	<p style="text-align: center;">POLITECHNIKA LUBELSKA WYDZIAŁ MECHANICZNY KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ</p>	<p style="text-align: center;">Laboratorium Struktura i procesy strukturalne ĆWICZENIE Nr 1</p>
<p>Akceptował: Kierownik Katedry prof. dr hab. B. Surowska</p>		<p>Opracował: prof. dr hab. B. Surowska</p>

I. Temat ćwiczenia: **Badanie wpływu temperatury austenitizacji na wielkość ziarna w procesie wyżarzania**

II. Cel ćwiczenia: Porównanie skłonności do rozrostu ziarna stali drobno i gruboziarnistej

III. Ważniejsze pytania kontrolne:

1. Zasada doboru temperatury austenitizacji stali podeutektoidalnych i nadeutektoidalnych
2. Dodatki stopowe wpływające na drobnoziarnistość stali
3. Mechanizm hamowania rozrostu ziarna
4. Wpływ wielkości ziarna na właściwości stopów
5. Metody ujawniania wielkości ziarna pierwotnego austenitu

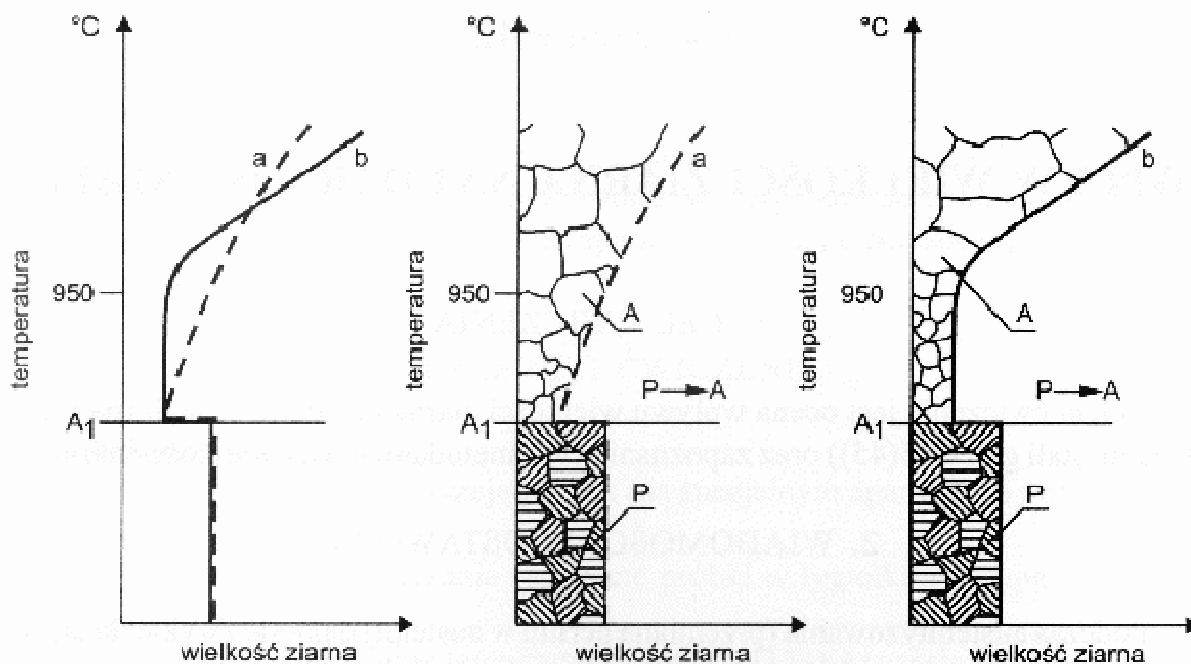
IV. Literatura:

1. Przybyłowicz K.: Metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2007.
2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2006.
3. Prowans S.: Struktura stopów, PWN, Warszawa 1991.
4. Adamczyk J.: Metaloznawstwo teoretyczne, cz.I . Struktura metali i stopów, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 1999.
5. Dobrzański L. A.: Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe. Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2006.

V. Wiadomości podstawowe:

Proces austenitizacji przeprowadza się w celu uzyskania jednorodnego austenitu, jako struktury wyjściowej do przemian zachodzących podczas chłodzenia stali.

Wraz ze wzrostem temperatury i czasu austenitizacji rośnie jednorodność austenitu ale równocześnie następuje stopniowy rozrost ziaren, gdyż jest to proces zachodzący samorzutnie, wynikający z dążenia układu do obniżania energii swobodnej. W stalach średnio- i wysoko węglowych oraz niektórych wysokostopowych obserwuje się ciągły, zbliżony do liniowego wzrost wielkości ziarna wraz ze wzrostem temperatury. Stale o takiej charakterystyce nazywane są gruboziarnistymi (rys.1, krzywa a).



