

Z. BROS, J. KOCHANSKI, T. TOMASZEWSKA

WSP w Bydgoszczy

WPLYW ZGNIOTU I WYZARZANIA NA KOERCJĘ STALI NISKOWĘGLOWYCH  
/komunikat z badań/

## 1. Wprowadzenie

Jednym z elementów obwodu magnetycznego sprzęgieł elektromagnetycznych jest ich korpus, wykonany ze stali niskowęglowej E04J. Z materiału wyjściowego wyciska się na zimno grubościenną tuleję, którą tnie się na pierścienie. W pierścieniach kształtuje się także rowek na zimno metodą wyciskania przeciwbieżnego. W operacjach tych zachodzi niejednorodne płynięcie materiału, co powoduje że zgniot i odkształcenia są także niejednorodne. W celu usunięcia naprężeń i zgniotu oraz ujednorodnienia struktury, korpusy są wyżarzane międzyoperacyjnie w temp. 450° i 950°C.

Istotny wpływ na własności magnetyczne stali niskowęglowych, z których wykonany jest korpus sprzęgła, ma skład chemiczny i struktura materiału. Pewne własności magnetyczne będą zależały głównie od składu chemicznego, większość jednak zależy od struktury materiału, która wynika z technologii wyrobu [1].

Analizując dostępną literaturę oraz prowadzone dotychczas badania materiału korpusu sprzęgła elektromagnetycznego, można stwierdzić, że brak jest ściśle sprecyzowanych ilościowych informacji dotyczących wpływu struktury na własności magnetyczne stali niskowęglowej. Ponadto stwierdzono, że w poprzednich badaniach nie określano jednego z najistotniejszych parametrów magnetycznych jakim jest koercja  $H_c$ .

Dla stali E04J głównymi wymogami pod względem własności magnetycznych jest odpowiednio mała koercja (w granicach 1,0-1,3

[Oe] i wysoka indukcja, która głównie zależy od składu chemicznego stali. Natomiast koercja jest parametrem magnetycznym określającym jakościowo materiał ferromagnetyczny i zależy przede wszystkim od struktury badanego materiału a także od naprężeń wewnętrznych [2].

Można przypuścić, że jej wartość będzie wpływała na parametry użytkowe sprzęgła, a w szczególności na: moment obrotowy dynamiczny resztkowy  $M_{rn_{4\omega}}$  i czasy rozłączenia sprzęgła  $t_{05}$ .

## 2. Cel i zakres badań

Badania miały na celu znalezienie zależności pomiędzy strukturą materiału korpusu sprzęgła, kształtowanego obróbką plastyczną na zimno i wyżarzaniem międzyoperacyjnie, a wartością koercji.

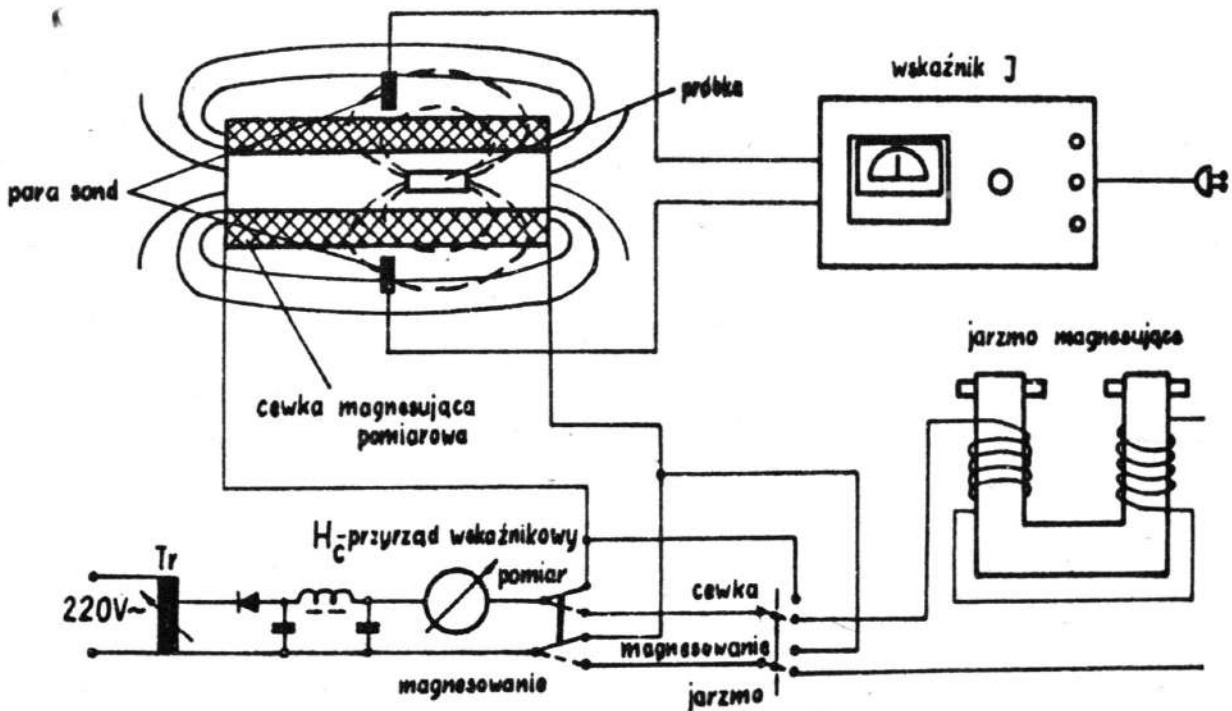
Zostały one przeprowadzone na trzech materiałach o zbliżonej strukturze i własnościach magnetycznych w stanie dostawy: 06Pr, E04J, stali 10. Ze stali E04J wykonywany jest korpus sprzęgła elektromagnetycznego, stal 06Pr została potraktowana jako materiał wzorcowy, a badanie na stali 10 wykonano uwzględniając aspekt ekonomiczny.

