

Imię i nazwisko: Piotr Borsuk	Kinetyka skurczu stopów odlewniczych	Data oddania sprawozdania:
Kierunek TP 4.0 Rok II Grupa 1 Wydział WO		Ocena

## Wprowadzenie teoretyczne

Skurcz odlewniczy to proces, w którym wymiary odlewu zmniejszają się w porównaniu do pierwotnego. Zjawisko to jest ściśle powiązane ze swobodnym skurczem metalu, czyli zmianą jego wymiarów w formie podczas spadku temperatury. Przed wystąpieniem właściwego skurczu liniowego, odlew może wykazywać niewielkie zwiększenie wymiarów, nazywane rozszerzalnością przedskurczową, która jednak w praktyce odlewniczej nie ma większego znaczenia.

Skurcz odlewniczy dzieli się na dwa rodzaje:

1. **Skurcz odlewniczy liniowy:** Procentowe zmniejszenie wymiarów (długości) odlewu od temperatury krzepnięcia do temperatury otoczenia, wyrażane wzorem

$$SL = (L1 - L2) / L1 * 100\%.$$

2. **Skurcz odlewniczy objętościowy:** Powstaje podczas krzepnięcia metalu, kiedy ubytek objętości jest uzupełniany z nadlewów, co prowadzi do tworzenia się jam skurczowych, wyrażane wzorem

$$Sv = (V1 - V2) / V1 * 100\%.$$

## Czynniki wpływające na skurcz odlewniczy:

### Technologia formy

Podczas wykonywania formy odlewniczej może dojść do powiększenia wymiarów wnętrza formy w stosunku do wymiarów modelu, co jest wynikiem obijania modelu w celu łatwiejszego jego wyjęcia. W rezultacie zmniejsza się ostateczna wartość skurczu, a czasem może nawet wystąpić skurcz ujemny. Przy formowaniu maszynowym różnice wymiarowe są minimalne.

### Jama skurczowa

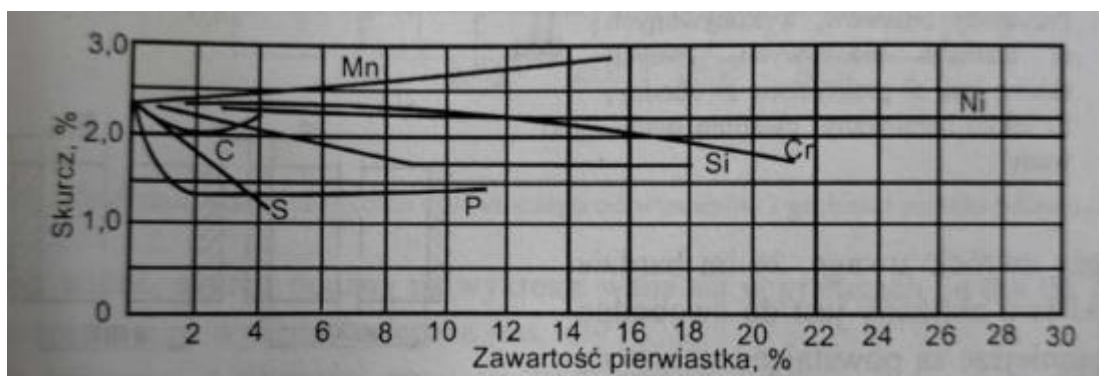
To pusta przestrzeń w metalu o szorstkiej powierzchni, zazwyczaj pojawiająca się w grubszych miejscach przejścia od grubszej do cieńszej ścianki. Powstaje w wyniku zmniejszania się objętości metalu podczas stygnięcia w stanie ciekłym oraz podczas krzepnięcia. Wiele czynników wpływa na powstawanie jam skurczowych, w tym skład chemiczny żeliwa.

