 <p style="text-align: center;"><b>POLITECHNIKA LUBELSKA</b>  <b>WYDZIAŁ MECHANICZNY</b>  <b>KATEDRA INŻYNIERII</b>  <b>MATERIAŁOWEJ</b></p>	<p><b>Laboratorium</b>  <b>Materiały Metaliczne II</b>  <b>ĆWICZENIE Nr 2/N</b></p>
<p>Akceptował:  Kierownik Katedry  prof. dr hab. inż. A. Weroński</p>	<p>Opracowali:  dr Hanna de Sas Stupnicka  dr inż. Sławomir Szewczyk</p>

I. Temat ćwiczenia: **Struktury i właściwości stopów aluminium.**

II. Cel ćwiczenia: Przeprowadzenie identyfikacji struktury aluminium i jego stopów na podstawie obserwacji mikroskopowych. Poszukiwanie związków między budową strukturalną a właściwościami stopów.

III. Ważniejsze pytania kontrolne:

1. Klasyfikacja i sposób oznaczania aluminium i jego stopów.
2. Aluminium, struktura, właściwości, zastosowania.
3. Wpływ pierwiastków stopowych na właściwości aluminium.
4. Stopy aluminium: główne składniki stopowe, struktura, właściwości, zastosowania.
5. Stopy aluminium do obróbki plastycznej nieutwardzane wydzieleniowo: hydronalium, aluman - skład, budowa strukturalna, właściwości, zastosowania.
6. Stopy aluminium do obróbki plastycznej utwardzane wydzieleniowo: durale miedziowe, cynkowe, manganowe - skład, budowa strukturalna, właściwości, zastosowania.
7. Utwardzanie wydzieleniowe, powstawanie stref GP.
8. Stopy aluminium odlewnicze: siluminy - skład, budowa strukturalna, właściwości, zastosowania.
9. Stopy aluminium z litem: budowa strukturalna, właściwości, zastosowania.

IV. Literatura:

1. Przybyłowicz K.: Metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2003.
2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2006.
3. Praca zbiorowa pod red. A. Werońskiego: Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii materiałowej. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002.
4. Dobrzański L. A.: Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe. Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2006.
5. Sękowski K., Piaskowski J.: Atlas struktur znormalizowanych stopów odlewniczych. Wyd. Instytutu Odlewnictwa w Krakowie, Kraków 1990.

## V. Przebieg ćwiczenia:

### 1. Materiały i urządzenia do badań

- 1.1. Komplet zgładów metalograficznych stopów aluminium
- 1.2. Mikroskop metalograficzny
- 1.3. Atlas struktur
- 1.4. Instrukcja obsługi mikroskopu.

### 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. Włączyć oświetlenie mikroskopu i sprawdzić jego działanie. Dobrać odpowiednie powiększenia
- 2.2. Dokonać przeglądu struktur wszystkich zgładów metalograficznych znajdujących się w komplecie i przeprowadzić ich identyfikację na podstawie atlasu struktur
- 2.3. Scharakteryzować budowę strukturalną i właściwości stopów aluminium stosowanych w przemyśle lotniczym
- 2.4. Zamieścić w sprawozdaniu mikrostruktury stopów wskazane przez prowadzącego zajęcia.

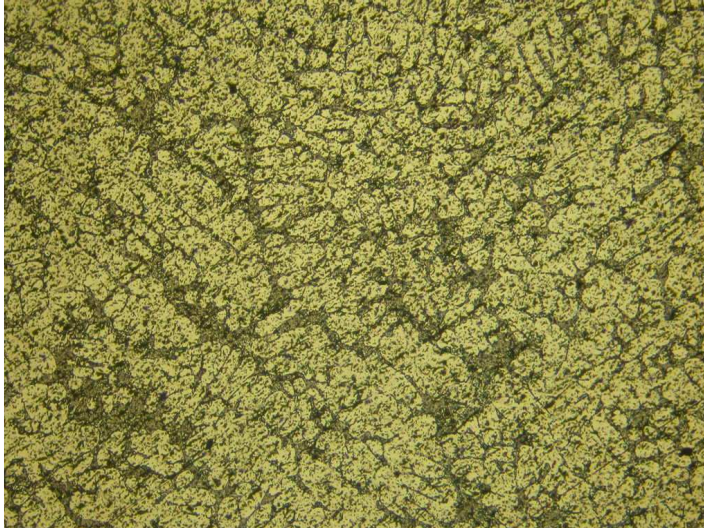
### 3. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie z przeprowadzonych badań powinno zawierać:

