

Prof. dr inż. Mieczysław OLSZEWSKI, mgr inż. Marek ROMANOWSKI,  
dr inż. Janusz MAGDA

Instytut Obróbki Plastycznej Zakład Walcowania, Poznań

# Technologia walcowania, walcarki, narzędzia i urządzenia specjalne do walcowania

## *Rolling technology, rolling mills, tools and special devices for rolling*

### **Streszczenie**

W dużym skrócie przedstawiono prace wykonywane w Zakładzie Walcowania Instytutu od momentu powstania w 1948 roku do dzisiaj. W artykule omówiono prace dotyczące technologii walcowania narzędzi, części maszyn i taśm oraz specjalistyczne walcarki i inne urządzenia zaprojektowane, wykonane i wdrożone do produkcji przemysłowej, niezbędne do realizacji opracowywanych technologii. Wszystkie maszyny i prototypy przemysłowe zostały wdrożone w przemyśle i pracują do dzisiaj lub zostały zastosowane w produkcji przemysłowej.

### **Abstract**

*The works performed in the Department of Rolling of the Institute from its foundation in 1948 till the present day have been briefly presented. The paper describes works related to rolling of tools, machine parts and strips, as well as special rolling mills and other devices designed, executed and implemented in industrial production, necessary for the realization of the technologies being elaborated all the machines and industrial prototypes have been implemented in industry and are still working or have been applied in industrial production.*

**Słowa kluczowe:** walcowanie, proces, walcarka, urządzenie walcownicze, projektowanie, wdrożenie

**Key words:** rolling, process, rolling machine, rolling device, designing, implementation

## **1. WSTĘP**

Jedną z ważniejszych dziedzin technologii obróbki plastycznej, którą zajmował się Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu, w swojej 60-letniej działalności, były badania procesów walcowania pozahutniczego wraz z badaniami i konstrukcją narzędzi, urządzeń, walcarek i maszyn specjalnych do walcowania.

Technologią walcowania od chwili powstania Instytutu, tj. 15 grudnia 1948 r., zajmowała się Pracownia Ciągnięcia Drutu przekształcona w Zakład Ciągnięcia i Walcowania, a następnie w Zakład Walcowania i Samodzielną Pracownię Walcowania.

W roku 1991, po częściowej prywatyzacji Instytutu, powstał Samodzielny Instytut Obróbki Plastycznej Zakład Walcowania (Zakład

Walcowania), związany z macierzystym Instytutem umową licencyjną (franchisingową). W tej formie Zakład Walcowania działa do dzisiaj.

W artykule opisano wybrane najważniejsze prace wykonane w Zakładzie Walcowania Instytutu, omówiono opracowane najważniejsze konstrukcje walcarek i urządzeń, opisano wykonane specjalistyczne walcarki i urządzenia, zakresy możliwości ich zastosowania w produkcji oraz dokonane wdrożenia przemysłowe krajowe i zagraniczne.

Pierwszym Kierownikiem Zakładu został ówczesny inżynier, a dziś prof. dr inż. Mieczysław Olszewski, który kierował nim przez 34 lata do czasu przejścia na emeryturę w grudniu 1982 roku. Przez ponad rok zakładem kierował dr inż. Władysław Chyży, a następnie,

w latach 1984 do 1991 mgr inż. Marek Romanowski. Od roku 1991 Zakładem Walcowania kierują mgr inż. Marek Romanowski i dr inż. Janusz Magda.

Pan profesor Mieczysław Olszewski pracuje nadal, jako konsultant naukowy, wspierając działalność zakładu ogromnym doświadczeniem zawodowym i bogatą wiedzą naukową i praktyczną.

## 2. PRACE BADAWCZE DOTYCZĄCE WALCOWANIA POZAHUTNICZEGO

Od początku działalności w Zakładzie Walcowania rozwiązywano praktyczne, konkretne tematy, odpowiadając na zapotrzebowanie przemysłu i rozwijającej się po zniszczeniach wojennych gospodarki narodowej. Działalność znacznie wykraczała poza tematykę walcowania [1]. W niniejszym artykule przedstawiono przegląd prac wyłącznie z zakresu tematyki związanej z walcowaniem.

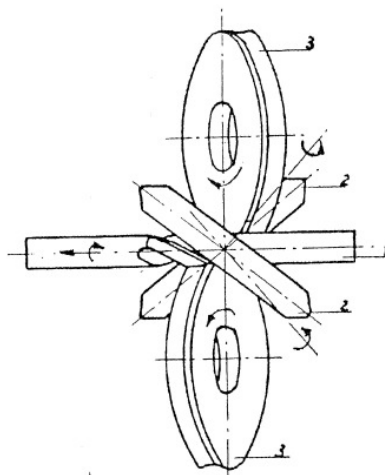
W latach 50-tych badano i opracowano technologie produkcji drutów jezdnych stalowo-aluminiowych i trolley'u miedzianego (praca została nagrodzona Zespołową Nagrodą Państwową II stopnia). Opracowano także technologie produkcji sprężyn spiralnych napędowych oraz technologie walcowania cienkich taśm o dużej dokładności, spłaszczania drutów oporowych. Zaprojektowano i wykonano walcarki i walcarki-splaszczarki. Opracowano technologie walcowania wkrętów do drewna, projektowano narzędzia-szczęki do walcowania; prace te były podstawą do uruchomienia produkcji wkrętów w Bielsku.