## Skład chemiczny

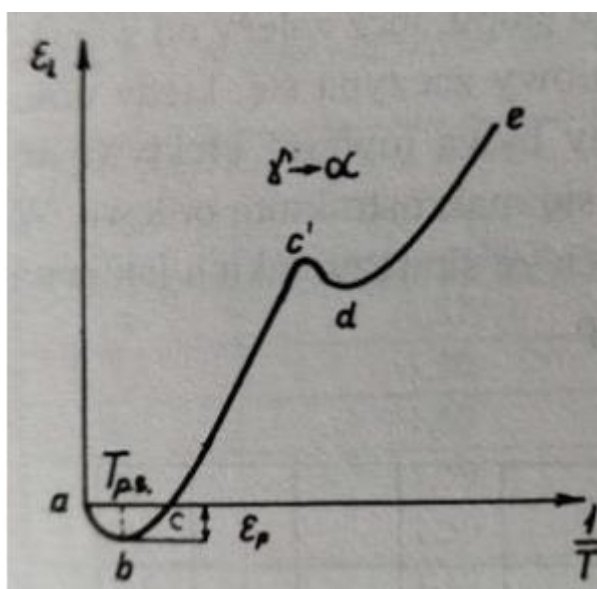
Wywiera wpływ na poszczególne etapy skurczu żeliwa, głównie poprzez pośredni wpływ poszczególnych pierwiastków na temperaturę początku krzepnięcia, zakres temperatur krzepnięcia oraz zdolność żeliwa do grafityzacji podczas procesu krzepnięcia.

## Szybkość stygnięcia odlewu

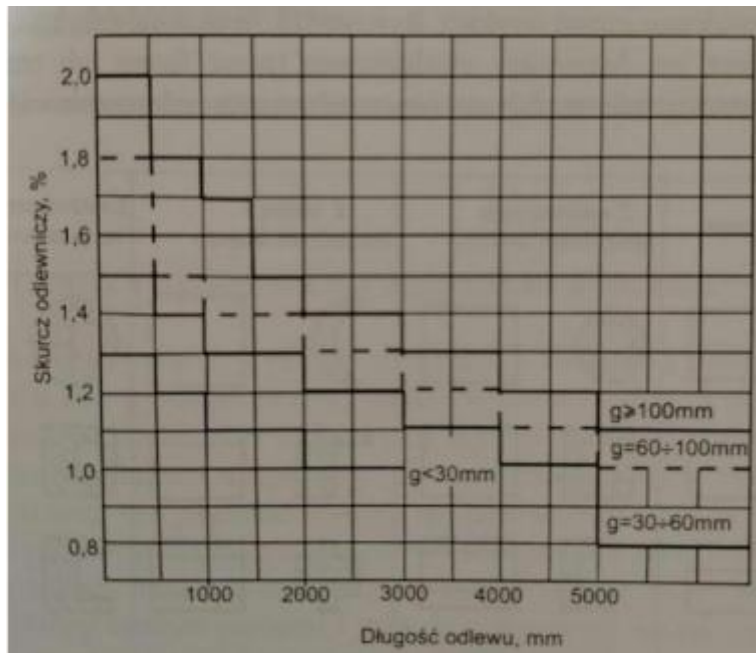
Zwiększenie szybkości stygnięcia odlewu, niezależnie od przyczyny, prowadzi do takich zmian w przebiegu krzywych kinetycznych skurczu, że w ostatecznym wyniku zwiększa się rzeczywisty skurcz żeliwa. Zastosowanie form suszonych lub podgrzewanych oraz zwiększenie grubości ścianek odlewu można więc zaliczyć do czynników zmniejszających skurcz żeliwa.



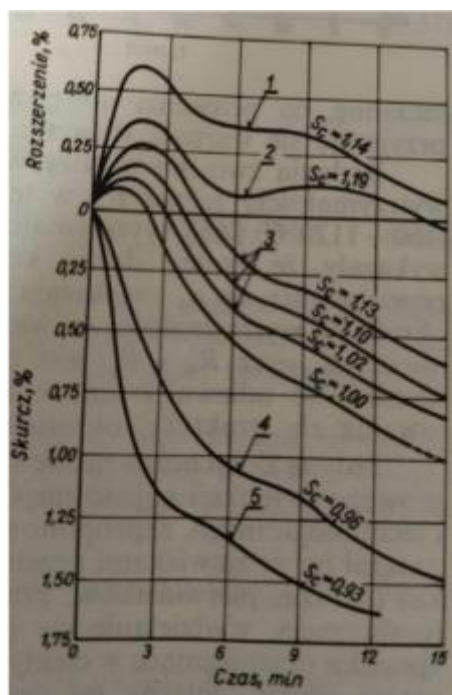
Rys. 1. Wpływ różnych pierwiastków na wielkość skurczu



Rys. 2. Przebieg liniowy skurczu swobodnego



Rys. 3. Zależność pomiędzy wartością skurczu od wymiarów i grubości ścian odlewu.