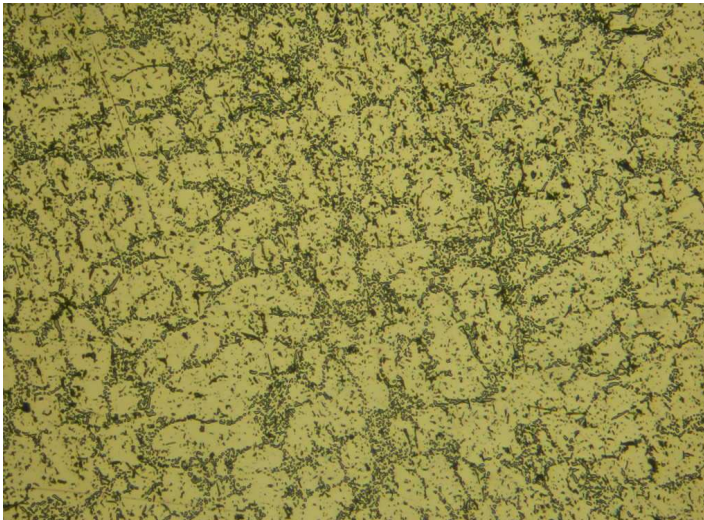
- 3.1. Cel badań, przedmiot badań, spis literatury
- 3.2. Sposób przygotowania próbek
- 3.3. Odczynniki do trawienia
- 3.4. Typ mikroskopu metalograficznego, rodzaj oświetlenia
- 3.5. Dobór powiększeń, powiększenie użyteczne
- 3.6. Rysunki obserwowanych mikrostruktur i ich opis
- 3.7. Wnioski dotyczące związków między budową strukturalną a właściwościami stopów aluminium z krzemem.

### 4. Materiały uzupełniające

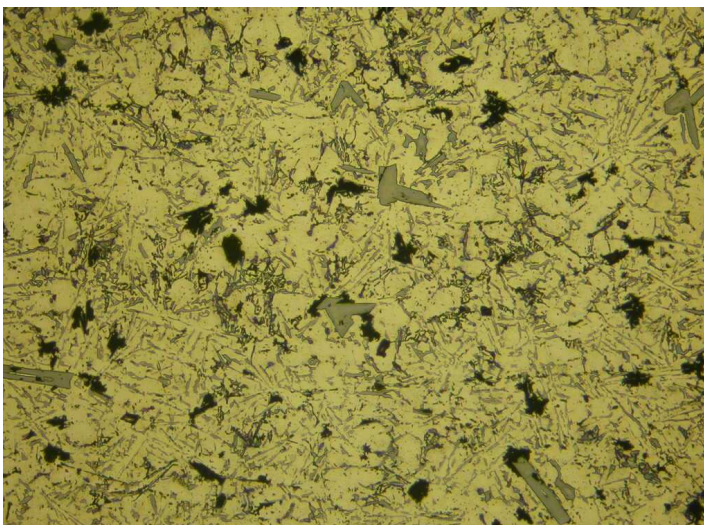
- 4.1. Atlas mikrostruktur stopów aluminium (rys. 2.1÷2.10)
- 4.2. Wzór protokołu badań mikroskopowych.



Rys. 2.1.  
Struktura stopu aluminium  
AK7, znak AlSi7Mg. Pomie-  
dzy dendrytami roztworu  $\alpha$   
(roztwór stały Si w Al) wy-  
stępują drobnoziarniste wy-  
dzielenia eutektyki  $\alpha + \beta$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 50x

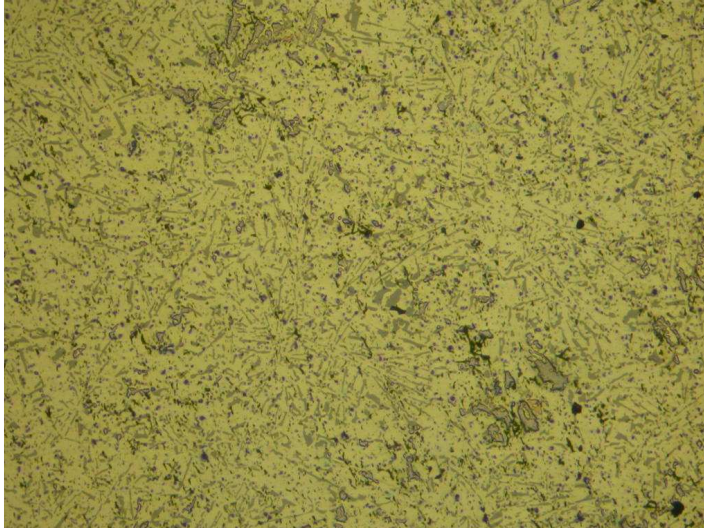


Rys. 2.2  
Struktura stopu aluminium  
AK7, znak AlSi7Mg, po ob-  
róbce cieplnej: przesycanie  
540<sup>0</sup>C, 12h, sztuczne starze-  
nie 200<sup>0</sup> C, 10h. Widoczna  
drobnoziarnista eutektyka  
 $\alpha + \beta$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 50x

