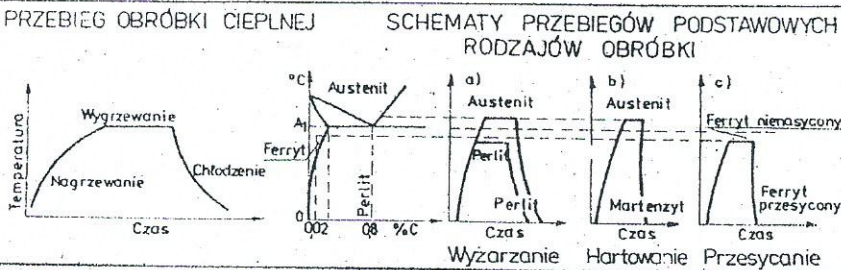
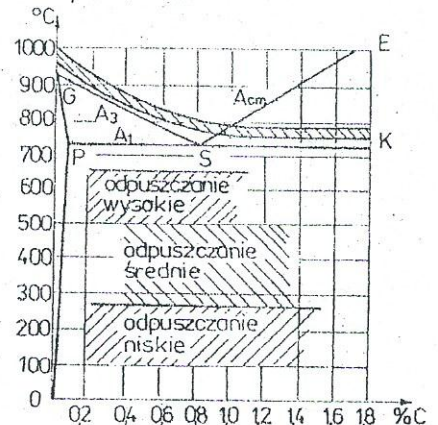


**Obróbka cieplna** – zbiorcza nazwa obróbek materiałów metalowych polegających na odpowiednim **nagrzewaniu, wygrzewaniu i chłodzeniu** do zadanych temperatur i z określoną szybkością, w celu zmiany własności stopu w stanie stałym. Celem stosowania operacji i zabiegów obróbki cieplnej jest np. zmiana własności mechanicznych i plastycznych poprzez zmianę struktury. Operacje te przeprowadza się również z zastosowaniem dodatkowych czynników np. obróbki **mechanicznej** lub **chemicznej**.