Rys. 4. Krzywe kinetyki skurczu różnych rodzajów żeliwa

### Przebieg ćwiczenia

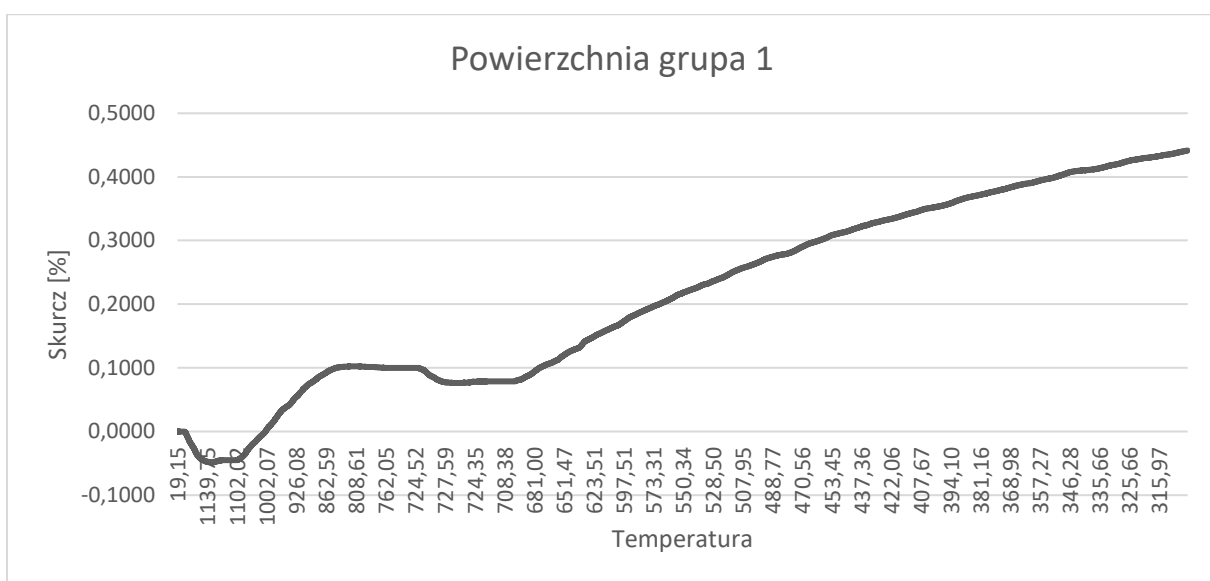
1. Przygotowanie formy do zalania metalem.
2. Zamontowanie termopary w dolnej części formy.
3. Zainstalowanie szczelnych uszczelnień przy użyciu kleju.
4. Złożenie i skręcenie formy, aby zapewnić jej szczelność.
5. Wlanie ciekłego metalu do formy.

W tym konkretnym ćwiczeniu użyto żeliwa szarego o precyzyjnie określonym składzie chemicznym. Podczas całego procesu komputer monitorował i zbierał dane dotyczące napięcia, temperatury powierzchni i wnętrza odlewu oraz przeprowadzał analizę termiczną. Na podstawie zebranych danych wygenerowano wykresy ilustrujące zmiany temperatury i skurczu liniowego w czasie.