Z materiałów badawczych pobrano próbki, które wyciśnięto współbieżnie, zadając zgniot od 0 do 80 %. Zgniot dobrano w ten sposób, że obejmował on w przybliżeniu jego zakres w korpusie sprzęgła. Następnie próbki wyżarzone w temperaturze: 400°, 450°, 500°, 600°, 650°, 680°, 800°, 950°[C].

Pomiary koercji przeprowadzono na koercjometrze Förstera. Służy on do pomiarów próbek prostych o smukłości równej lub większej niż 10 : 1. Przyrząd umożliwia wyznaczenie wartości natężenia koercyjnego dla całej próbki przy pomocy sond Förstera, jednocześnie kompensując oddziaływanie magnetycznego pola ziemskiego. Schemat blokowy urządzenia przedstawiono na Rys. 1.

### 3. Analiza wyników pomiarów

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów koercji, w zależności od zgniotu i temperatury wyżarzania, stwierdzono dla stali O6Pr /Rys. 2/, że w zakresie temperatury otoczenia wartość koercji przed wyżarzaniem zmienia się od 4,4 [Oe] do 7,2 [Oe] dla zgniotów o zakresie od 0-70 %. Ze wzrostem temperatury wyżarzania różnice w wartościach koercji maleją i zawierają się dla temperatury ważarzania 400°C od 2,8 do 3,9 [Oe], a dla temperatury 600°C od 1,41 do 1,95 [Oe]. Dla zakresu temperatury ważarzania od 600° do 950°C koercja zawęża swoje pole wokół wartości 1,5 [Oe] i jej spadki nie zależą od temperatury wyżarzania.



Rys. 1. Schemat blokowy koercjometru Förstera

Analizując wyniki pomiarów koercji dla stali E04J /Rys.3/ wykazano, że w temperaturze otoczenia /przed wyżarzaniem/ wartość koercji przy odpowiadających sobie zgniotach jest większa niż dla stali O6Pr. Spadek wartości koercji dla zakresu temperatury wazarzania 400-600°C jest gwałtowny, natomiast zmiana temperatury wyżarzania od 600° do 800°C nie wpływa zasadniczo na zmianę wartości koercji /średnia wartość wynosi 1,3 [Oe]. Wyżarzanie powyżej temperatury 800°C powoduje niewielki wzrost koercji do wartości 1,5 [Oe] .

