

Tadeusz WARCHAŁA, Tadeusz WACHELKO,  
Marek Sławomir SOIŃSKI

Instytut Technologii Metali  
Politechniki Częstochowskiej

## URZĄDZENIE DO OKREŚLANIA SKURCZU LINIOWEGO METALI

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono przyrząd do określania przebiegu i wielkości skurczu liniowego metali. Opisano sposób przeprowadzania pomiaru oraz podano przykłady zastosowania przyrządu.

### 1. Zagadnienie skurczu odlewów

Znajomość przebiegu skurczu liniowego w procesie krzepnięcia i stygnięcia metali i jego wielkość jest bardzo ważna przy opracowywaniu technologii wykonania odlewów. Najogólniej biorąc skurcz metalu stygnącego w formie odlewniczej można podzielić na trzy etapy: skurcz w stanie ciekłym, skurcz w czasie krzepnięcia i skurcz w stanie stałym. W odniesieniu do stanu ciekłego rozważa się wyłącznie pojęcie skurczu objętościowego. W okresie krzepnięcia odlewu mamy do czynienia z tzw. skurczem krzepnięcia (spowodowanym nieciągłą zmianą gęstości przy przejściu ze stanu ciekłego w stan stały), rozpatrywany jako skurcz objętościowy i ze skurczem (wstanie stałym) zakrzepniętej zewnętrznej warstwy odlewu. Skurcz tej warstwy metalu powoduje zmniejszenie wymiarów odlewu i rozważa się już jako skurcz liniowy. Dalszy etap skurczu to skurcz (w stanie stałym), całkowicie zakrzepniętego odlewu, powodujący dalsze zmniejszenie jego wymiarów. W stopach żelaza, ulegających podczas stygnięcia przemianie perlitycznej, skurcz w stanie stałym dzieli się na skurcz w zakresie temperatur powyżej przemiany perlitycznej (tzw. skurcz doperlityczny lub przedperlityczny), powiększenie wymiarów odlewu podczas przemiany  $\gamma$ - $\alpha$  i skurcz w zakresie temperatur od przemiany  $\gamma$ - $\alpha$  do temperatury pokojowej. W żelazie krzepącym jako szare występuje ponadto zwiększenie wymiarów odlewu podczas krzepnięcia, spowodowane wydzielaniem się grafitu. Zjawisko to określa się jako tzw. rozszerzenie przedskurczowe. Wielkość poszczególnych etapów skurczu i całkowita jego wartość jest związana z procesami przebiegającymi podczas stygnięcia odlewów. Przykładowo można podać kilka zależności: wielkości rozszerzenia przedskurczowego przy krzepnięciu żeliwa od ilości grafitu wydzielonego podczas krzepnięcia [1-3], a w związku z tym od grubości ścianki odlewu [4] i sumy zawartości C + Si [5], związku zachodzącego pomiędzy wartością skurczu doperlitycznego lub całkowitego z wytrzymałością i twardością żeliwa [2,6,7], czy wpływu zawartości siarki w żelazie

na przebieg skurczu [8]. Analizowanie krzywych przebiegu skurczu w funkcji czasu stygnięcia odlewu może służyć do oceny jakości żeliwa [5,9].