### 2.1. Skośne segmentowe walcowanie wiertel

Podjęto również badania i prace związane z walcowaniem wiertel, które stanowiły przez kilkadziesiąt lat jeden z podstawowych tematów Zakładu Walcowania i Instytutu [2].

W Zakładzie Walcowania przebadano, opanowano i zastosowano w przemyśle różne technologie walcowania wiertel, jednak za największe osiągnięcie w tym zakresie należy uznać budowę i wdrożenie do produkcji prze-

mysłowej całej rodziny automatów typu WS do skośnego segmentowego walcowania na gorąco wiertel krętych o średnicach od 2,0 do 37,5 mm. Schemat skośnego walcowania segmentowego wiertel przedstawiono na rys.1.



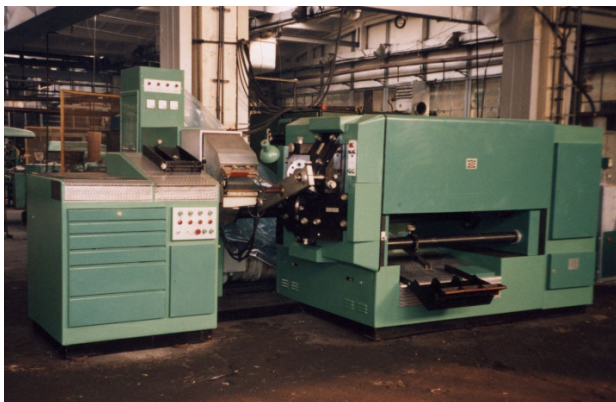
Rys. 1. Schemat skośnego walcowania segmentowego wiertel: 1 – wstępniak wiertła, 2 – segmenty rowkowe, 3 – segmenty piórowe

*Fig. 1. A diagram of skew segment rolling of drills  
1 – drill preform, 2 – groove segment,  
3 – leaf segment*

Walcowanie zapewniało uzyskiwanie 30% oszczędności stali szybko tnącej, wynikających z wydłużenia części roboczej wiertła w czasie walcowania. W latach 1962-1971 uzyskano łącznie oszczędności inwestycyjne i oszczędności stali szybko tnącej w wysokości 146 100 000 zł!

W kolejnych latach efekty te były wielokrotnie większe. W roku 1972 pracowało w Polsce 20 automatów do wiertel o średnicach od  $\phi 2$  do  $\phi 13,2$  mm. W dalszych latach projektowano i wykonywano następne modele, do większych średnic wiertel. Łącznie zaprojektowano siedem podstawowych typów modeli automatów. Większość w kilku systematycznie ulepszanych generacjach, których numer wskazuje ostatnia cyfra typu modelu, od najmniejszego WS36 do największego WS283 (rys. 2). Łącznie w latach 1961 do 1991 wykonano ponad 80 automatów WS, z czego około połowę w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu, pozostałe na podstawie licencji Instytutu, w poznańskiej Wiepofamie. Część automatów wyeksportowano do Jugosławii, NRD, Bułgarii i RFN. W szczytowym okresie zapotrzebowania na wiertła, produkcja ich w Polsce wynosiła około

45 mln. sztuk rocznie (rok 1979), z czego ponad 90% stanowiły wiertła produkowane na automatach WS w Wydziale Wiertel Huty Baildon i w Fabryce Pił i Narzędzi Wapienica.



Rys. 2. Automat WS283 do walcowania wiertel o średnicach  $\phi 15$  do  $\phi 37,5$  mm

Fig. 2. WS283 automat for rolling drills with diameters of 15 to 37.5 mm

Władze państwowe doceniając znaczenie pracy dla gospodarki narodowej przyznały w roku 1972, zespołowi pod kierownictwem prof. dra inż. Mieczysława Olszewskiego, Nagrodę Państwową II stopnia. W zespole obok prof. dra inż. Feliksa Tychowskiego uczestniczył też wieloletni pracownik Zakładu Walcowania inż. Bogdan Sobczyński.

## 2.2. Walcowanie segmentowe rowków wałków silników gwintowników i końcówek pilników

Rozwijając technologię walcowania segmentowego wdrożono do produkcji w ZNS Koszalin walcarkę WG12 do walcowania na gorąco prostych rowków gwintowników. Powstała też rodzina automatów WR do walcowania na zimno wzdłużnych rowków na wałkach silników małej mocy. Automaty wdrożono do produkcji FSMM „SILMA” w Zagórz, ASPA Wrocław, ZEM Polmo Duszniki i ZSP w Niewiadowie.

Dla Będzińskiej F-ki Pilników, Bydgoskiej F-ki Narzędzi i PONAR-Jotes w Łodzi zaprojektowano i wykonano specjalistyczne walcarki segmentowe wzdłużne do walcowania na gorąco korpusów, czubków i chwytów pilników ślusarskich i iglaków – typu WSP, WPO400, WPT300 i WPT400.