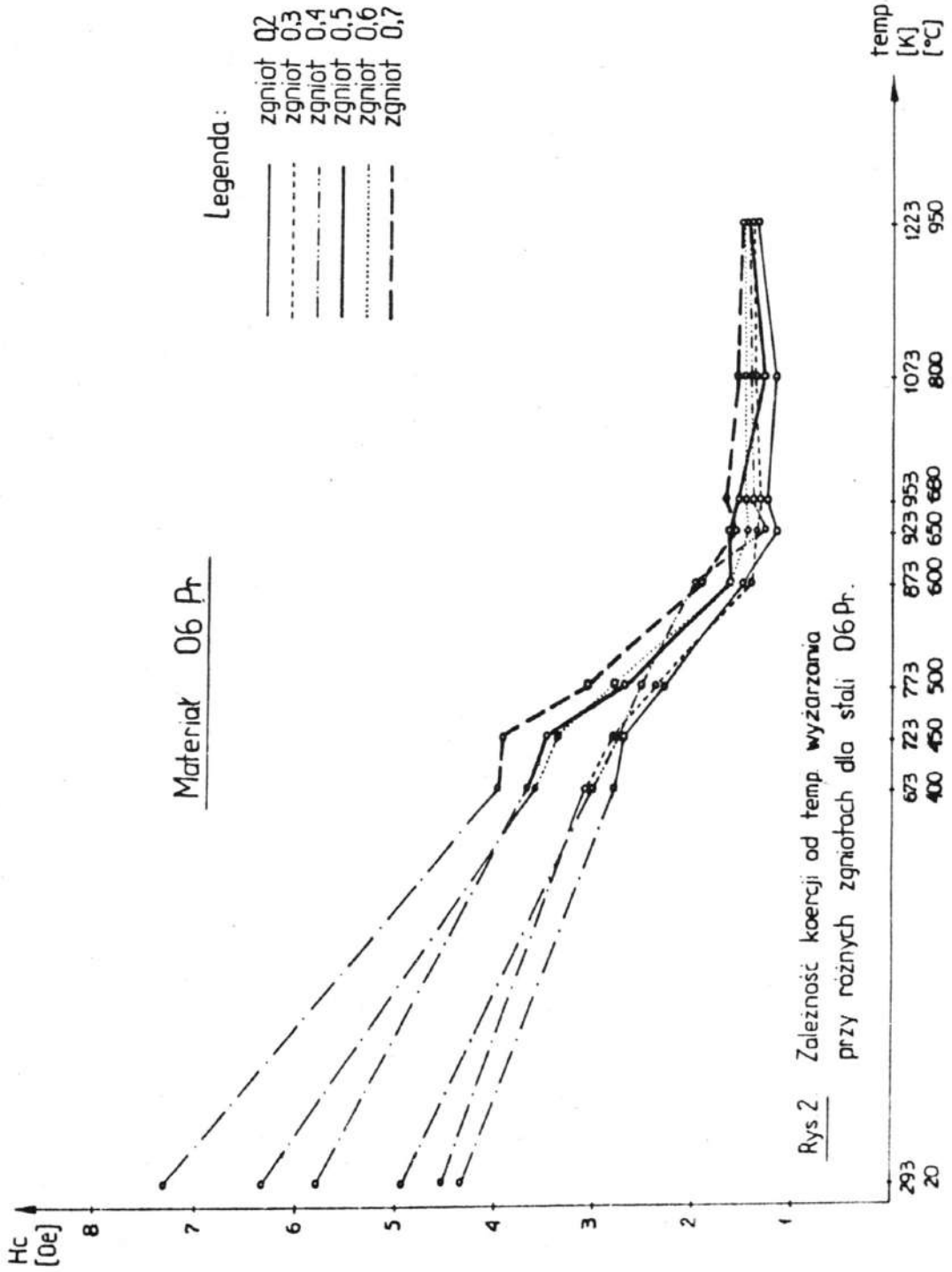
Natomiast dla stali 10 /Rys.4/ wartość koercji w temperaturze otoczenia jest dużo wyższa niż dla pozostałych materiałów. Ze wzrostem temperatury wyżarzania koercja gwałtownie spada osiągając minimum /średnio 2 [Oe]/ w temperaturze wyżarzania 600-800°C. Dalszy wzrost temperatury wyżarzania do wartości 950°C powoduje niekorzystny wzrost koercji średnio do wartości 2,75 [Oe] .