Rys.1. Wpływ temperatury austenitizacji na rozrost ziarna w stalach: a – gruboziarnistych, b – drobnoziarnistych

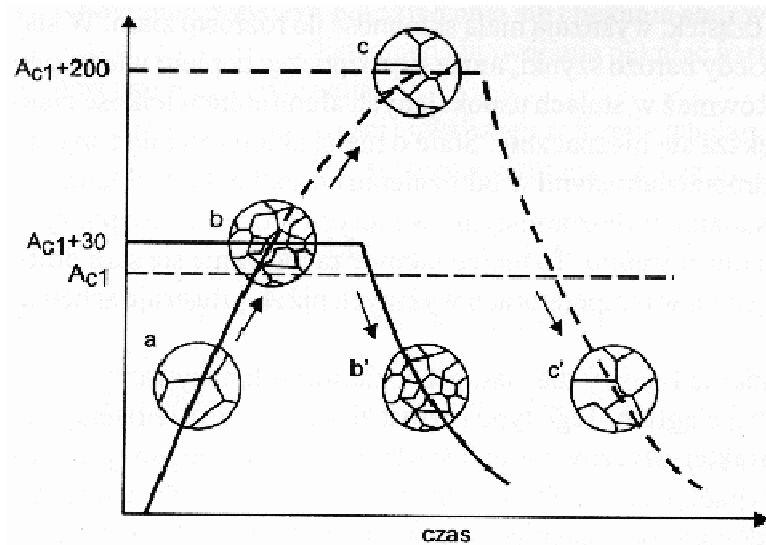
Pierwiastki będące dodatkami stopowymi na ogół obniżają skłonność austenitu do rozrostu ziarna. Zmniejszają szybkość dyfuzji i segregują na granicach ziaren, hamując migrację granic. Bardzo często tworzą węgliki lub inne fazy trudno rozpuszczalne w austenicie, stanowiące barierę rozrostu ziaren (np. Cr, Mo, W, V, Ti, Al). Stale tego typu, o małej skłonności do rozrostu ziaren nazywane są drobnoziarnistymi. W stalach drobnoziarnistych szybki rozrost ziarna zachodzi w temperaturze przekraczającej na ogół 950°C (1223 K) (rys.1, krzywa b).

Pierwiastki nietworzące węglików w stalach (Ni, Co, Si) mają niewielki wpływ na wielkość ziarna austenitu.

Mangan i bor zwiększają skłonność do rozrostu ziarna austenitu, co powoduje wrażliwość na przegrzanie stali manganowych (jako środek zapobiegawczy wprowadza się mikrodotatki pierwiastków węglilotwórczych, np. wanadu).

Wielkość ziarna austenitu pierwotnego, powstającego w strukturze w czasie wygrzewania, decyduje o wielkości ziarna po etapie chłodzenia (rys.2).

Przy prawidłowo dobranej temperaturze austenitizacji rzeczywiste ziarno otrzymane w wyniku chłodzenia dla stali drobno- i gruboziarnistych może być takie samo. Różnice w wielkości ziarna wystąpią przede wszystkim w wyniku przegrzania. O tym, czy nastąpiło przegrzanie i jaka była wielkość ziaren pierwotnego austenitu nie świadczy więc wielkość ziarna widoczna po ochłodzeniu.



Rys. 2. Zmiana wielkości ziarna w stali eutektoidalnej podczas nagrzewania i chłodzenia

Określenie wielkości ziarna pierwotnego austenitu możliwe jest po zastosowaniu jednej z metod ujawniania ziarna pierwotnego austenitu. Najczęściej stosowane są następujące metody:

- Metoda nawęglania
- Metoda utleniania
- Metoda siatki ferrytu lub cementytu
- Metoda siatki perlitu
- Metoda trawienia

Wielkość ziarna ocenia się zgodnie z normą PN-EN ISO 634:2005.

VI. Przebieg ćwiczenia:

1. Materiały i urządzenia do badań

- 1.1. Próbkki stali niestopowej gruboziarnistej i stopowej drobnoziarnistej
- 1.2. Piece elektryczne komorowe LAC - PK 10 oraz LH 10
- 1.3. Rękawice hartownicze, kleszcze kowalskie, fartuch ochronny
- 1.4. Karty materiałowe
- 1.5. Mikroskop optyczny z oprogramowaniem do analizy ilościowej obrazu ImagePro Plus lub Nis Elements
- 1.6. Odczynniki do trawienia

2. Przebieg badań

Przed rozpoczęciem ćwiczenia student obowiązkowo **zapoznaje się z zaleceniami instrukcji BHP**. Prowadzący zajęcia sprawdza opanowanie wiadomości podanych w instrukcji BHP i znajomość problematyki badawczej. Po dopuszczeniu do wykonania ćwiczenia należy wykonać następujące czynności:

- 2.1. Pobrać od prowadzącego zajęcia próbki do badań (stal drobno- i gruboziarnista)
- 2.2. Przeprowadzić obróbkę cieplną dobierając: prawidłową temperaturę austenitzacji z kart materiałowych oraz dwie temperatury wyższe. Najwyższa temperatura wyżarzania powinna przekroczyć 950⁰C.
- 2.4. Wykonać zglądy metalograficzne i trawienie na ujawnienie ziarna pierwotnego austenitu
- 2.5. Wykonać pomiar wielkości ziarna stosując mikroskop i program do analizy obrazu

3. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie z przeprowadzonych badań powinno zawierać:

- 3.1. Cel badań, przedmiot badań, spis literatury
- 3.2. Sposób przygotowania próbek
- 3.3. Uzasadnienie doboru temperatury oraz czasu wygrzewania
- 3.4. Krótki opis przebiegu ćwiczenia
- 3.5. Dokumentację fotograficzną otrzymanych struktur
- 3.5. Tabelaryczne zestawienie wyników pomiarów wielkości ziarna
- 3.6. Wnioski odnośnie wpływu parametrów obróbki cieplnej na strukturę i własności mechaniczne stali

4. Materiały uzupełniające

- 4.1. Normy dotyczące odczynników do ujawniania mikrostruktury stali oraz określania wielkości ziarna
- 4.2. Instrukcja obsługi oprogramowania ImagePro Plus
- 4.3. Instrukcja obsługi oprogramowania Nis Elements
- 4.4. Wzór protokołu z ćwiczeń