

Jaecok MAZURKIEWICZ, Janusz KOLARZ,  
Eugeniusz HADASIK

Politechnika Śląska - Gliwice  
Instytut Inżynierii Materiałowej - Katowice

#### BADANIE PRZYCZYŃ NIEPOWODZEŃ PRZY WALCOWANIU STALI AUTOMATOWEJ

**Streszczenie.** Na podstawie przeprowadzonych prób ruchomych dokonano analizy niepowodzeń przy walcowaniu stali automatowej. Opracowano wytyczne do poprawy technologii procesu walcowania tej stali.

### 1. WPROWADZENIE

W miarę rozwoju techniki skrawania obserwuje się we wszystkich krajach przemysłowych dążenie do opanowania i zwiększenia produkcji stali automatowej. Słaby wzrost produkcji tych stali w Polsce, przy równoczesnym rosnącym zapotrzebowaniu przemysłu maszynowego, w ostatnich latach doprowadził do znacznego importu wyrobów walcowanych ze stali automatowych. Aby przeciwdziałać rosnącemu importowi przed polskim hutnictwem postawiono zadanie wytwarzania na istniejących układach walcowniczych znacznych ilości walcówki i prętów ze stali automatowych.

Przeróbka plastyczna stali automatowych nastrocza trudności ze względu na ich małą podatność do plastycznego odkształcania i wąskie przedziały temperatur walcowania. W procesie walcowania występują naderwania na narożach, pęknięcia rozprzestrzeniające się od czoła oraz rysy na powierzchni bocznej kęsów, prętów i walcówki. Przyczyny tych wad mogą wynikać z procesu metalurgicznego, np. duża porowatość wlewka jest następstwem ograniczonej zawartości krzemu, występowaniem eutektyk siarczkowych, a także nieodpowiedniej technologii walcowania.

W pracy dokonano analizy możliwości walcowania stali automatowych oraz na podstawie przeprowadzonych prób ruchomych opracowano wytyczne do poprawy technologii procesu walcowania.

### 2. BADANIA WŁASNE

#### 2.1. Analiza plastyczności stali automatowych na gorąco

Temperaturę walcowania stali automatowej określają zakresy kruchości na gorąco, tzn. kruchość białego żaru powyżej 1200°C oraz kruchość przy osier-

wonym żarze w temp. 900 do 1000°C. Aby ocenić plastyczność na gorąco wykonano próbę skręcania w temperaturze 1050 do 1200°C i prędkości odkształcenia równej  $\dot{\varphi} = 1, 30$  i  $100 \text{ s}^{-1}$ , co odpowiada prędkościom stosowanym w praktyce dla dwóch gatunków A11 i A10XN o składzie chemicznym zgodnym z PN [1]. Na rys. 1 przedstawiono zależność maksymalnej wartości naprężenia uplastyczniającego  $\sigma_p$  oraz odkształcenia granicznego  $\varphi_g$  od zmiennych warunków temperatury i prędkości odkształcenia. Zarówno stałe gatunku A10XN jak i A11 wykazują charakterystyczną dla stali zależność  $\sigma_p$  od temperatury i prędkości odkształcenia, zmniejszenie wartości  $\sigma_p$  ze wzrostem temperatury oraz zwiększenie  $\sigma_p$  ze wzrostem prędkości odkształcenia. Krzywe  $\sigma_p = f(T)$  dla stali A11 leżą powyżej (20-30 MPa) krzywych zależności maksymalne naprężenia uplastyczniające - temperatura dla stali A10XN, przy tej samej prędkości odkształcenia. Stal gatunku A11 wykazuje zdecydowanie lepszą podatność do przeróbki plastycznej na gorąco w całym zakresie temperatur a prędkość odkształcenia nieznacznie wpływa na wartość odkształcenia granicznego (w zakresie temperatur 1100 do 1150°C występuje nieznaczny wzrost plastyczności). Badanie ruchowe prowadzone w zakresie temperatur 1000 do 1220°C potwierdzają dane plastometryczne, że optymalnym przedziałem temperatur walcowania stali automatowych jest temp. 1050 - 1200°C.