#### 4. Wnioski

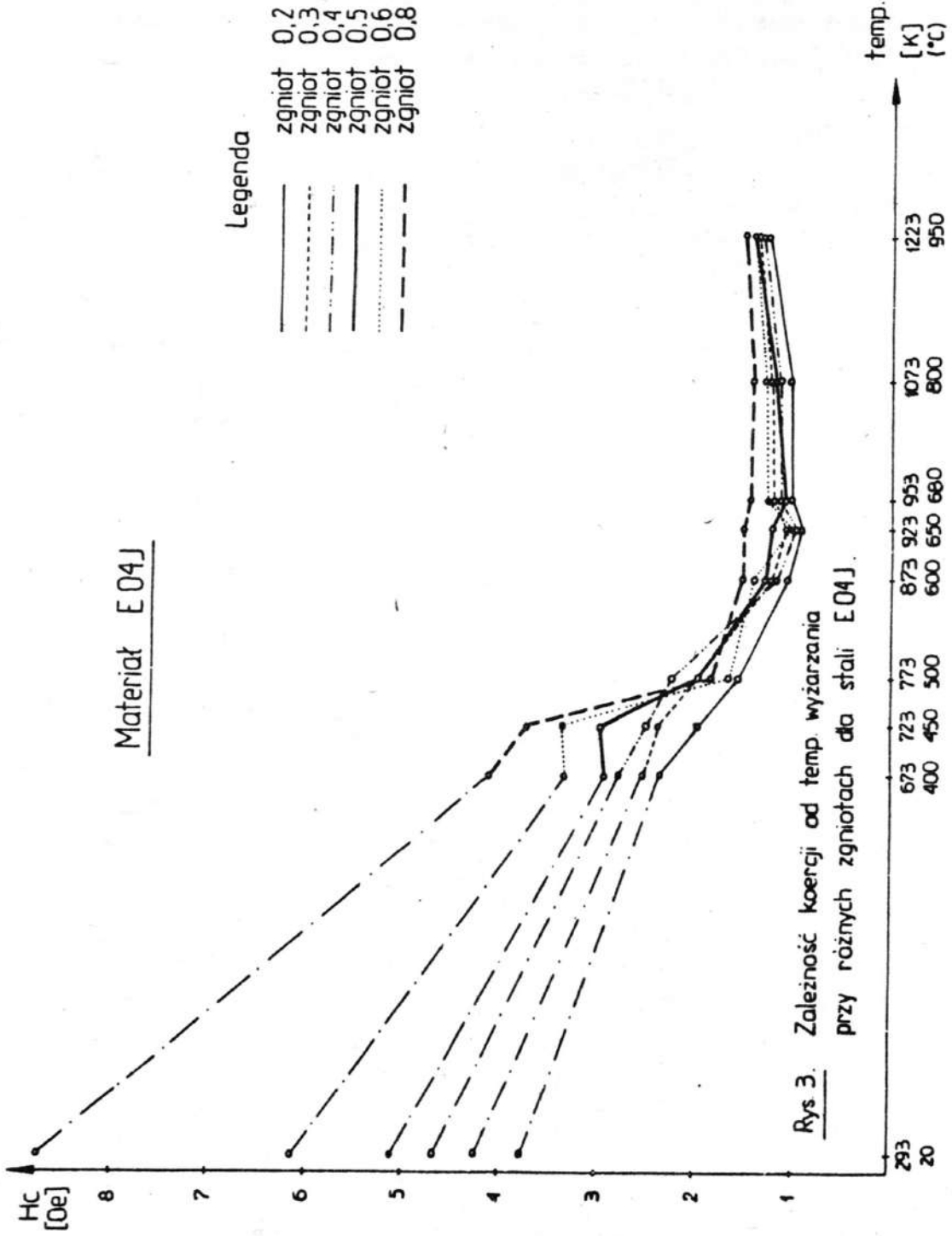
1. Wyżarzając stal E04J i O6Pr w zakresie temperatur 600-800°C wartość koercji zbliżona jest do wymaganej wielkości koercji dla stali niskowęglowej magnetycznie miękkiej /1-1,3 [Oe] /.
2. Najkorzystniejszą temperaturą wyżarzania stali 10 jest zakres temperatur od 600 do 680°C. Wyżarzanie w wyższej temperaturze powoduje wzrost koercji, co jest zjawiskiem szkodliwym.
3. Wyżarzanie stali E04J w zakresie temperatury 600-800°C może wpływać korzystnie na wielkość momentu obrotowego dynamicznego resztkowego i czasu rozłączenia sprzęgła, co powinno być przedmiotem dalszych badań.