## PODSTAWY OBRÓBKİ CIEPLNEJ

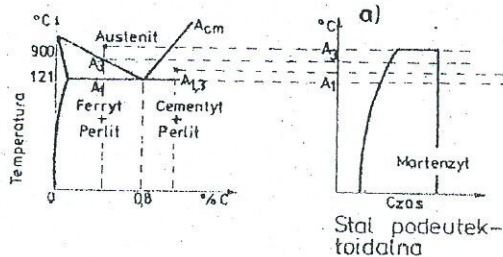


## ZAKRES TEMPERATUR HARTOWANIA I ODPUSZCZANIA STALI WĘGLOWEJ



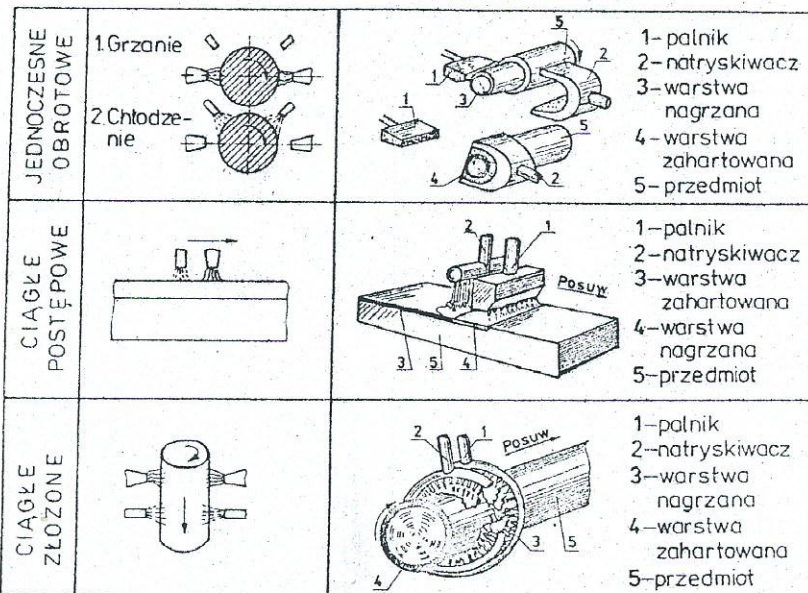
## HARTOWANIE STALI

### SCHEMAT HARTOWANIA STALI

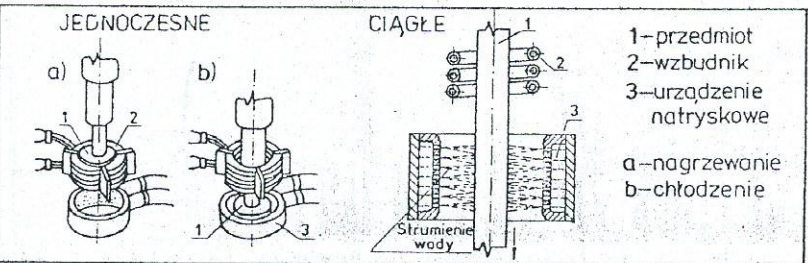


## HARTOWANIE POWIERZCHNIOWE

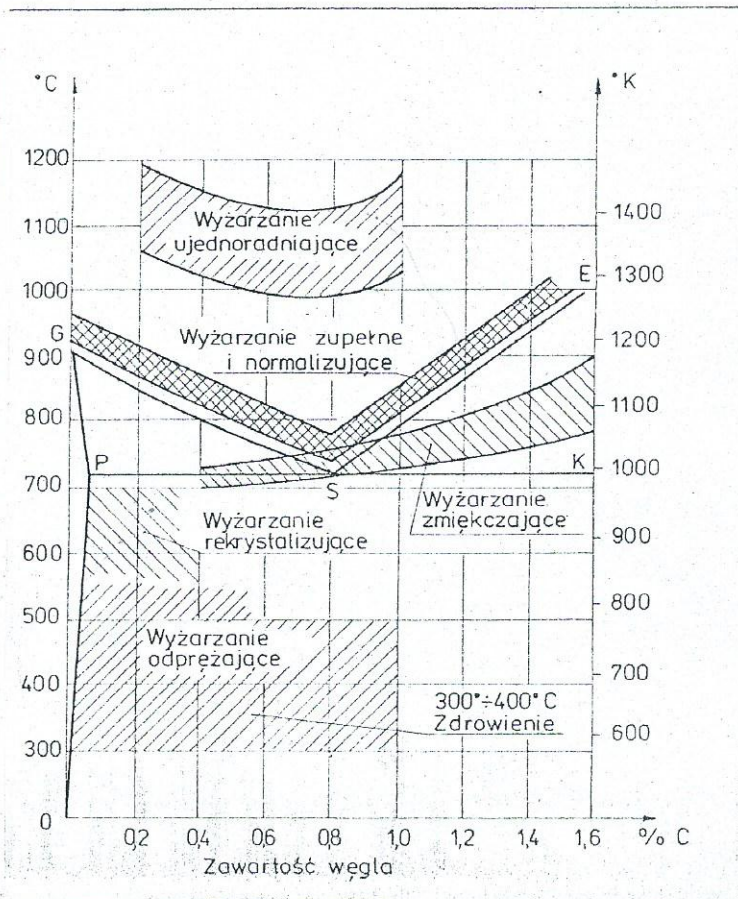
### HARTOWANIE PŁOMIENIOWE



### HARTOWANIE INDUKCYJNE



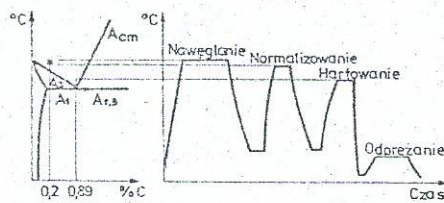
## WYŻARZANIE STALI



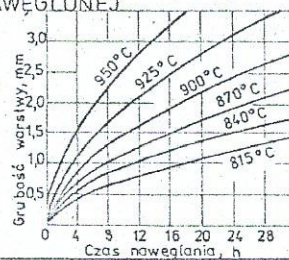


# OBROBKA CIEPLNO-CHEMICZNA STALI

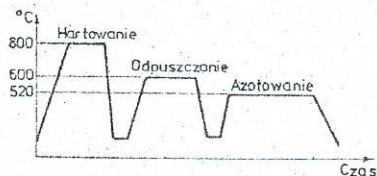
## SCHEMAT PROCESU NAWĘGLANIA



## WPLYW TEMPERATURY I CZASU NAWĘGLANIA NA GRUBOŚĆ WARSTWY NAWĘGLONEJ

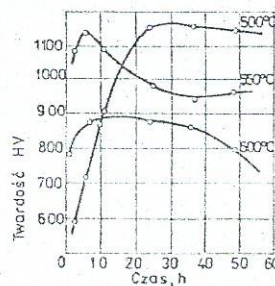
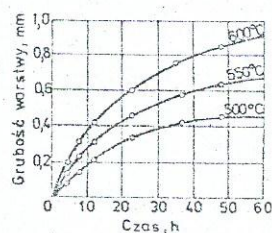


