

Modelowe badanie wpływu sposobu odlewania na strukturę wlewka

I. Część teoretyczna

Krzepnięciem stali nazywa się proces przechodzenia jej ze stanu ciekłego w stan stały. Procesowi temu towarzyszy systematyczne zmniejszanie się objętości fazy ciekłej i wzrost objętości fazy stałej.

W czasie krzepnięcia ciekłej stali tworzy się struktura krystaliczna i następuje wzrost tworzących się kryształów. Kryształy wydzielone z ciekłej stali nazywają się kryształami pierwotnymi, a powstająca struktura – strukturą pierwotną, w odróżnieniu od struktury wtórnej w stanie stałym.

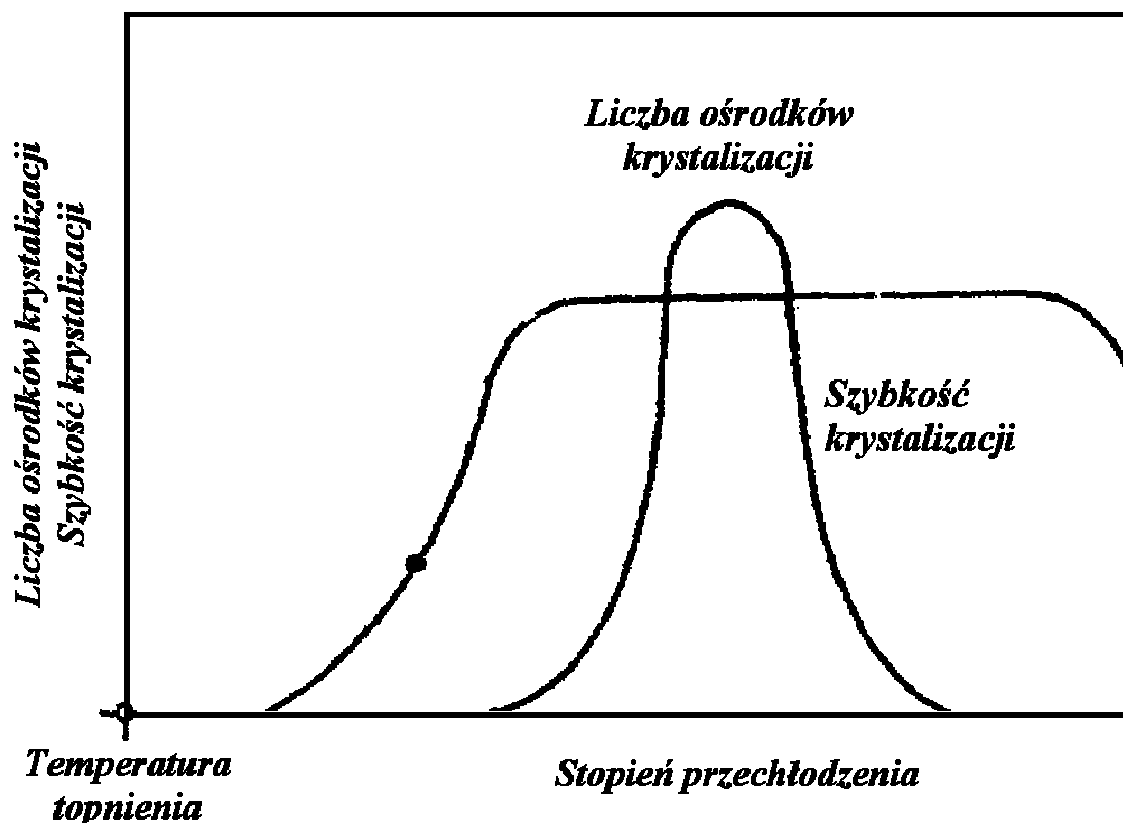
Postać utworzonej struktury pierwotnej wpływa na właściwości stali, jej zachowanie w czasie przeróbki plastycznej i w pewnym stopniu na jej właściwości po przeróbce. Z tych powodów istotne jest zapoznanie się z przebiegiem i szybkością krzepnięcia wlewka oraz kolejnością krystalizacji jego stref. Znajomość szybkości i kolejności krzepnięcia poszczególnych stref umożliwia ustalenie optymalnego czasu wytrzymania wlewków we wlewnicach, warunków zasilania środkowych stref wlewka ciekłym metalem z nadstawki itp.