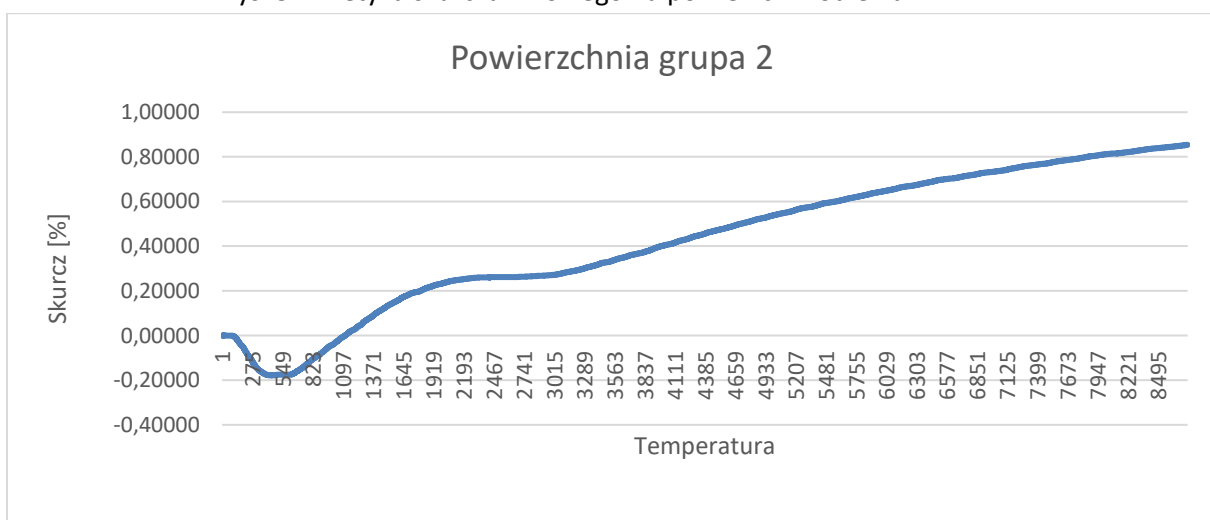
Tabela 1. Skład chemiczny żeliwa szarego.

C	S	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	Cu	Co	Ti
3.18	1.43	0.054	0.031	0.0064	0.028	0.027	0.0069	0.017	0.014	0.0089

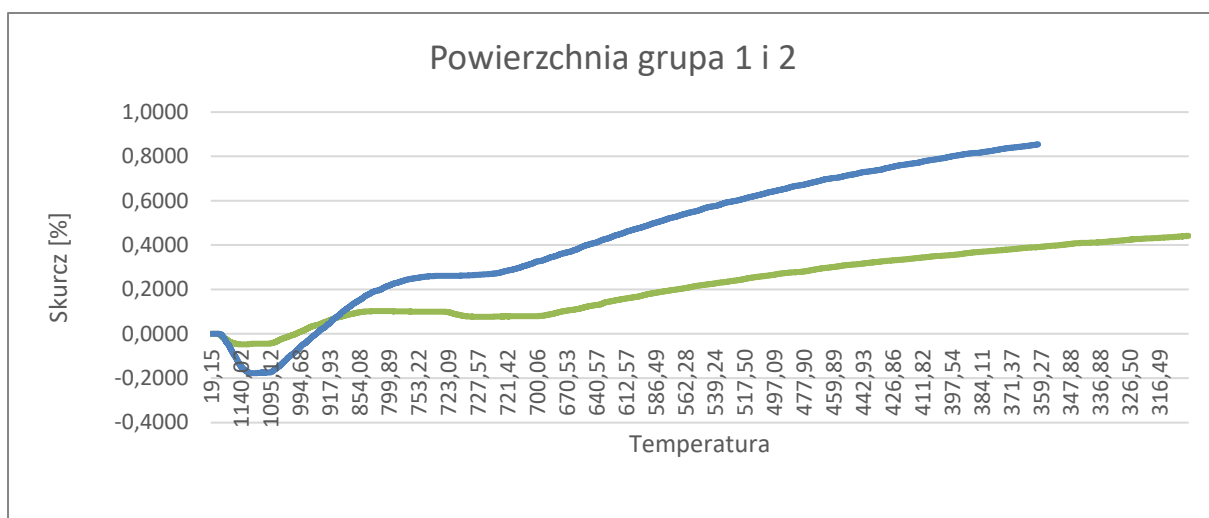
V	Mg	B	Sn	Zn	As	Ca	La	Fe
0.0043	0.0028	0.008	0.004	0.0099	0.0023	0.0014	0.0035	95.2