## SCHEMAT AZOTOWANIA



## WPLYW TEMPERATURY I CZASU AZOTOWANIA NA TWARDOŚĆ WARSTWY AZOTOWANEJ (GULAJEW)

## WPLYW TEMPERATURY I CZASU AZOTOWANIA NA GRUBOŚĆ WARSTWY AZOTOWANEJ (GULAJEW)



Proces	Rodzaj stali	Środek utwardzający	Sposób przeprowadzenia/Właściwości	Zastosowanie
Nawęglanie	Niestopowe i niskostopowe stale do nawęglania	Sproszkowany środek nawęglający, np. żółty żelazocyjanek potasowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nagrzać przedmiot do 880°C (kolor jasnoczerwony),</li> <li>• powierzchnię przeznaczoną do zahartowania posypać środkiem nawęglającym,</li> <li>• ponownie nagrzać do 880°C (kolor jasnoczerwony),</li> <li>• szybko schłodzić wodą do 20 °C.</li> </ul>	Łby śrub, nakrętki
Nawęglanie proszkowe		węgiel drzewny, koks, węgiel barowy	<b>Nawęglanie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedmiot umieścić w skrzynce, obłożyć środkiem nawęglającym i uszczelnić skrzynkę (gliną lub pastą),</li> <li>• wsad utrzymywać w temp. nawęglania 880 °C ... 980 °C (około 0,1 mm na godzinę),</li> <li>• przedmiot po wyjęciu ze skrzynki schładzać w powietrzu.</li> </ul> <b>Hartowanie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nagrzać przedmiot do temp. hartowania,</li> <li>• schłodzić w wodzie, oleju lub cieplej kąpieli,</li> <li>• odpuszczać przy 150 °C ... 200 °C</li> </ul>	Kołki, kliny, koła do przekładni, tuleje przesuwne, synchronizatory, sworznie tłokowe, wałki krzywkowe, sworznie zwrotnic, tarcze napędzające sprzęgieł
Nawęglanie w kąpieli solnej		sole cyjanu (cyjanki + chlorki)	<b>Nawęglanie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedmioty oczyścić i odtłuścić,</li> <li>• nawęglić przedmioty w kąpieli solnej, w temp. 880°C ... 950°C</li> <li>• głębokość nawęglania około 0,7 mm na godzinę,</li> <li>• schłodzić lub oziębnić w oleju albo wodzie.</li> </ul> <b>Hartowanie i odpuszczanie</b> jak w procesie nawęglania proszkowego	
Nawęglanie gazowe		tlenek węgla, acetylen, propan, gaz ziemny	<b>Nawęglanie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• czyste przedmioty nagrzać w piecu szybowym do temp. nawęglania,</li> <li>• wprowadzić do pieca nawęglający gaz,</li> <li>• głębokość nawęglania około 0,2 mm na godzinę,</li> <li>• schłodzić w gazie obojętnym lub oziębnić w cieplej kąpieli, w oleju albo wodzie.</li> </ul> <b>Hartowanie i odpuszczanie</b> jak w procesie nawęglania proszkowego.	
Nitronawęglanie (gazowe lub w kąpieli solnej)	Przeważnie stale do ulepszenia	amoniak + propan lub metan; sole cyjanowe	<b>Proces typu duplex</b> <b>Nawęglanie i doprowadzenie azotu</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyżarzać w temperaturze do około 700 °C</li> <li>• schłodzić lub oziębnić</li> </ul>	Przedmioty o dużej wytrzymałości rdzenia uzyskują twardą powierzchnię
Gazowe azotowanie	Niestopowe i stopowe stale; żeliwo; żelazo spiekane. Szczególnie nadająca się stalą do azotowania jest stal z dodatkami stopowymi Al i Cr.	amoniak	<b>Wprowadzenie azotu do warstwy przypowierzchniowej</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedmiot poddawany jest działaniu azotu (gazu) w piecu o temp. 500°C ... 530°C</li> <li>• warstwa przypowierzchniowa nasycą się azotem,</li> <li>• grubość warstwy naazotowanej około 0,1 mm po 8 godzinach (grubości 0,5 mm są najczęściej stosowane),</li> <li>• nie ma wypaczeń ani zendry</li> </ul>	Części, które w wysokich temperaturach muszą mieć dużą odporność na zużycie ścierne, takie jak: tuleje cylindrowe, sworznie tłokowe, koła zębate, wały korbowe, zawory wydechowe, wałki rozrządu
Azotowanie w kąpieli solnej			<b>Wprowadzenie azotu do warstwy przypowierzchniowej</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wstępnie nagrzać do około 400 °C</li> <li>• azotować w temp. 550 °C ... 580 °C</li> <li>• grubość warstwy naazotowanej około 0,1 mm po 2 godzinach,</li> <li>• przedmioty bez dodatków tworzących azotki zamiast utwardzenia powierzchni uzyskują większą wytrzymałość zmęczeniową i odporność na zużycie ścierne.</li> </ul>	