Istotne znaczenie dla otrzymania odpowiedniej jakości wlewka ma temperatura ciekłej stali i szybkość odlewania. Wymienione czynniki wywierają istotny wpływ na wielkość tworzących się kryształów. Wzrost przegrzania ciekłej stali powyżej temperatury likwidusu, czyli wzrost temperatury odlewania sprzyja powstawaniu kryształów słupkowych. Obniżenie temperatury odlewania powoduje skrócenie czasu krzepnięcia, a to sprzyja otrzymywaniu korzystniejszej drobnoziarnistej struktury wlewka.

Istnieją trzy teorie krystalizacji: objętościowa, stopniowa i objętościowo-stopniowa. Według teorii objętościowej proces tworzenia się struktury pierwotnej zależy od ilości tworzących się ośrodków krystalizacji i szybkości krystalizacji, które z kolei zależą od stopnia przechłodzenia cieczy. Zależność tą przedstawiono na rys. 1.

Z przebiegu krzywych przedstawionych na rys.1 wynika, że wraz ze wzrostem przechłodzenia początkowo gwałtownie rośnie liczba ośrodków krystalizacji, następnie osiąga maksimum, po czym maleje do zera. Początkowo wraz ze wzrostem przechłodzenia cieczy zmniejsza się ruchliwość atomów, następuje łączenie się ich w zarodki krystalizacji. W miarę dalszego przechłodzenia cieczy ruchliwość atomów staje się tak mała, że tworzenie się nowych zarodków krystalizacji staje się utrudnione i w końcu niemożliwe. Zahamowanie wzrostu szybkości krystalizacji należy tłumaczyć wydzielaniem się ciepła krystalizacji i

warunkami jego odprowadzenia.



Rys. 1. Zależność liczby zarodków i szybkości krzepnięcia od stopnia przechłodzenia.

Teoria krystalizacji stopniowej zakłada, że tworzenie się struktury pierwotnej wlewka przebiega stopniowo od ścian zewnętrznych w kierunku osi wlewka. Według tej teorii nie można stwierdzić żadnego przechłodzenia w objętości krzepnącego metalu. Wydzielające się ciepło krystalizacji może być odprowadzane tylko przez ścianę wlewnicy lub krystalizatora i przez wcześniej zakrzepniętą warstwę, czyli stopniowo.

Teoria krystalizacji objętościowo-stopniowej nie rozpatruje powierzchni podziału pomiędzy fazą ciekłą i stałą, jak to ma miejsce w przypadku teorii stopniowej, lecz obszar pomiędzy tymi fazami. Obszar ten zwany strefą dwufazową dzieli się na dwie części: półciekłą i półstałą. Przy przewadze obszaru części półciekłej krystalizacja ma charakter objętościowy, a przy przewadze części półstałej charakter stopniowy.

Struktura pierwotna wlewka składa się najczęściej z trzech stref: kryształów zamrożonych, słupkowych i równoosiowych. Strefę kryształów zamrożonych stanowi zewnętrzna warstwa wlewka, która powstaje w wyniku zetknięcia się ciekłej stali ze ścianami wlewnicy lub krystalizatora. W tych warunkach, wskutek intensywnego chłodzenia, powstaje

duża ilość drobnych kryształów o różnym ukierunkowaniu, które wzajemnie hamują swój wzrost.

Strefa kryształów słupkowych powstaje w wyniku znacznie wolniejszego odprowadzenia ciepła z ciekłej stali poprzez warstwę kryształów zamrożonych i nagrzane ściany wlewnicy. Szybkość procesu krystalizacji ulega w tych warunkach zwolnieniu. Powstające duże kryształy słupkowe są zorientowane w kierunku odprowadzenia ciepła, czyli prostopadle do ścian wlewnicy lub krystalizatora.

W czasie tworzenia się strefy kryształów słupkowych, w wyniku skurczu metalu tworzy się szczelina pomiędzy ścianami wlewnicy a wlewkiem. Powoduje to znaczne spowolnienie odprowadzania ciepła. W tych warunkach powstaje strefa niezorientowanych kryształów równoosiowych.