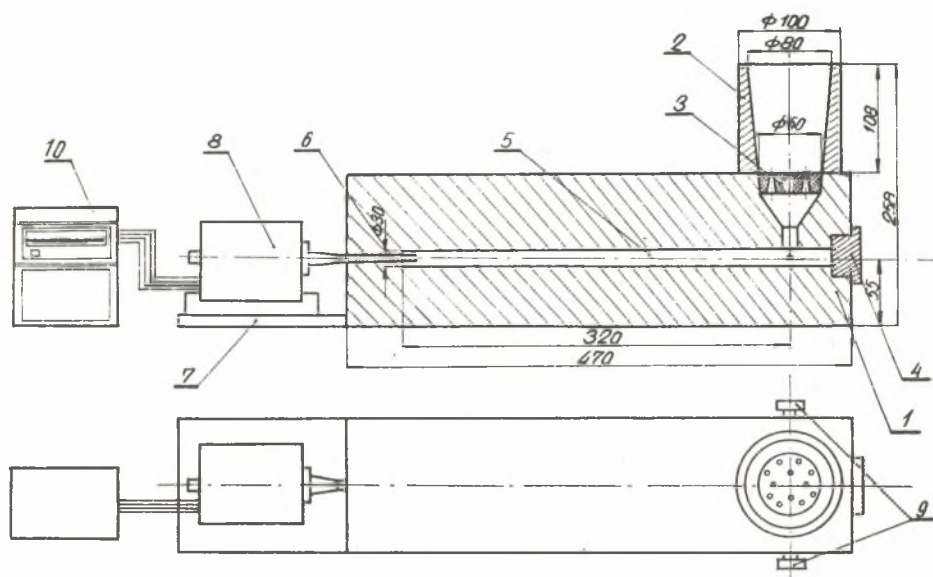
Przybliżona wielkość całkowitego skurczu liniowego może być określona w warunkach przemysłowych przy użyciu prób technologicznych [10,11]. W szeregu prac opisano urządzenia, które umożliwiają określenie nie tylko całkowitej wielkości skurczu liniowego, ale także i śledzenie procesu przebiegu skurczu od momentu rozpoczęcia się krzepnięcia metalu w formie do jego ostygnięcia do temperatury pokojowej. Ogólnie biorąc badania takie polegają na wykonaniu odlewu w kształcie pręta, w którego końcach zatopione są wkładki metalowe lub kwarcowe, połączone z układem rejestrującym. Zmiana długości odlewu podczas stygnięcia powoduje przemieszczenie wkładek, które może być rejestrowane przy użyciu czujnika zegarowego, względnie przetwarzane na wielkości elektryczne przy użyciu układu tensometrycznego [1], oporników ślizgowych [12], względnie czujnika indukcyjnego z ruchomym rdzeniem [13]. W pracy [14] opisano pomiar skurczu za pomocą układu optycznego, mechanotronu i przy zastosowaniu indykatora. W publikacji tej przedstawiono również opracowane w Instytucie Odlewnictwa AGH urządzenie do pomiaru skurczu liniowego metali. Jeden z autorów [15] zastosował ruchomą ściankę formy dla wyeliminowania wpływu zmieniających się własności masy na przebieg skurczu liniowego.

## 2. Opis urządzenia

Zbudowane w Instytucie Technologii Metali Politechniki Częstochowskiej urządzenie do określania przebiegu i pomiaru wielkości skurczu liniowego metali przedstawia rys. 1. Zasada działania urządzenia sprowadza się do ciągłego przetwarzania wielkości zmiany długości odlewu podczas jego stygnięcia na wielkości elektryczne; przetwarzanie to następuje w czujniku indukcyjnym, pracującym w układzie transformatora różnicowego. Zmiana długości odlewu, przetwarzana na wielkości elektryczne, jest rejestrowana w sposób ciągły na współpracującym z czujnikiem przyrządzie rejestrującym, produkcji ZSRR typu DS1-03. Urządzenie pomiarowe składa się z niedzielonej formy odlewniczej (1), czujnika indukcyjnego (8) i przyrządu rejestrującego (10). Przeprowadzenie badania skurczu liniowego składa się z następujących czynności:

- wykonania formy odlewniczej,
- zainstalowania czujnika,
- zalania formy ciekłym metalem,
- interpretacji otrzymanych krzywych stygnięcia.

