

**Anna Górniak\*, Wiesław Waszkielewicz\*\*, Aleksander Gałkin\***

## INNOWACYJNA METODA PRODUKCJI GRUBOŚCIENNYCH RUR O MAŁYCH ŚREDNICACH

*W artykule przedstawiono innowacyjną technologię skośnego walcowania, która daje możliwość wytwarzania na gorąco rur o wymiarach  $17\div 30 \times 2,5\div 3$  mm. Metoda walcowania grubościennych rur o małych średnicach w walcach skośnych wykazuje szereg istotnych zalet, które zostaną omówione w artykule.*

**Słowa kluczowe:** innowacja, produkcja rur, walcowanie w walcach skośnych

*THE INNOVATION METHOD OF PRODUCING SMALL DIAMETER THICK SIDED PIPES*

*In the article the new method of skew rolling has been introduced. It enables the hot which dimensions are as follows  $17\div 30 \times 2,5\div 3$  mm. The method of skewing thick sided, small diameter pipes in of important advantages.*

**Keywords:** innovation, production of pipes, skew rolling

### 1. WPROWADZENIE

Innowacje obejmują wszelkie działania związane z kreowaniem pomysłu, wynalazku, a następnie wdrożeniem nowego, ulepszanego procesu, produktu czy też usługi. Istotnym aspektem nowatorstwa są nowe wyroby, nowe technologie, niższe koszty wytworzenia oraz większa wydajność procesu [1].

Procesy unowocześnienia są dzisiaj obok produktywności przedsiębiorstw hutniczych ważnym elementem przewagi konkurencyjnej. Innowacyjność sektora rurowego w Polsce jest niska. Dlatego tak ważne jest ukierunkowanie rozwoju dotychczas funkcjonującego segmentu rurowego na przemysł oparty na wiedzy, zdolny do trwałego i zróżnicowanego rozwoju. W polskim przemyśle stalowym trwają próby odtworzenia sektora rurowego. Zakłady wytwarzające rury cieszą się ostatnio sporym powodzeniem, ponieważ wzrasta popyt na ich wyroby. Z danych EuroStrategy Consultants, firmy badającej na zlecenie Unii Europejskiej rynek stalowy, wynika, że w tym roku popyt na rury w Polsce sięgnie 850 tys. ton, w przyszłym wyniesie nieco ponad 900 tys. ton, a w 2013 roku niemal 1,3 mln ton. Podstawą dobrej koniunktury są inwestycje w infrastrukturę, przemysł maszynowy, budownictwo, przemysł rafineryjny [2].

\* Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej, Politechnika Częstochowska

\*\* Wydział Zarządzania, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

## 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SEKTORA RUROWEGO W POLSCE

Hutnictwo krajowe dysponuje trzema rodzajami rurowni: walcowniami rur bez szwu, wytwórniami rur ze szwem i ciągarniami rur. Rury produkowane są ze stali węglowych, niskostopowych oraz wysokostopowych. Głównym odbiorcą jest przemysł maszynowy, stoczniowy, samochodowy, energetyczny, wydobywczy i budownictwo.

Ilościowo i jakościowo rurownie krajowe nie zabezpieczają potrzeb rynku, w wyniku czego zmuszeni jesteśmy stale importować wyroby. Rurownie nie produkują szeregu asortymentów rur, których import uzupełniający pochłania dużo środków dewizowych. Obecnie w Polsce nie produkuje się rur ze stali łożyskowej, nisze rynkową stanowią odkształcane na gorąco rury grubościennne o małych średnicach –  $\phi = 14 \div 25$  mm,  $t = 2,5 \div 3,5$ . Ogólnie można stwierdzić, że importujemy rury drogie, a eksportujemy tanie. Zdaniem specjalistów niekorzystna sytuacja sektora jest wynikiem niedostatecznego wyposażenia technologicznego rurowni, braku nakładów inwestycyjnych na modernizację w celu wprowadzania nowego asortymentu i poprawy jakości produkcji oraz obniżenia materiało- i pracochłonności [3].