## 2.3. Walcowanie profilowe

W roku 1969 od chwili zakupienia walcarki poprzecznej dwu rolkowej typu UPW 50x200 produkcji NRD podjęto prace dotyczące walcowania profilowego, zwłaszcza gwintów i uzębień. Prace te doprowadziły do znacznego rozpowszechnienia tej technologii w polskim przemyśle i licznych wdrożeń. Między innymi opanowano i wdrożono do produkcji procesy walcowania: ząbków wałków rozciągających w Fabryce Maszyn Włókienniczych w Łodzi. Badano i opracowywano procesy walcowania gwintów:

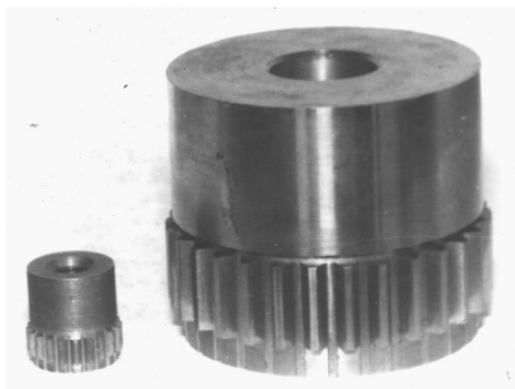
- gwintów Rd 50x7 śrub sprzęgowych taboru kolejowego [3] i gwintów na innych śrubach w ZNTK-Ostrów Wlkp.,
- gwintów trapezowych śrub imadeł w Kombinacie PONAR-BIAL w Białymstoku oraz w ZM i UU w Głownie,
- dużych gwintów metrycznych śrub szpilkowych turbin parowych w ZREP w Czerwonaku [4],
- gwintów okrągłych na rurach rozpór budowlanych w ZREMB Szczecin,
- gwintów trapezowych śrub maszyn rolniczych w Unii Grudziądz,
- specjalnych gwintów trapezowych śrub dźwigników samochodowych w PTSŁ w Poznaniu [5 i 6],
- gwintów trapezowych pokręteł kluczy tzw. „szwedzkich” w CFN w Cieszynie,
- gwintów na śrubach silników trakcyjnych i okrętowych w Fabrykach W -9 i W -2 oraz na śrubach nośnych wiertarek promieniowych w Fabryce W -5 HCP w Poznaniu.

Obok kompleksowego rozwiązywania tematów dotyczących profilowego walcowania gwintów, które straciły rację bytu, po zaprzestaniu produkcji prostych i tanich walcarek typu UPW w fabryce w Bad Dübren, wyspecjalizowano się w projektowaniu walców do walcowania wgłębnego i przelotowego różnych gwintów i zarysów śrubowych. Te prace usługowe wykonywane są do dzisiaj.

## 2.4. Walcowanie uzębień

W tym samym okresie lat 1969-1971 podjęto prace dotyczące walcowania uzębień kół zębatych, prowadzone przez wiele lat w róż-

nych kierunkach. Przebadano procesy walcowania uzębienia o małych modułach w przyrządach na tokarkach i na walcarkach poprzecznej dwu rolkowej typu UPW 50x200. Mała trwałość narzędzi ograniczyła stosowanie tych procesów w przemyśle. Dużym sukcesem zakończyła się praca badawcza dla FUM Ostrzeszów [7 i 8], z zakresu kalibrowania walcowaniem uzębienia 60 typowymi tulejkami sprzęgieł typu ETM, o wymiarach: liczba zębów  $z = 12$  do 36, moduł  $m = 1,5$  do 3,5 mm, długość  $l = 32,4$  do 100,6 mm, średnica  $\varnothing 32$  do  $\varnothing 110$  mm (rys. 3). W czasie cyklu trwającego 10 do 20 sek. (w zależności od wielkości tulejki) wysokość chropowatości powierzchni boków zębów malała z  $Ra = 5$  do 10  $\mu\text{m}$  po dłutowaniu, do  $Ra = 0,63$  do 1,25  $\mu\text{m}$  po kalibrowaniu.



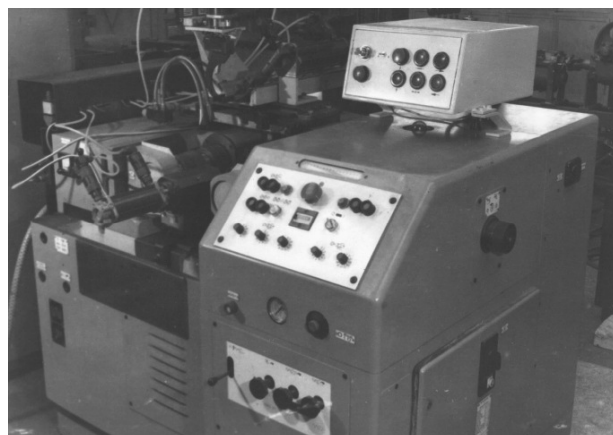
Rys. 3. Najmniejsza i największa tulejka z kalibrowanym uzębieniem

Fig. 3. The smallest and the largest sleeve with sized toothing

Jedna walcarka poprzeczna dwu rolkowa typu UPW 25x100, kupiona w NRD, uzbrojona w zautomatyzowane urządzenie do kalibrowania tulejek UKT-1 (rys. 4), zaprojektowane, wykonane i przebadane w Instytucie, zastąpiła 40-50 szlifierek firmy Reishauer ze Szwajcarii, pierwotnie planowanych do zakupu. Urządzenie i technologię stosowano w produkcji FUM-Ostrzeszów do czasu zakończenia produkcji w FUM.