W celu wykonania formy odlewniczej do niedzielonej skrzynki formierskiej poprzez otwór w bocznej krótszej ściance wkłada się model metalowy (pręt  $\varnothing$  30 mm), w którego koniec jest wkręcony pręt (6), wykonany z żelaza armco. Pręt ten, poprzez specjalnie wycięty otwór w przeciwległej ścianie, wy-

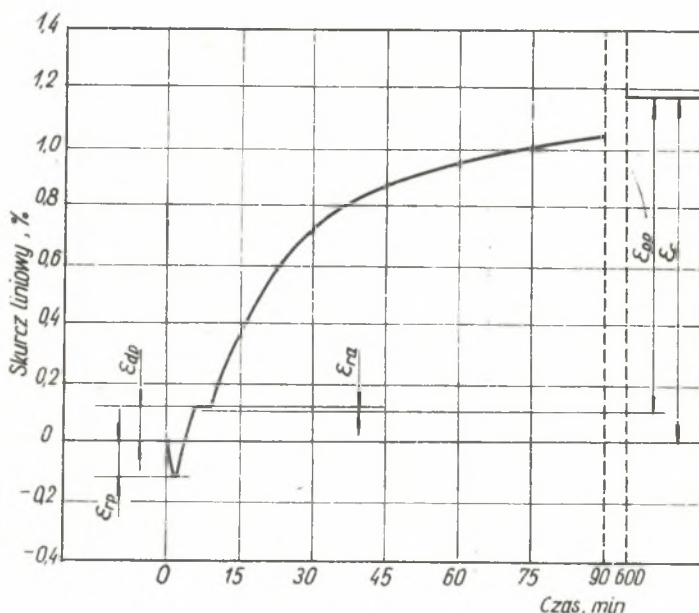


Rys. 1. Urządzenie do badania skurczu liniowego

1 - forma, 2 - nadstawka, 3 - filtr ceramiczny, 4 - zamknięcie formy, 5 - odlew próby, 6 - pręt z żelaza armco, 7 - podstawa czujnika, 8 - czujnik indukcyjny w układzie transformatora różnicowego, 9 - śruby unieruchamiające odlew próby, 10 - rejestrator skurczu (przyrząd DS 1-03)

staje poza skrzynkę. Następnie wkręca się stożkowo zakończone śruby (9), przykręcone do dłuższych bocznych ścianek skrzynki, tak, że swymi stożkowymi zakończeniami wchodzą one w otwory wycięte w modelu metalowym. Po umieszczeniu na przecie  $\phi 30$  mm modelu układu wlewowego przystępuje się do formowania. Po zakończeniu tej czynności wyjmuje się z formy model układu wlewowego, odkręca śruby (9) tak, aby było możliwe wyjęcie z formy modelu pręta  $\phi 30$  mm. Pręt ten wyjmuje się z formy początkowo poprzez obracanie nim, a następnie wysuwa się go. Ostrożne obracanie modelem, przy równoczesnym unieruchomieniu pręta (6), zapewnia pozostawienie tego pręta w formie. Po wyjęciu modelu z formy gwintowana końcówka (6) tkwi we wnęce formy. Kolejną czynnością jest dokręcenie śrub (9) do takiego położenia, jak przy formowaniu, aby końce ich znajdowały się we wnęce formy. Formę zamyka się zamknięciem (4), do układu wlewowego zakłada się filtr ceramiczny (3), a następnie ustawia się nadstawkę (2). Do wystającego poza formę pręta (6) dostawia się czujnik (8). Po włączeniu przyrządu rejestrującego (10) formę zalewa się ciekłym metalem. W jednym końcu odlanej próby zostaje zatopiony pręt (6), drugi koniec próby jest unieruchomiony w formie śrubami (9). Zarówno rozszerzenie przedskurczowe jak i późniejszy skurcz próby przeprowadza się na bieżąco za pośrednictwem pręta (6) i wywo-

łużą przemieszczenie rdzenia czujnika (8), co z kolei znajduje swe odzwierciedlenie we wskazaniach rejestratora (10) i jest zapisywane na taśmie. Na rys. 2. pokazano przykładowo krzywą przebiegu skurczu żeliwa niskoalumińowo-chromowego odlanego do formy, wykonanej z sypkiej masy samoutwardzalnej na szkło wodnym. Analiza krzywej obrazującej przebieg skurczu umożliwia określenie wielkości poszczególnych etapów skurczu oraz całkowitej jego wartości.