## 3. GŁÓWNE KIERUNKI ROZWOJU TECHNOLOGICZNEGO SEKTORA RUROWEGO

Rozwój techniki zmienił w istotny sposób zakres stosowania rur stalowych oraz stawiane im wymagania jakościowe. Wzrost zapotrzebowania na rury, rozszerzenie ich zastosowania, konkurencja są stymulatorami rozwoju technologii i urządzeń do produkcji rur bez szwu na gorąco. Celem rozwoju jest uzyskanie rur o wysokiej jakości przy minimalnych kosztach wytwarzania, a możliwe jest to przy spełnieniu następujących warunków [3]:

- w obszarach odkształceń plastycznych powinny dominować naprężenia ściskające;
- uzyskanie równomiernych grubości ścianki tulei z zastosowaniem wsadu z ciągłego odlewania;
- niskie zużycie energii;
- prosty powtarzalny proces przyczyniający się do jakości i łatwości operacji, komputerowe sterowanie procesem produkcyjnym;
- walcownia powinna mieć szeroki program produkcji, dużą wydajność i wysoki uzysk.

Warunkiem osiągnięcia tych cech jest stosowanie nowoczesnych technologii wytwarzania. Oczywiście nowoczesna technika i technologia nie jest jedynym warunkiem osiągnięcia konkurencyjności wyrobów. Inne uwarunkowania, czyli dostosowanie wielkości produkcji i potencjału produkcyjnego do możliwości zbytu wyrobów, racjonalizacja zatrudnienia, wprowadzenie efektywnej organizacji i zarządzania w przedsiębiorstwie, są również ważne, niemniej jednak należy podkreślić, że osiągnięcie nawet najwyższej sprawności organizacyjnej nie wystarczy, jeśli nie będą jej towarzyszyć odpowiednie możliwości techniczne i umiejętności technologiczne [4].

W produkcji rur stalowych stosuje się obecnie bardzo wiele urządzeń i technologii. Dobór urządzeń, a przez to również odpowiednich technologii, zależy od wymiarów i jakości rur, a także w dużym stopniu od przewidywanej wielkości serii rur o jednakowym wymiarze. Wybrane urządzenia wpływają nie tylko na koszty ich zakupu, ale również na koszty eksploatacji i łatwość pracy na tych urządzeniach. Dobór zespołu technologicznego do produkcji rur bez szwu zależy przede wszystkim od rynku zbytu, przy zminimalizowaniu kosztów wytwarzania rur.

Istnieje kilka metod produkcji rur bez szwu. Rury bez szwu wytwarza się w walcowniach [5]:

- pielgrzymowych,
- ciągłych pielgrzymowych,
- przepychowych,
- automatycznych,
- ciągłych,
- trójwalcowych skośnych,
- dwuwalcowych skośnych.

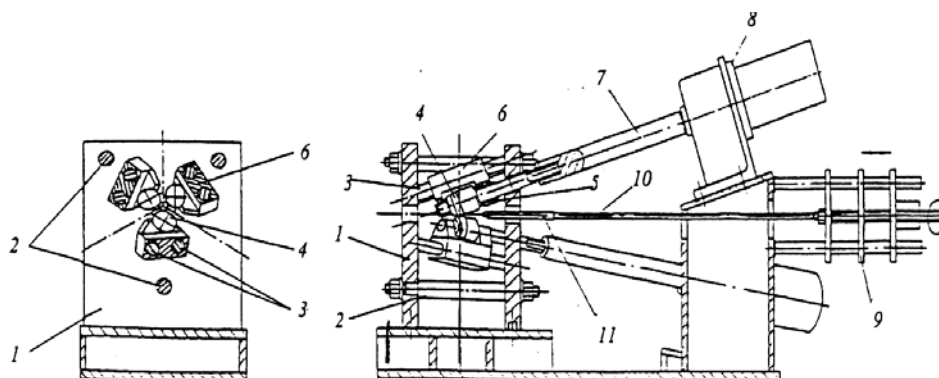
Obecnie opracowywana jest jeszcze jedna metoda produkcji rur grubościennych o małych średnicach  $\phi = 14 \div 25$  mm,  $t = 2,5 \div 3,5$ . Rury te kształtowane są na gorąco w walcach skośnych trójwalcowych.

#### 4. KONSTRUKCJA I ZASADA PRACY WALCARKI SKOŚNEJ TRÓJWALCOWEJ [6]

Od kilku lat w Uniwersytecie Technologicznym, w Moskiewskim Instytucie Stali i Stopów (MISiS) prowadzone są rozległe badania teoretyczne i eksperymentalne nad możliwością wytwarzania rur w walcarkach skośnych trójwalcowych. Przedmiotem badań jest możliwość walcowania na gorąco rur o średnicach mniejszych niż 30 mm i grubości ścianki  $2 \div 4$  mm przy zapewnieniu tolerancji: średnicy  $\pm 0,3$  mm, a grubości ścianki  $\pm 8\%$  oraz uniwersalności i dużej żywotności narzędzi roboczych.