## 2.2. Analiza warunków walcowania na gorąco

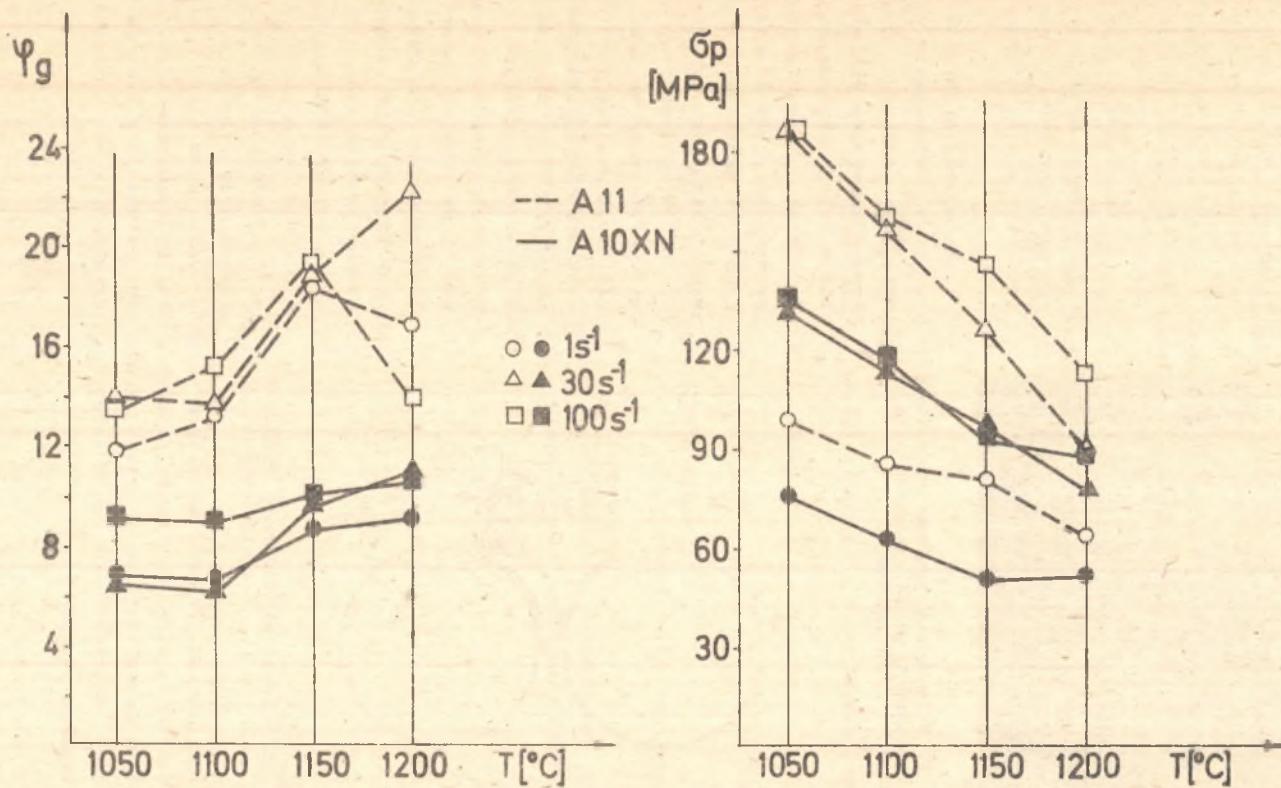
Przeprowadzone badania ruchowe walcowania kęsisk gatunku A11 i A10XN w zakresie temperatur nagrzewania 1120 do 1220°C wykazały duże trudności chwytu metalu przez walce w walcarni trio (tzw. buksowanie materiału) oraz przy wprowadzeniu pasma do pierwszej klatki układu liniowego (wybijanie pasma).

Przyczyną tego był tak niski współczynnik tarcia, że minimalne nawet utrudnienie chwytu powodowało duże trudności w zabieraniu materiału przez walce.

I tak w parzystych przepustach, gdzie wprowadzanie pasma odbywa się z haka, skośne podanie materiału prowadziło często do nieuchwycenia metalu przez walce. Utrudnienie chwytu następowało także przy grubszej warstwie zgorzeli, gdy materiał przebywał dłużej w piecu lub gdy współczynnik nadmiaru powietrza był zbyt duży.

Zasadniczym powodem utrudnionego chwytu w tych wszystkich przypadkach było nalepianie się płatków zgorzeli na walce, co dawało efekt smarowania.

