do walcarek tradycyjnych.

Niezmiernie istotny jest również fakt, że metoda ta wykazuje dużą elastyczność dostosowania ciągu produkcji do wykonywania zróżnicowanego kształtem i wymiarami asortymentu produkcji kół kolejowych oraz asortymentów koło-podobnych.

## 5. KONCEPCJA ZMODERNIZOWANEJ LINII PRODUKCJI

Proces produkcji kół opracowany przy współudziale Firmy Thyssen-Wagner, Huty 1 Maja i „Biprohutu” Gliwice obejmuje następujące operacje technologiczne:

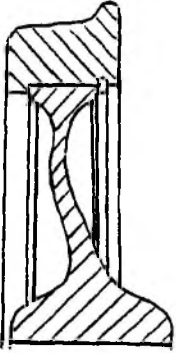
- przygotowanie wsadu. Wsad do produkcji kół będzie pochodził z procesu konwertorowego lub elektrycznego z zastosowaniem obróbki pozapiecowej, w tym metody próżniowego odgazowania stali oraz w dalszej perspektywie ciągłego odlewania wlewka,
- nagrzewanie wsadu - w nowoczesnym energooszczędnym piecu z obrotowym trzonem,
- hydrauliczne czyszczenie wsadu ze zgorzeliwy,
- kształtowanie przedkuwki na prasie 40MN wraz z operacją dziurowania piasty koła,
- walcowanie koła na gotowo na walcierce AGW z zastosowaniem pracy w cyklu automatycznym,
- znakowanie kół na urządzeniu znakującym,
- ulepszanie cieplne wieńców kół z zastosowaniem urządzeń do natrysku wodnego. Możliwość produkcji kół w stanie normalizowanym oraz hartowanie w oleju,
- czyszczenie kół metodą śrutowania,
- stanowisko kontrolno-badawcze w układzie automatycznej linii.

Proces technologiczny zrealizowany będzie w jednym ciągu technologicznym będzie w pełni zmechanizowany i znacznie zautomatyzowany. Zastosowanie powyższej technologii pozwoli na wykonanie w pełni nowoczesnych kół monoblokowych, spełniających pod względem wymagań jakościowych, konstrukcji i wymiarów wszystkie standardy światowe.

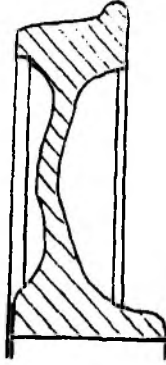
## 6. PRODUKCJA ZESTAWÓW KOŁOWYCH

Niezależnie od modernizacji linii produkcji kół dla produkcji odkuwek osi instalowana jest obecnie w hucie kowarka, która zastąpi metodę kucia swobodnego. Również i dla produkcji osi zastosowany zostanie wsad z procesu konwertorowego lub elektrycznego z uwzględnieniem obróbki pozapiecowej.

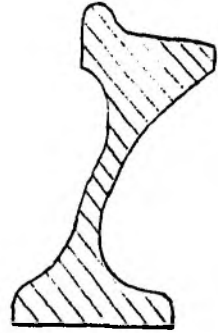
Powyższe działania zapewnią produkcję kół oraz monoblokowych zestawów kołowych, spełniających wymagania standardów światowych.



Rys. 1. Koło obręczowane  
Fig. 1. Tyred wheel



Rys. 2. Koło monoblokowe  
Fig. 2. Solid wheel



Rys. 3. Koło lane  
Fig. 3. Cast steel wheel



Rys. 4. Koło monoblokowe konwencjonalne  
Fig. 4. Standard wheel



Rys. 5. Koło monoblokowe o zwiększonym przesunięciu osi wieńca względem piasty  
Fig. 5. Solid wheel with relocated rim axis to the hub axis

Recenzent: prof. dr hab. inż. Jerzy Dziubiński

Wpłynęło do redakcji: 10.07.1995 r.

### **Abstract**

The paper describes history of the Huta 1 Maja Mill, its present equipment, the world requirements the monoblock wheels should conform to, engineering processes presently applied in various plants to manufacture the wheels and basing upon forgoing the process of selection the variant of modernization of monoblock wheels production line in the Huta.

Huta 1 Maja Mill is the only one Polish manufacturer of railway wheels, so called wheel centres, railway axles, new railcar wheel sets and the major manufacturer of railway tyres. The manufacturing process, put into operation within 1950 to 1960, is performed by means of obsolete equipment what unables to manufacture modern monoblock wheels.

The particular Railways establish continuously growing requirements in scope of safety, durability and quality. Conforming to the foregoing requirements and adjusting the Huta 1 Maja's production to the world Railways needs requires to modernize the engineering process of manufacture in the Huta.

Considering the variants of modernizations, among three engineering processes i.e.: traditional engineering process of the Schloeman Co., cast wheels engineering process and forged and rolled method of manufacturing with the axial-die rolling mill AGW of the Thyssen-Wagner Co., as the modernest and optimal variant third.

The process of manufacture the wheels drawn up by the coloboration of Thyssen-Wagner Co., Huta 1 Maja Mill and Biprohut Co. from Gliwice includes following process operations: preparation of raw materials, heating the raw materials, hydraulical descaling of raw materials, preforming on the 40 MN press together with hub bore piercing, finish rolling the wheel on the AGW rolling mill in the automatic cycle of work, stamping the wheels by stamping machine, cleaning the surface of wheels with shot blasting, test and measuring point in the system of automatic line.

The engineering process of manufacture shall be effected in one technological system fully mechanized and greatly automated.

To manufacture wheels, the raw materials from converter or electric steel making process with ladle refining shall enable manufacturing monoblock wheels and wheel sets of the world standard.