Przejście ciekłej stali w stan stały powoduje zmianę jej gęstości. Zmiana ta powoduje skurcz stali i tworzenie się jamy skurczowej, której wielkość zależy od wielkości skurczu i może wahać się w granicach 2,0 – 5,3% objętości początkowej.

II. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest ustalenie wpływu parametrów wlewnicy na głębokość zalegania jamy skurczowej we wlewku oraz na jej objętość.

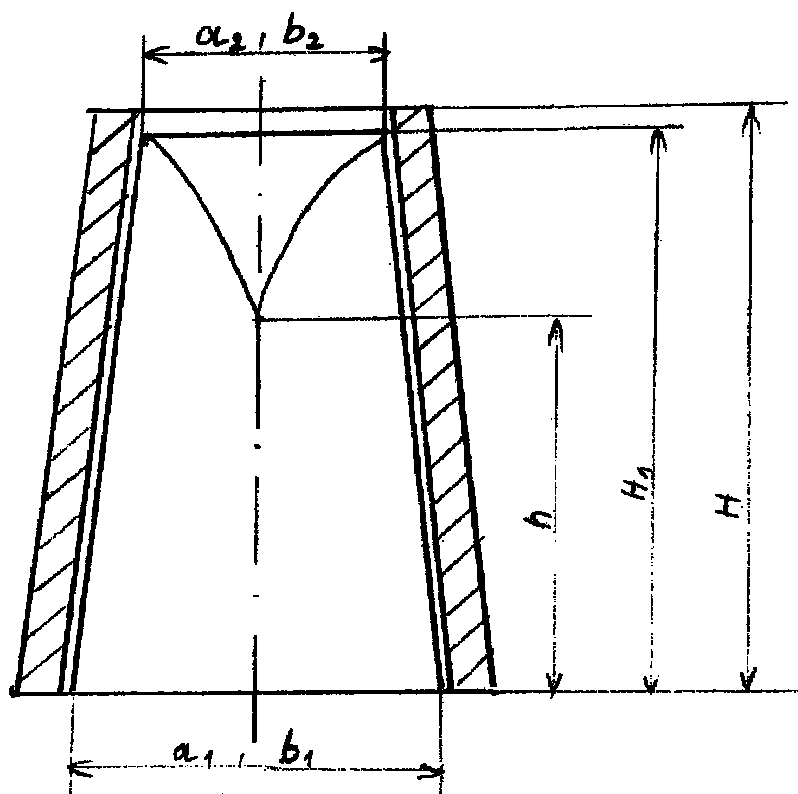
III. Opis stanowiska badawczego

Aparatura: kadź odlewnicza, wlewnice, ciecz modelowa (naftalen).

IV. Przebieg ćwiczenia

1. Stopienie naftalenu.
2. Odlanie naftalenu do wlewnicy zbieżnej ku górze.
3. Odlanie naftalenu do wlewnicy zbieżnej ku dołowi.
4. Zważenie zakrzepniętych wlewków i następnie wzdłużne ich przecięcie.
5. Zmierzenie głębokości zalegania jamy skurczowej.

V. Opracowanie wyników



Rys. 2. Schemat do obliczeń.

1. Średni charakterystyczny wymiar wlewka:
- prostokątnego:

$$c = \frac{a_1 + a_2 + b_1 + b_2}{4} \quad (1)$$

- kwadratowego:

$$c = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (2)$$

2. Smukłość odlanego wlewka:

$$S = \frac{H_1}{c} \quad (3)$$

3. Średni przekrój odlanego wlewka:

$$P = c^2 \quad (4)$$

4. Objętość wlewka:

$$V = P \cdot H_1 \quad (5)$$

5. Objętość jamy skurczowej:

$$O_j = \frac{d_n - d_1}{d_n} \cdot 100\% \quad (6)$$

gdzie:

d_n – masa właściwa naftalenu przy temperaturze 20°C = 1,18 g/cm³,

d_1 – masa pozorna naftalenu

$$d_1 = \frac{G}{V} \quad (7)$$

gdzie:

G – masa wlewka, g

6. Uzysk wlewka:

$$U = \frac{h}{H_1} \quad (8)$$

Literatura.

1. Kruciński M., Białowas W.: Metalurgia Żelaza. Stalownictwo. Skrypt AGH nr.1114.
2. Schrewe H., F.: Continuous casting of steel, Stahleisen, 1989.