Opracowywana technologia jest sprawdzana w MISiS na walcierce doświadczalnej 10–30 do skośnego walcowania prętów. Urządzenie, w którym zachodzi właściwy proces walcowania, przedstawiono na rysunku 1.

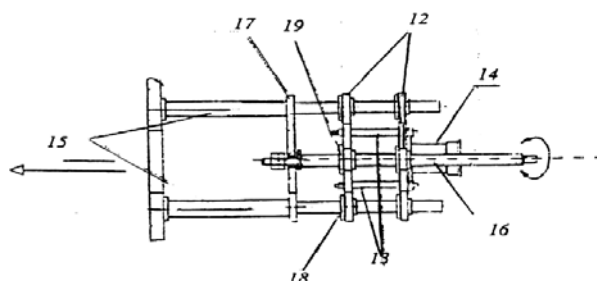
Miniwalcarka skośna do walcowania prętów 10–30 składa się z klatki roboczej (1) oraz walców napędzanych indywidualnymi silnikami głównymi. Klatka robocza, typu zamkniętego, składa się z dwóch stojaków równoległe usytuowanych i połączonych śrubami dystansowymi (2). Między stojakami pod kątem do osi walcowania zamocowane są na sztywno kierujące wały (3), walce robocze (4) mają po dwa czopy umieszczone na łożyskach oporowych (5), które zainstalowane są w kasetach (6).



**Rys. 1.** Miniwałcarka do walcowania skośnego  
(objaśnienia w tekście)

Kasety z ułożyskowanymi walcami ruchomo ustawiono na kierownicach (3), na służowej podstawie; napęd z motoreduktorów (8) na walce przekazywany jest za pomocą łączników (7). Ustawienie walców na określoną odległość odbywa się drogą indywidualnej nastawy kaset z walcami za pomocą pary śrub (nie pokazano na rysunku) z napędem ręcznym.

Do realizacji postawionego zadania skonstruowano i wykonano mechanizm (9) uchwytu i kontrolowanego przemieszczenia żerdziany (10) i trzpienia (11) (rys. 2).



**Rys. 2.** Mechanizm uchwytu i kontrolowanego przemieszczenia trzpienia  
(objaśnienia w tekście)

Mechanizm składa się z ramy w postaci dwóch równoległych stojaków (12) połączonych śrubami dystansowymi (13), w której zamocowane jest łożysko oporowe (14). Ramę przemieszcza się ręcznie po dwóch prowadnicach (15), zainstalowanych na przedniej stronie walcarki za pomocą śruby (16). Ruch osiowy zapewnia nieruchoma płyta (17). Tuleje prowadzące (18) i nakrętki wykonane są z mosiądzu. Trzpień jest zamocowany na długiej żerdzinie, a jego koniec opiera się na łożysku oporowym (14).

## 5. WALCOWANIE W WALCACH SKOŚNYCH RUR GRUBOŚCIENNYCH O MAŁYCH ŚREDNICACH [6]

Do określenia warunków odkształcenia na gorąco rur grubościennych o minimalnej średnicy w najmniejszej liczbie przepustów przeprowadzono szereg eksperymentów. Szczególną uwagę zwrócono na wpływ ruchu trzpienia oraz jego średnicy na stateczność procesu i wielkość odkształcenia.

Badania prowadzono przy stosowaniu walców o dwóch kalibrowaniach, pozwalających walcować wszystkie możliwe wymiary rur w tej walcarce. Walce wykonano ze stali 40 H, które po obróbce cieplnej miały twardość 42÷46 HRC, natomiast trzpienie wykonano ze stali SW9, które miały twardość 55 HRC. Do smarowania trzpieni wykorzystano wodny roztwór fosforanu sodu.

Rozwalcowaniu podano rury ze stali 20 o średnicy 28 mm, grubości ścianki 5 mm, długości 300 mm. Rury wsadowe nagrzewano w piecu indukcyjnym do temperatury 1050÷1150°C.