W Zakładzie Walcowania zrealizowano szerokie badania trwałości narzędzi przy walcowaniu uzębienia na walcarkach WPM (tzw. walcarkach prof. Marciniaka), zaprojektowanych przez OBR Plasomet – Warszawa i wykonywanych przez FPA PLASOMAT – Warszawa. Określono najlepsze stале na narzędzie oraz technologię ich wykonywania. Opra-

cowano analizy możliwości walcowania uzębienia o zarysie innym niż ewolwentowy. Zespół pod kierownictwem prof. dra inż. Marciniaka za walcarki WPM został wyróżniony Zespołową Nagrodą Państwową I stopnia. W skład nagrodzonego zespołu wchodził mgr inż. Marek Romanowski z Zakładu Walcowania.



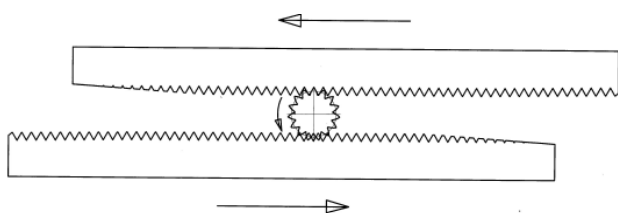
Rys. 4. Walcarka UPW25x100 z urządzeniem UKT1 do półautomatycznego kalibrowania uzębienia tulejek sprzęgieł ETM

Fig. 4. UPW25X100 rolling mill with a UKT1 device for semi-automatic sizing of ETM coupling sleeve teeth

## 2.5. Przepychanie końcówek wielowypustów

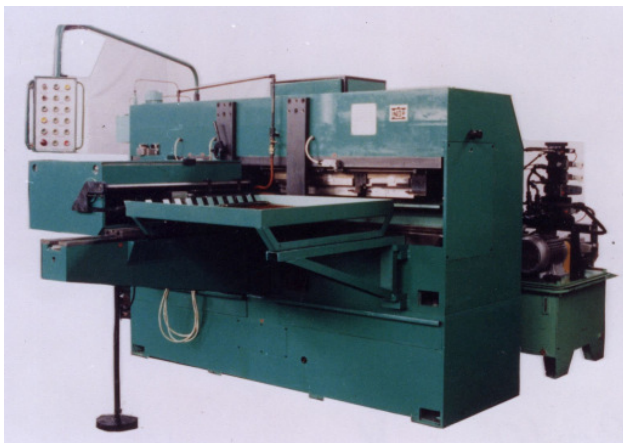
W wyniku stażu w Mińskiej Fabryce Traktorowych Części Zamiennej opracowano proces przepychania końcówek wielowypustowych równoległych wałków napędowych maszyn rolniczych. Zaprojektowano i wykonano specjalną prasę hydrauliczną do przepychania typu PHM160p oraz przyrządy sześć rolkowe (walcowe) typu PPW62 i PPW63, opracowano i opanowano proces i technologię przepychania. Pod koniec lat 70-tych wdrożono proces przepychania do produkcji w Poznańskiej Fabryce Maszyn Żniwnych [9] i wykorzystywano tam do czasu likwidacji fabryki. Czas przepychania wielowypustu był około 14 razy krótszy od czasu frezowania.

W połowie lat 80-tych zaprojektowano, wykonano, sprawdzono i zastosowano w produkcji seryjnej w ZEM ELMOT Świdnica walcarkę poprzeczną szczękową do uzębienia typu WP500 [10, 11] (popularnie zwaną Roto-Flo), wykorzystywaną do walcowania ząbków na wałkach alternatorów. Zasadę procesu pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Schemat walcowania zębów dwiema szczękami  
Fig.5. A diagram of rolling teeth with two jaws

Jak wszystkie tego typu walcarki charakteryzowała się ogromną trwałością szczęk-narzędzi. Po kilkunastu latach pracy na dwie, a często na trzy zmiany, nadal używano narzędzi dostarczonych z maszyną. W roku 1990 zastosowano w FMS Polmo Szczecin większą walcarkę poprzeczną szczękową typu WP1000 (rys. 6), zaprojektowaną i wykonaną w Instytucie [10, 11]. Ta walcarka, wykorzystywana do walcowania zębów i gwintów na dwunastu typach wałków mechanizmów samochodowych, wyposażona w podajnik zadaniowy, umożliwiający pracę w cyklu automatycznym z wydajnością do 240 sztuk/godzinę, zastępowała oryginalne amerykańskie walcarki Roto-Flo.



Rys. 6. Walcarka poprzeczna szczękowa WP1000  
Fig. 6. WP1000 transverse jaw rolling mill

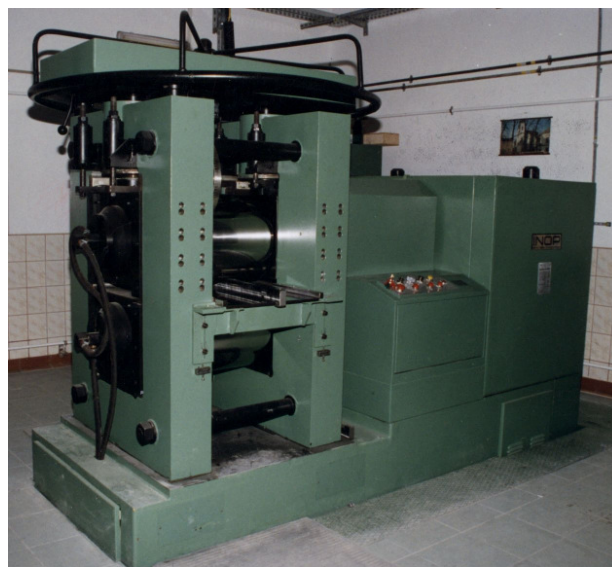
Począwszy od lat 60-tych do dnia dzisiejszego ważnym zakresem działalności Zakładu Walcowania jest projektowanie i wdrażanie do produkcji walcarek duo i kwarto do walcowania taśm, płaskowników i spłaszczania drutów, w zakładach przemysłowych, zwłaszcza związanych z energetyką oraz na uczelniach. Były to walcarki laboratoryjno-produkcyjne, duo typu WD1, WD2, WD3, SWD5, uniwersalne duo - kwarto typu OW2, OW3, OW4 i OW4L

oraz kuźnicza typu WK250, którą w ramach wyposażenia fabryki narzędzi, wyeksportowano na Cejlon.