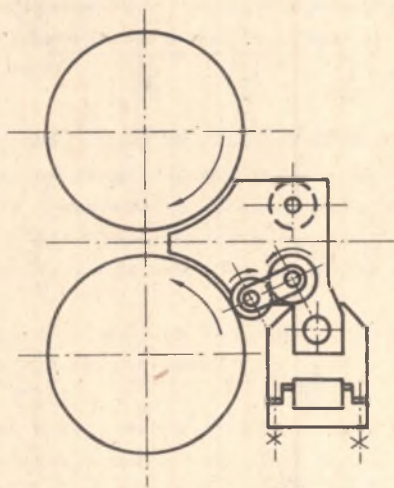
Istnienie nalepień znalazło potwierdzenie w obserwacji walców po odwalcowaniu kilkudziesięciu sztuk (rys. 2), natomiast o sposobie tworzenia się i działania nalepień wnioskowano na podstawie obserwacji procesu walcowania, gdzie odwalcowanie pierwszych trzech, czterech kęsisk na czystych walcach nie nastroczało trudności, a dopiero przy wprowadzeniu następujących sztuk napotkano na utrudniony chwyt. Przypuszczenia, nasze znalazły po-



Rys. 1. Zależność maksymalnej wartości naprężenia uplastyczniającego  $\sigma_p$  i odkształcenia granicznego  $\psi_g$  od temperatury i prędkości odkształcenia



Rys. 2. Nalepienia zgorzeliny na walcach żeliwnych po walcowaniu stali automatowej



Rys. 3. Schemat wprowadnicy rolkowej

metalurgicznymi. Badania metalograficzne ujawniły dużą ilość i niekorzystne rozłożenie wtrąceń niemetalicznych w okolicy rozwarstwienia. Jednym ze sposobów przeciwdziałania postępującemu rozwarstwieniu w trakcie walcowania jest zastosowanie w ciągu technologicznym noży do obcinania końców walcowanego pasma.

twierdzenie także w danych literaturowych [2]. Poprawę warunków walcowania uzyskano, stosując walce dające wyższe wartości współczynnika tarcia (mniejsze nalepienia), np.: stalowe lub staliwne, zamiast stosowanych żeliwnych a także przez zmniejszenie gniotów oraz nagrzewanie kęsisk w atmosferze z niedomiarem powietrza.

Zmniejszenie gniotów osiągnięto przez zastosowanie wsadu o mniejszym przekroju początkowym oraz równierne rozłożenie gniotów w kolejnych przepustach. Doświadczenia zagraniczne oraz przeprowadzone próby wskazują, że celem jest stosowanie w początkowych przepustach mniejszych współczynników wydłużeń. Poprawiają się wtedy nie tylko warunki chwytu ale zmniejsza się możliwość powstawania pęknięć. Utrudniony dmyt pasma przy podawaniu do wykroju z haka powinien ulec poprawie przy zastosowaniu wprowadnic rolkowych wg pomysłu autorów, np. przedstawionych na rys. 3.

W prowadzonych badaniach odmienny problem stanowiło zapobieganie rozwarstwieniom. Sporadycznie obserwowane rozwarstwienia końców walcowanych kęsisk spowodowane były wyłącznie czynnikami

### 3. WNIOSKI

1. Podczas walcowania stali automatowej należy dążyć do minimalnej grubości zgorzeliny i poprawy warunków chwytu, co zapewni rytmiczność pracy walcowni.

2. Rozwarstwienia ozoła pasma występujące przy około piątym przepuszczeniu, tj. przy  $\lambda \approx 9$  spowodowane jest czynnikami metalurgicznymi, najczęściej wtrąceniami niemetalicznymi.

3. Walcowanie stali automatowej w walcowniach stali niestopowych związane jest z dużymi trudnościami i mniejszym uzyskiem i wydajnością,

4. Optymalnym przedziałem temperatur walcowania stali automatowych jest temp. 1050 - 1200°C.

### LITERATURA

- [1] PN-73/H-84026. Stal automatowa. Pręty, walcówka i drut. Wymagania i badania.
- [2] Pawłow A. - Czorną Metalurgija, 1960, nr 9.

### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУДАЧИ ПРИ ПРОКАТКЕ АВТОМАТНЫХ СТАЛЕЙ

#### Р е з ю м е

На основании проведенных испытаний в ходе процесса осуществлен анализ неудачи при прокатке автоматных сталей. Разработаны указания для улучшения технологии процесса прокатки этой стали.

### INVESTIGATIONS OF THE FAILURES IN THE FREE - CULTING STEEL ROLLING

#### S u m m a r y

The analysis of the failures in the free-culthing steel rolling was carried out by the authors on the basis as industrial tests.

The guide-lines to the improvement of the rolling technology of this steel was be done.