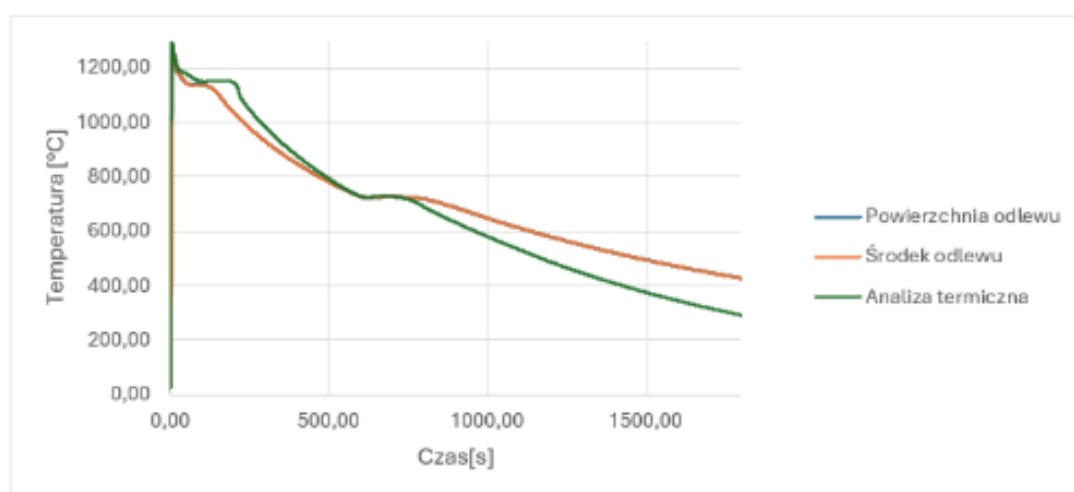
Rys. 5. Kinetyka skurczu liniowego na powierzchni odlewu



Rys. 6. Kinetyka skurczu liniowego na powierzchni odlewu



Rys. 7. Kinetyka skurczu liniowego na powierzchni odlewu



Rys. 8. Przebieg temperatury w czasie

### Do okolic 300°C

W tym zakresie temperatur skurcz liniowy jest stosunkowo niewielki i stabilny, co sugeruje, że materiał dobrze znosi podgrzewanie. Niewielkie zmiany w skurczu mogą wynikać z relaksacji wewnętrznych naprężeń lub drobnych modyfikacji strukturalnych.

### Przedział 300°C - 600°C

W tym zakresie temperatur zauważalny jest wyraźniejszy wzrost skurczu liniowego. Wskazuje to na rozpoczęcie procesów termicznych, które wpływają na strukturę materiału. Materiał zaczyna wykazywać oznaki osłabienia strukturalnego, co może być związane z procesami dekompozycji lub przegrupowania strukturalnego.

## Powyżej 600°C

Skurcz liniowy staje się bardzo intensywny, co świadczy o znaczących zmianach strukturalnych, takich jak topnienie, spiekanie lub inne procesy degradacji termicznej. Wysokie tempo skurczu sugeruje, że materiał traci swoją integralność strukturalną i wytrzymałość.

### **Znaczenie procesu skurczu odlewniczego:**

Skurcz odlewniczy jest kluczowym elementem w produkcji odlewów i zależy od takich czynników jak skład chemiczny stopu, szybkość stygnięcia oraz technologia formy. Wykorzystanie termopary typu K do pomiarów temperatury pozwala na dokładne i ekonomiczne monitorowanie procesu. Wartość współczynnika rozszerzalności liniowej dla żeliwa szarego informuje, jak elastyczność materiału zmienia się w zależności od temperatury. Analiza wyników dwóch różnych prób pozwala na identyfikację istotnych różnic w skurczu odlewu, jednocześnie uwzględniając stabilność charakterystycznego punktu przejścia między rozszerzalnością przedskurczową a skurczem liniowym.