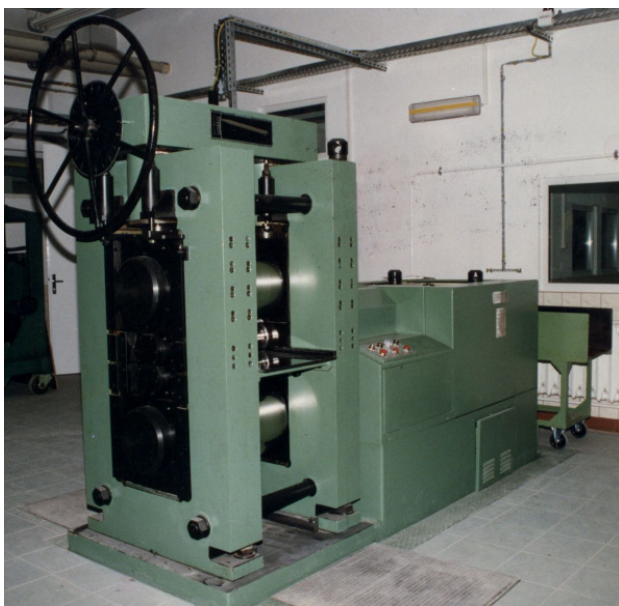
## 2.6. *Walcowanie molibdenu, niobu, srebra i miedzi*

W drugiej połowie lat 80-tych podjęto prace związane z walcowaniem molibdenu. Opracowano konstrukcję, wykonano i uruchomiono walcarkę trio bruzdowe typu WTM300 [11], przeprowadzono próby walcowania na gorąco prętów molibdenowych z wejściowej sztabki 6-kt 23 mm, sprasowanej i spieczonej z proszku molibdenowego, na pręt okrągły  $\varnothing 7,5$  mm, w ośmiu przepustach, stosując kalibrację kwadrat-owal. Proces walcowania wdrożono w Zakładach Hutniczych Metali Wysokotopliwych (ZHMW) POLAM w Warszawie.

Również dla zakładu ZHMW POLAM – Warszawa opracowano konstrukcję i wykonano walcarkę duo typu WDM400 (rys. 7) do walcowania na gorąco sztabek sprasowanych i spieczonych z proszku molibdenowego oraz walcarkę kwarto typu WKM120 (rys. 8), do walcowania na zimno pasów blachy molibdenowej, walcowanej wstępnie na gorąco na walcierce typu WDM400 [11].



Rys. 7. Walcarka duo na gorąco WDM400  
Fig.7. WDM400 two-high hot rolling mill



Rys. 8. Walcarka kwarto na zimno WKM120  
Fig. 8. WKM120 four-high cold rolling mill

Przeprowadzono próby walcowania, lecz ostatecznie procesów nie wdrożono do produkcji, głównie z powodu gwałtownego spadku zapotrzebowania na blachy molibdenowe po roku 1989 i łatwości ich zakupu za granicą. Obie walcarki zostały przez ZHMW POLAM – Warszawa sprzedane w roku 1998 do Mennicy Państwowej i uruchomione tam przez Instytut. Należy dodać, że w latach 1983-1985 zaprojektowano i wykonano także walcarkę duo typu WD300 do walcowania plansz srebrnych, zamówioną przez poznańskie POLSREBRO. W związku z upadłością tej firmy, walcarkę zakupiły ZHMW POLAM w Warszawie i zastosowały do walcowania taśm z niobu.

W końcu lat 80-tych zaprojektowano i wykonano walcarkę duo typu WD150 z nawijkarką NW400 [11] do spłaszczania drutów miedzianych, dla Bazy Remontu Transformatorów w Łodzi, która przez 27 lat eksploatowała dostarczoną uprzednio przez nas w latach 60-tych walcarkę typu WD2.

## 2.7. Walcarki specjalne do walcowania taśm i taśm bimetalowych

Po 1991 roku, tematyka dotycząca technologii walcowania, projektowania, wykonawstwa i wdrażania maszyn do walcowania dominowała nadal w prowadzonych pracach. Nawiązano ścisłą współpracę z ówczesną Wytwórnią Łożysk Ślizgowych „BIMET”

w Gdańsku (obecnie Federal Mogul BIMET SA), dla której jako pierwsze zlecenie opracowano konstrukcję, wykonano i w roku 1995 wdrożono do produkcji, walcarkę duo typu WDP500 (rys. 9), do platerowania przez walcowanie z gniotem jednostkowym 50%, taśmy stalowej o największej grubości 10 mm, taśmą ze stopu łożyskowego, na bazie aluminium, o grubości 3 mm i szerokościach do 200 mm. Walcarkę wykorzystywano też do walcowania na zimno sztabek ze stopu łożyskowego na bazie Al, z grubości wejściowej 21 mm (plus 2 razy po 1 mm okładzina z folii Al) na grubość wyjściową do 1 mm, przy największej szerokości 240 mm, z największym gniotem jednostkowym w pierwszym przepuszczeniu 50%. Maszyna może być stosowana do walcowania na zimno innych materiałów, pod warunkiem nie przekraczania dopuszczalnych nacisków i momentów obrotowych na walcach.