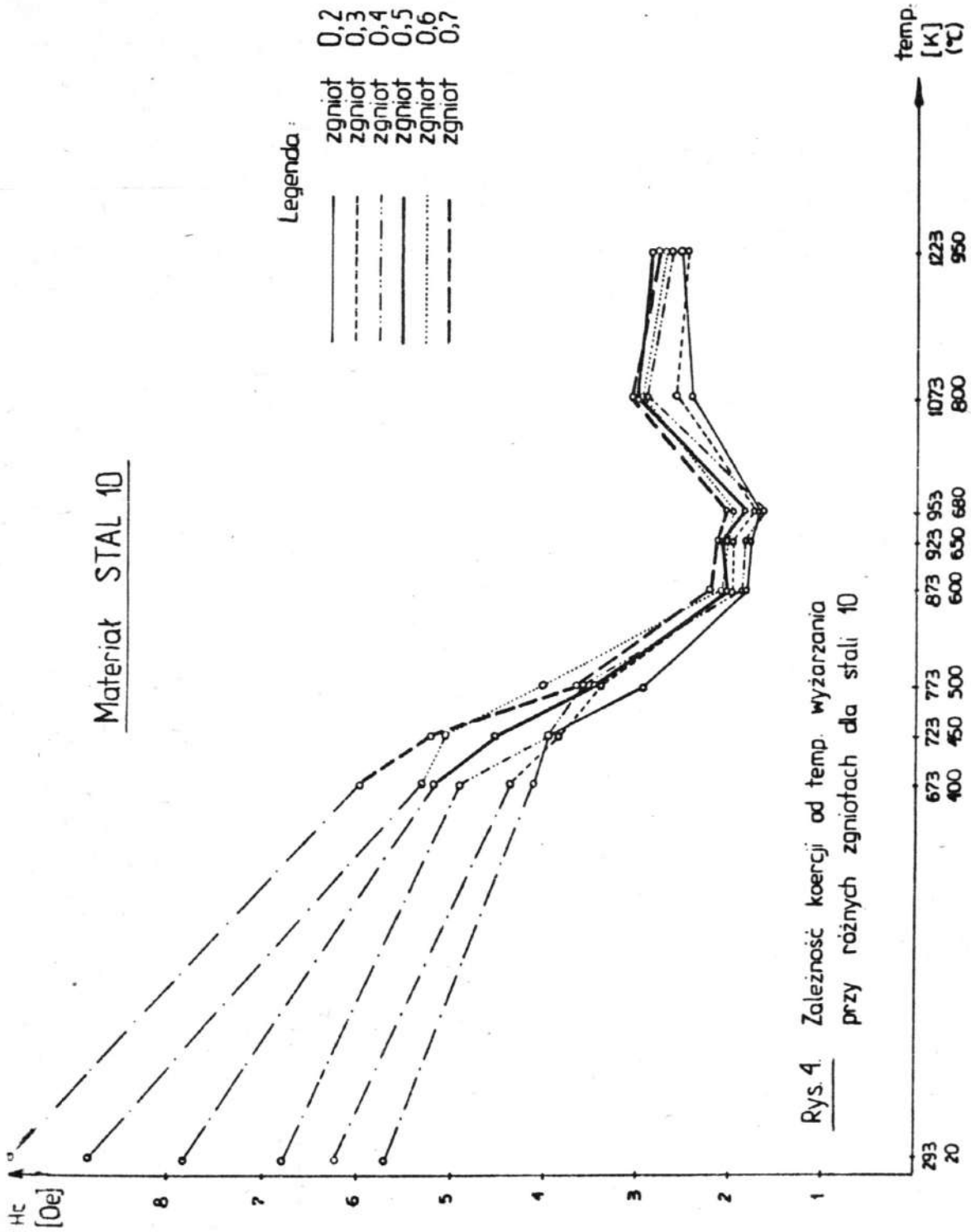
#### LITERATURA

- [1] Brailsford F., Materiały magnetyczne, Warszawa 1964
- [2] Praca zbiorowa, Charakterystyki stali, Stale i stopy magnetycznie miękkie, Katowice 1982
- [3] Prucell E.M., Elektryczność i magnetyzm, Warszawa 1974



Materiał E04J





Rys. 4. Zależność koercji od temp. wyżarzania przy różnych zgniotach dla stali 10