Rys. 2. Krzywa skurczu liniowego żeliwa niskoalumińowo-chromowego odlanego do formy wykonanej z sypkiej masy samoutwardzalnej na szkło wodnym.

$\epsilon_{rp}$  - rozszerzenie przedskurczowe,  $\epsilon_{dp}$  - skurcz doperlityczny,  $\epsilon_{ra}$  - rozszerzenie przy przemianie alotropowej  $\gamma \rightarrow \alpha$  oraz procesie grafityzacji towarzyszące powstawaniu ferrytu,  $\epsilon_{pp}$  - skurcz poperlityczny,  $\epsilon_c$  - skurcz całkowity

### 3. Zakończenie

Opisane urządzenie umożliwia dokładne zarejestrowanie przebiegu swobodnego skurczu liniowego odlanego stopu i określenie całkowitej wartości skurczu. Możliwe jest badanie wpływu różnych czynników na przebieg skurczu swobodnego, a także - przy zastosowaniu specjalnego modelu np. z kołnierzami - badanie skurczu hamowanego. Możliwość zastosowania różnych mas formierskich do wykonania formy odlewniczej pozwala na określenie wpływu

własności mas na skurcz stopu, czego nie umożliwia np. podobne urządzenie opracowane w AGH.

Przedstawione urządzenie jest bardzo proste w obsłudze i jak wykazały pomiary przeprowadzone na około pięćdziesięciu wytopach - niezawodne.

## LITERATURA

- [1] Kłocznew I.W. - Litiejnyje swojstwa czuguna, Izdatielstwo Maszynostrojenje, Moskwa, 1968.
- [2] Podrzucki C., Kalata C. - Metalurgia i odlewnictwo żeliwa, Wydawnictwo Śląsk, Katowice, 1970.
- [3] Vondrak V. - Slévárenství, 9, 1969, 382.
- [4] Balinskij W.R., Czernobrowkin W.P.: Lit. Proizw., 4, 1965, 28.
- [5] Jasnogorodskij W.I. - Lit. Proizw., 1, 1966, 28.
- [6] Nandrij G.Y. - Čistóde, 4, 1964, 73.
- [7] Sakwa W. - Współczesne metody wytopu żeliwa. Skrypt nr 273 Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1970.
- [8] Chronow A.I., Stwibkow N.J. - Izw. Wyssh. Učebn. Zawied. Čiernaja Metalłurgija, 4, 1966, 152.
- [9] Pelleg J., Heine W. - Mod. Cast. 6, 1967, 102.
- [10] Durmała Z. - Prace I.O., 1, 1965, 22.
- [11] Rajakowics E., Ebner R. - Giess.-Prax., 1, 1968, 1.
- [12] Simanowskij M.P.: Liniejnaja usadka žaroprocnyh splawow, Metalłurgizdat, Moskwa, 1963.
- [13] Ryżikow A.A., Kostin A.W., Kuźniecowa A.S.: Lit. Proizw., 4, 1968, 31.
- [14] Ciupiński J. - Przegl. Odł., 1, 1973, 2.
- [15] Vondrak V. - Giesserei, 4, 1971, 84.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ УСАДКИ МЕТАЛЛОВ

## Резюме

В статье описывается прибор определения хода и величины линейной усадки металлов. Приводится способ проведения измерения и примеры применения прибора.

THE APPARATUS FOR LINEAR CONTRACTION  
OF METALS DETERMINATION

S u m m a r y

In the paper the instrument for determination of run and value of the linear contraction of metals is given. The measurement method as well as examples of its use are described.