Rys. 9. Walcarka duo WDP500 do platerowania taśmy stalowej stopem łożyskowym na bazie aluminium  
Fig. 9. WDP500 two-high rolling mill for steel strip cladding with aluminium based bearing alloy

Walcarka typu WDP500 jest największą maszyną wykonaną w całej 60-letniej historii Instytutu, o długości (wraz z szafą sterowniczą) ponad 8,5 m, wysokości 3,8 m, masie 37 000 kg, średnicy walców 500 mm, dopuszczalnym nacisku na walce 5000 kN, momencie obrotowym na walcach 170 000 Nm i mocy silnika napędowego 75 kW. W stosunku do poprzednio wykonywanych modeli walcarek walcarka była wyposażona w mechaniczną nastawę walców, zgrubną i dokładną, z elektronicznym odczytem wielkości szczeliny walcowniczej, hydrauliczny mechanizm odciążania walca górnego, kasujący luzy w śrubowych mechanizmach nastawy, bezpieczniki hydrauliczne umożliwiające odblokowanie „zagwoź-

dżonej” walcarki, chłodzenie wewnętrzne walców, specjalny wózek do wystawiania ze stojaków złożów walców, hydrauliczne podtrzymywanie wałów napędowych do demontażu i montażu przegubów, wały przegubowe wykonane według opatentowanej przez Instytut konstrukcji [12, 13], o bardzo dużej trwałości. Po kilkuletniej eksploatacji w BIMET, decyzją władz koncernu Federal Mogul produkcja panewek ślizgowych ze stopu łożyskowego na bazie Al została przeniesiona do Afryki Południowej, wraz z walcarką typu WDP500 i niektórymi innymi urządzeniami (też dostarczonymi przez inne zakłady Instytutu), gdzie maszyna bezawaryjnie pracuje do dnia dzisiejszego.

Również dla BIMETU, w roku 1996 Zakład Walcowania wykonał dokładne mechanizmy nastawy klatek walcowniczych i napędy tych klatek, zestawionych wraz z piecem BIMETU w linię nagniatania tworzywa LNT150, do produkcji taśm na panewki pokryte teflonem. Zaprojektowano i wykonano też rozwijarkę taśmy typu RT1000 z hamowaniem taśmy stałym momentem i nawijarkę taśmy typu NT1000 z napędem zapewniającym stały naciąg nawijanej taśmy.

Po kilkuletniej, bezawaryjnej pracy walcarki typu WDP500 w BIMECIE, w 1999 roku otrzymano zlecenie BIMETU na zaprojektowanie i wykonanie wałów napędowych przegubowych walcarki duo Nortona (nacisk 1500 kN, średnica walców  $\varnothing$  350 mm), w której oryginalne przeguby wałów ulegały awaryjnemu niszczeniu kilka razy w roku. Wały zaprojektowane według patentów Instytutu [12, 13], zamontowane do walcarki w 1999 roku, odpowiednio konserwowane (smarowane) do dnia dzisiejszego nie wymagają regeneracji ani remontu. Mimo bardzo intensywnej eksploatacji, nieporównywalnej z wcześniejszą, nie zdarzyła się dotychczas ani jedna awaria przegubów opracowanych i dostarczonych przez Zakład Walcowania. Walcarka Nortona pracuje obecnie w linii składającej się z rozwijarki, walcarki typu WPS300, frezarki, walcarki Norton z aktywną kontrolą grubości walcowanej taśmy urządzeniem f-my Vollmer i nawijarki hydraulicznej. W linii tej Zakład Walcowania projektował i dostarczył walcarkę typu WPS300 i przerobił bęben nawijarki ze średnicy  $\varnothing$ 400 na