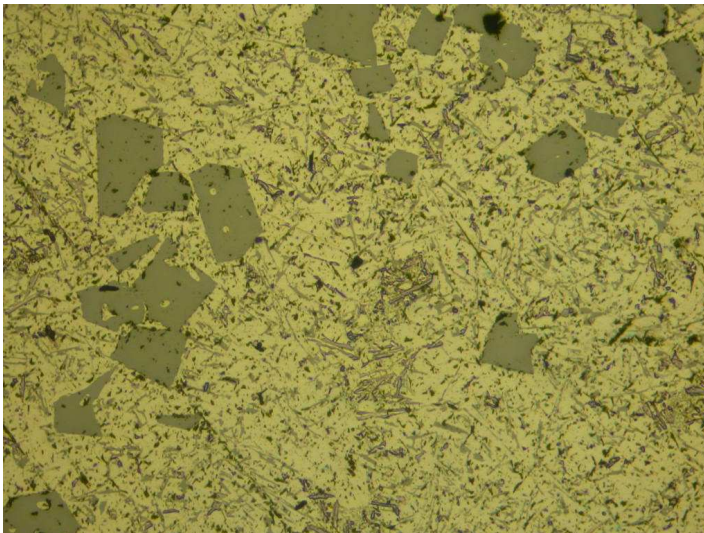


Rys. 2.3.  
Stop aluminium AK12, znak  
AlSi12Cu1Ni1Mg. Na tle  
roztworu stałego  $\alpha$  (Si w Al)  
występuje gruboziarnista,  
iglasta eutektyka  $\alpha + \beta$ , oraz  
nieliczne wydzielania krzemu  
pierwotnego.  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 50x

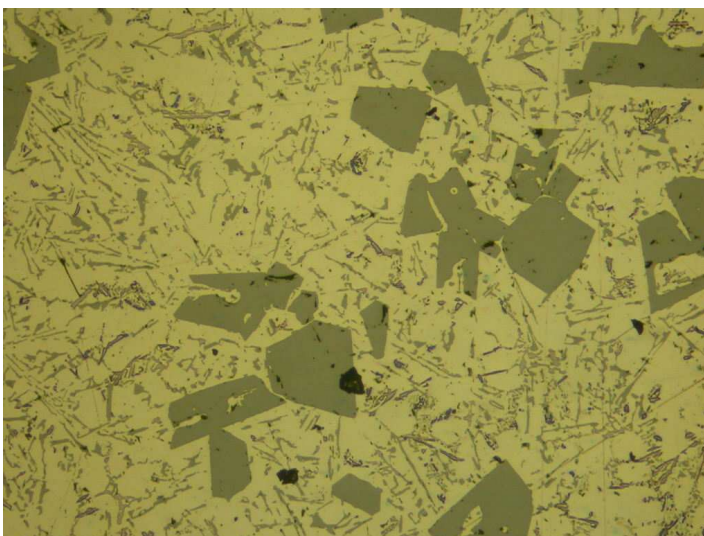




Rys. 2.4.  
Stop aluminium AK12, znak  
AlSi12Cu1Ni1Mg, po obróbk-  
ce cieplnej: przesycaniu  
515<sup>0</sup>C, 6h i starzeniu 170<sup>0</sup>C,  
16h. Sferoidyzacji uległa eu-  
tektyka i wydzielienia krzemu  
pierwotnego.  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 50x

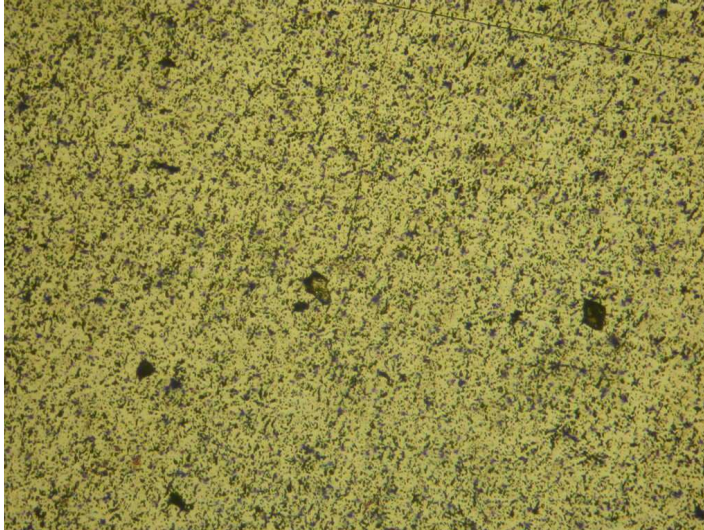


Rys. 2.5.  
Struktura stopu aluminium  
AK20, znak AlSi21CuNi.  
Na tle eutektyki  $\alpha + \beta$  i roz-  
tworu stałego  $\alpha$ , występują  
charakterystyczne gruboziar-  
niste wydzielienia krzemu  
pierwotnego.  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 63x