Dzięki zastosowaniu nowego kalibrowania i kontrolowanego przemieszczania trzpienia stało się możliwe przeprowadzenie walcowania w dwóch przepustach  $28 \times 5$   $21 \times 4$  mm oraz  $21 \times 4$   $17 \times 3$  mm. Proces prowadzony w tych warunkach przebiegał stabilnie, bez powstania wad na końcach rur i z zapasem mocy silników napędowych. W wyniku walcowania otrzymano rurę o wymiarach końcowych średnicy 17 mm, grubości ścianki 3 mm.

## 6. PODSUMOWANIE

Główne czynniki, które wymuszają wprowadzanie innowacji w sektorze rurowym, to:

- wymagania rynku dotyczące nowych własności użytkowych, wysokiej jakości i niskiej ceny stalowych wyrobów hutniczych;
- zmniejszenie kosztów inwestycyjnych, w wyniku zmniejszenia liczby urządzeń głównych i pomocniczych;
- zmniejszenia pracochłonności i kosztów magazynowania półwyrobów;
- zmniejszenie kosztów wytwarzania, w wyniku zmniejszenia liczby operacji technologicznych, jednostkowego zużycia energii i materiałów pomocniczych;
- zwiększenie uzysku, zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko.

Doskonalenie konstrukcji urządzeń do przeróbki plastycznej stali pozwala na produkcję nowych wyrobów, a także na dokładniejsze ich kształty i wymiary. Innowacyjną walcarkę skośną charakteryzuje:

- prosta konstrukcja;
- minimalne nakłady początkowe;
- niska zużywalność narzędzi technologicznych;
- minimalna materiałochłonność;

- wysoki uzysk;
- uniwersalność, możliwość produkcji rur i prętów;
- elastyczność organizacji produkcji małych partii wyrobów gotowych;
- stosunkowo niska wydajność 1,0÷1,5 tys. ton rocznie.

Zastosowanie nowej metody walcowania na gorąco do produkcji rur ze stali narzędziowej, wysokostopowej, jak również ze stopów na bazie niklu, tytanu, cyrkonu i innych mało plastycznych i trudno odkształcalnych materiałów przynosi najlepsze efekty.

Wyniki przeprowadzonych badań walcowania w walcach skośnych z zastosowaniem trzpienia z kontrolowanym przemieszczeniem wykazały następujące zalety innowacyjnej metody produkcji:

- możliwość wytwarzania na gorąco rur o wymiarach  $17\div 30 \times 2,5\div 3$  mm – osiągnięcie współczynników wydłużenia w jednym przepuszczeniu do 1,7;
- możliwość wykorzystania otrzymanych dzięki zastosowaniu proponowanej technologii rur do dalszej przeróbki na zimno i jako półwyrobu do wykonywania detali do budowy maszyn;
- ustalenie charakterystycznych dla walcowania skośnego obniżenia wyjściowej różnościenności rur o 50%;
- wpływ kontrolowanego przemieszczenia trzpienia w czasie walcowania na dokładność wymiarów i jakość wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni otrzymywanych rur;
- obniżenie kosztów produkcji poprzez zmniejszenie liczby etapów odkształcenia.

### Literatura

- [1] Schwedler A.: *Nowoczesne technologie warunkiem skutecznej restrukturyzacji hutnictwa*. Hutnik, nr 2/1993, 34
- [2] Czekalski M.: *Walka o producentów polskich rur*. Rzeczpospolita. Ekonomia i rynek, 27.04.2005, 4
- [3] Górniak A., Gałkin A.M., Holisz-Burzyńska J.: *Sytuacja rynkowa sektora rurowego w Polsce*. Nowe Technologie i Osiągnięcia Metalurgii i Inżynierii Materiałowej, Częstochowa, Wydawnictwo WIPMIF PCz 2005, 787
- [4] Kazanecki J.: *Światowe tendencje i nowości w rozwoju technologii i urządzeń do produkcji rur bez szwu*. Nowe technologie i urządzenia do produkcji. Katowice, Wydawnictwo ZGSITPH 1988, 3
- [5] Hoderny B., Korek Z.: *Rury stalowe. Wytwarzanie i stosowanie*. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1976, 89
- [6] Romancjew B.A., Torszin S.W., Michajłow W.K.: *Tęchnologia i oborudowanije dla rackatki tryb małogo diamjetra w trzechwalkowom stanje*. Stal, 4/1992, 51–53