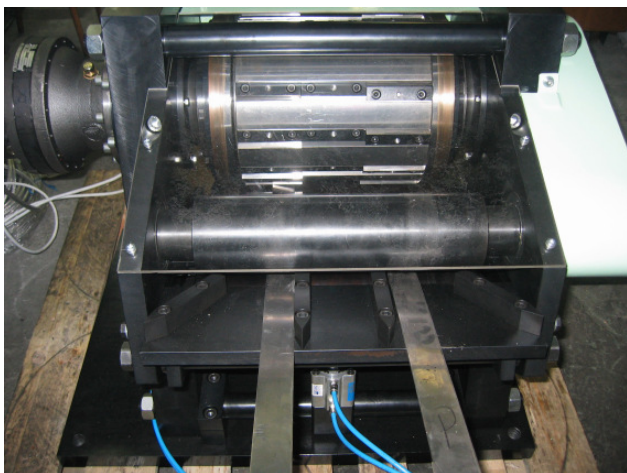
$\varnothing$ 900 mm. Walcarka duo typu WPS300, dysponująca naciskiem na walcach 100 kN, przegina poprzecznie taśmę, dzięki czemu w procesie dokładnego frezowania uzyskuje się przekrój prostokątny. Walcarka wyposażona jest w walce o średnicy nominalnej  $\varnothing$ 300 mm, z których jeden jest wklęsły, drugi wypukły, przy czym te krzywizny stanowią fragmenty okręgów o promieniach około  $\varnothing$ 5000 mm. Mały nacisk walca wystarcza do poprzecznego przegięcia taśmy i ewentualnie bardzo niewielkiego kalibrowania jej grubości. Drugą podobną walcarkę typu WPS330, o nacisku na walcach 300 kN Zakład Walcowania dostarczył wraz z kompletną linią LMT200 do mycia i szlifowania taśmy przeznaczonej do wylewania stopem łożyskowym. Po wprowadzeniu, taśma była przeciągana przez linię (około 33 m długości) zwijarką hydrauliczną ZH5000, o regulowanej, po nastawieniu stałej prędkości liniowej nawijanej taśmy. Należy dodać, że w roku 2006 Zakład Walcowania opracował ekspertyzę oceniającą możliwość zwiększenia nacisku walcarki Norton z 1500 kN na 2000 kN i zwiększenia prędkości walcowania [14]. W wyniku wniosków tej analizy wymieniono silniki napędowe prądu stałego walcarki i nawijarki, które bezproduktywnie traciły znaczną część mocy, na silniki prądu zmiennego, sterowane falownikami, co pozwala walcować taśmy z większymi gniotami i prędkościami nawet 50 m/min, w stosunku do kilkunastu, przy starych napędach.

W drugiej, posiadanej przez BIMET, angielskiej walcarce duo Robertson, Zakład Walcowania opracował konstrukcję i wymienił stare złożenie walców duo, łożyskowanych ślizgowo, na nowoczesne złożenie trio, łożyskowane tocznie. Jeden walec roboczy i walec oporowy, mają średnice  $\varnothing$  320 mm, drugi walec roboczy ma średnicę  $\varnothing$  125 mm. Taki układ pozwala znacznie lepiej sterować własnościami taśmy bimetalowej przeznaczonej na panewki ślizgowe.

## 2.8. Walcarka nożowa do rozkrawania

W roku 2004 Zakład Walcowania dostarczył do BIMETU oryginalną walcarkę nożową typu WN300 (rys.10), pracującą w linii rozcięcia taśm, pomiędzy nożycami krążkowymi,

a nawijarką. Walcarka, przeznaczona do rozcinania taśm odpadowych, zastąpiła stosowane poprzednio nożyce rotacyjne, rozcinające odpady czterema wirującymi nożami i jednym stałym. Hałas powstający przy tej operacji przekraczał 100 dB, a nawet 130 dB, co skłoniło BIMET do izolacji akustycznej linii rozcinania od reszty hali, przez budowę kabiny dźwiękochłonnej. Dodatkowo wydajność cięcia nie przekraczała 3 do 4 m/min, co przy rosnącej produkcji BIMETU było niewystarczające.

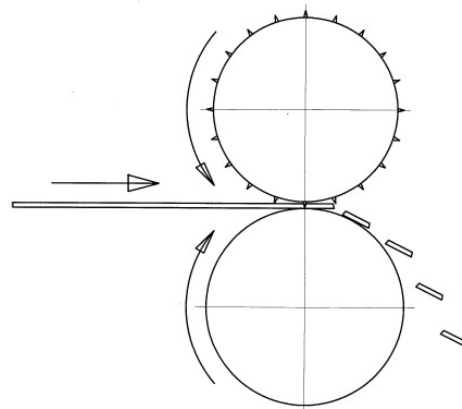


Rys. 10. Walcarka nożowa WN300

*Fig. 10. WN300 knife rolling mill*

Rozwiązanie problemu powierzono Zakładowi Walcowania. Odpady, w postaci 2 lub trzech taśm o wymiarach od 0,5 x 3 do 4 x 70 mm nie nadawały się do nawijania, co brano pod uwagę jako rozwiązanie alternatywne, z powodu bardzo różnej sztywności i wytrzymałości taśm do nawijania. Po analizie różnych wariantów rozwiązania, zdecydowano się na zastosowanie cięcia nożowego. Za wyjątkiem wzmianek o możliwości takiego cięcia i schematu cięcia nożowego na prasie, nie znaleziono w literaturze żadnych bliższych danych na temat tego procesu. Zaprojektowano więc nowy prosty przyrząd i przeprowadzono badania i próby cięcia na maszynie wytrzymałościowej, pasków pobranych z taśm stosowanych w BIMECIE, o różnych grubościach i własnościach mechanicznych. W próbach określono naciski, na noże zaostrome pod kątami wierzchołkowymi  $45^{\circ}$  i  $60^{\circ}$ , wciskane w taśmę ułożoną na płaskim kowadło, niezbędne do rozcięcia pasów o jednakowej szerokości 40 mm, z taśm o różnych grubościach i twardościach. Na podstawie analizy wyników,

opracowano konstrukcję walcarki nożowej duo typ WN300, w której dolny gładki wałek zastąpił kowadło, zaś noże oprawiono w walcu górnym, według schematu pokazanego na rys. 11.



Rys. 11. Schemat cięcia nożowego na walcierce WN300

*Fig. 11. A diagram of knife cutting on the WN300 rolling mill*

Działanie walcarki umożliwiło, że proces cięcia odbywał się praktycznie bezgłośnie, za wyjątkiem szumu motoreduktora napędowego i niewielkiego hałasu emitowanego przez spadające odcinki azuru. W praktyce BIMETU rozcinano taśmy z prędkością ponad 30 m/min, która może zostać zwiększona w miarę potrzeb.