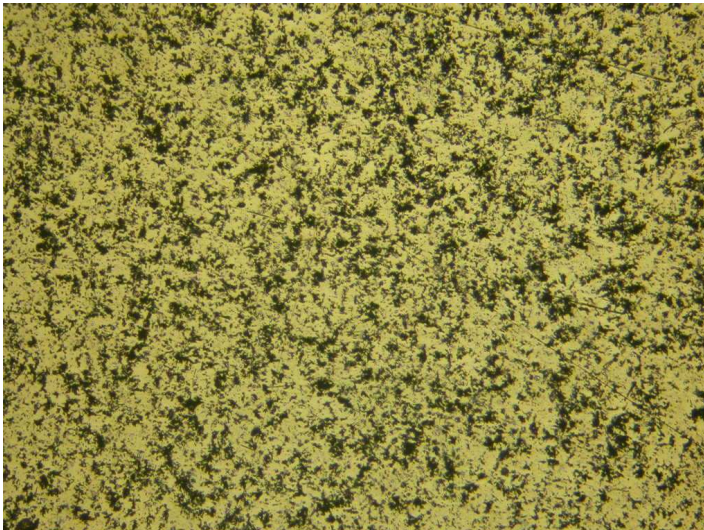


Rys. 2.6.  
Struktura stopu aluminium  
AK20, znak AlSi21CuNi,  
po obróbkcie cieplnej: przesyc-  
caniu 510<sup>0</sup>C, 3,5h i starzeniu  
240<sup>0</sup>C, 5h. Sferoidyzacji ule-  
gła eutektyka  $\alpha + \beta$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 63x





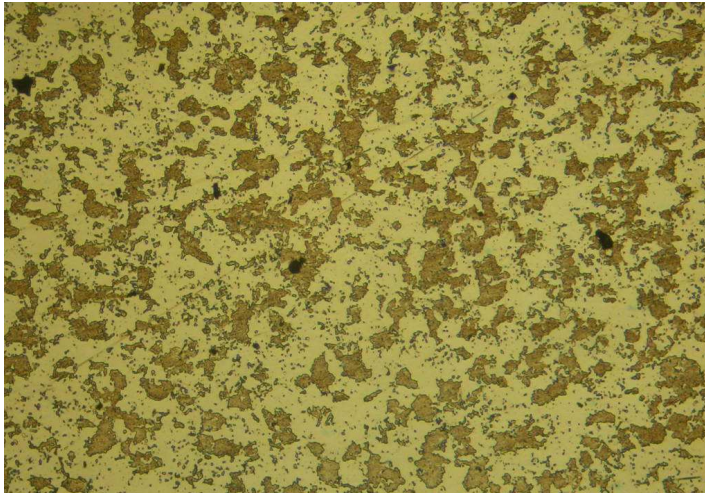
Rys. 2.7.  
Struktura stopu aluminium PA2 (hydronalium), znak AlMg2, w stanie wyżarzonym. Wydzielenia fazy międzymetalicznej  $Al_3Mg_2$  w roztworze stałym  $\alpha$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 63x



Rys. 2.8.  
Struktura stopu aluminium PA6, znak AlCu4MgSi, po utwardzaniu wydzieleniowym. Widoczne wydzielenia faz międzymetalicznych  $Al_2Cu$  i  $Mg_2Si$  oraz drobne wydzielenia  $Al_6Mn$  i  $Al_3Mg_2$  w roztworze stałym  $\alpha$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 50x



Rys. 2.9.  
Struktura stopu aluminium PA31, znak AlCu2SiMgMn. Wydzielenia faz  $Al_2Cu$ ,  $Mg_2Si$ ,  $Al_6Mn$  w roztworze stałym  $\alpha$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 63x



Rys. 2.10.  
Struktura stopu aluminium  
PA33, znak AlCu4SiMg.  
Duże kryształy roztworu sta-  
łego bogatego w Al, oraz  
ciemne wydzielania faz międ-  
zymetalicznych  $\text{Al}_2\text{Cu}$ ,  
 $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{Al}_2\text{CuMg}$ .  
Trawiono 1% roztworem HF.  
Pow. 63x