Wydaje się, że podobne walcarki nożowe mogłyby z powodzeniem znaleźć zastosowanie w zakładach rozcinających taśmy z odpadem, zastępując znacznie trudniejsze w obsłudze i mało uniwersalne nawijarki azuru. Nie bez znaczenia jest też postać odpadu, odcinki o długościach 80 mm lub innych łatwe do składowania, transportu i przetopu.

## 2.9. Walcowanie specjalne

Dla BIMETU zaprojektowano też linię fazowania krawędzi i kalibrowania grubości taśm LFKT110, składającej się z sekcji wprowadzającej, dwóch sekcji szczotkujących, sekcji kalibrującej, dwóch sekcji załamujących krawędzie i sekcji wyprowadzającej, zamontowanych na wspólnej podstawie. Wykorzystano, po przeróbkach, posiadane przez BIMET rozwijarkę i nawijarkę. Ta ostatnia przystosowana została do przeciągania taśmy przez linię



i wyposażona w rolkę dociskową, niezbędną przy opasywaniu kręgów po nawinięciu.

Wykonano też i dostarczono do BIMETU kilka rozwijarek do kręgów taśm o masie 10 i 20 kN, z hamowaniem obrotów osi bębnowych tarczowymi hamulcami pneumatycznymi i z regulowanymi średnicami osadczymi kręgów, jak również napędzane hydraulicznie spychacze kręgów taśm, ułatwiające zdejmowanie ich z posiadanych przez BIMET nawijarek.

### 3. PODSUMOWANIE

Podsumowując, można stwierdzić, że w okresie minionych 60-ciu lat prace Instytutu z zakresu technologii walcowania w znaczący sposób przyczyniły się do rozwoju technologii walcowania pozahutniczego, zwłaszcza walcowania narzędzi, części maszyn i taśm, a także w projektowaniu i budowie licznych modeli specjalistycznych walcarek, dostosowanych do potrzeb krajowego przemysłu.

Ramy artykułu ograniczają możliwość podania wszystkich szczegółów dotyczących opisanych technologii, urządzeń i walcarek. Podano je w literaturze zamieszczonej w wykazie. W Centrum Promocji i Wydawnictw Instytutu, gromadzącym niepublikowane sprawozdania z realizowanych prac, a także w czasie osobistej wizyty w Instytucie Obróbki Plastycznej Zakładzie Walcowania można uzyskać dalsze szczegółowe informacje o wykonywanych przez Zakład Walcowania pracach i ofertach.

### LITERATURA

- [1] Olszewski M., Romanowski M., Magda J.: 50 lat Zakładu Walcowania. *Obróbka Plastyczna Metali* 1998 t. IX nr 3.
- [2] Olszewski M.: *Walcowanie wiertel krętych do metali w okresie pięćdziesięciolecia Instytutu Obróbki Plastycznej w Poznaniu*. Tamże.
- [3] Romanowski M.: *Walcowanie gwintu Rd 50x7 na śrubach sprzęgów kolejowych*. *Obróbka Plastyczna* 1971 t. X z. 1.
- [4] Skalisz M., Romanowski M.: *Walcowanie gwintów na śrubach dwustronnych dla potrzeb energetyki*. *Energetyka* 1975 nr 12.
- [5] Romanowski M., Szulce L., Podbielski E., Jaskulski F.: *Walcowanie gwintów na śrubach dźwigników samochodowych*. *Obróbka Plastyczna* 1981 t. XX z. 1.
- [6] Romanowski M.: *Walcowanie gwintów na śrubach dźwigników samochodowych*. *Przegląd Mechaniczny* 1982 rok XLI z. 16.
- [7] Romanowski M.: *Kalibrowanie zębów tulejek sprzęgieł elektromagnetycznych*. *Obróbka Plastyczna* 1984 t. XXIII z. 2.
- [8] Romanowski M.: *Kalibrowanie tulejek sprzęgieł elektromagnetycznych*. *Przegląd Mechaniczny* 1986 rok XLV z. 20.
- [9] Romanowski M., Woźniak K.: *Przepychanie równoległych wielowypustów wałków napędowych maszyn rolniczych*. *Obróbka Plastyczna* 1980 t. XIX z. 3.
- [10] Magda J., Romanowski M.: *Nowe szczękowe walcarki poprzeczne do walcowania wielowypustów i gwintów*. *Obróbka Plastyczna Metali* 1991 t. II nr 2.
- [11] Magda J., Romanowski M.: *Nowe walcarki do walcowania na zimno i gorąco*. *Obróbka Plastyczna Metali* 1993 t. IV nr 2/3.
- [12] Romanowski M., Bilski G.: *Złącze homokinetycznego wału przegubowego, zwłaszcza walcarek*. Patent UP RP nr 156924, W -wa 05.10.1992.
- [13] Romanowski M., Sikora P.: *Przegub, zwłaszcza do walcarek*. Patent UP RP nr 160416, W -wa 21.01.1994.
- [14] Romanowski M., Pijanowski M., Magda J., Brochocki A., Bilski G.: *Ocena techniczna możliwości zwiększenia nacisku walcarki Norton z 150 do 200 ton i ewentualnie prędkości walcowania*. Praca INOP nr EBW-4/06/5026, Poznań 2006. Praca nie publikowana.