



### МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА АЛУМИНИЕВ БРОНЗ

#### MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINUM BRONZE

#### МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛУМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ

Марина Манилова, Константин Костов, Маргарита Илиева, Георги Стефанов  
ИМСТЦХ “Акад. А. Балевски”- БАН, Шипченски проход 67, България, София

**Abstract:** This report presents the results of a study of mechanical properties of aluminum bronze with a composition Cu-11% Al-4% Fe- 4% Ni as strength  $R_m$ , A5 plasticity of hot and cold and hardness HB in Brinell. Utilizing are two methods for enhancing mechanical characteristics of the brass which lead to different grain refining coarse casting structure. The first is based on dynamic recrystallization, and the second based on discontinuous recrystallization using two heat transfer media, air and molten sol. Received results show a higher tensile brass that of ductile iron and steel, non-thermal treatment. Hot plasticity exceed 100%.

**KEYWORDS:** MECHANICAL PROPERTIES, TENSILE, DUCTILITY, HARDNESS, ALUMINUM BRONZE, CAST IRON, STRUCTURE

#### 1. Увод

Алуминиевите бронзи притежават ценни механични и технологични свойства и това е причина за тяхното голямо приложение [1, 2]. В зависимост от предназначението си се използват както прости така и сложни алуминиеви бронзи. Последните в някои случаи могат да превъзхождат по якост чугуните и някои стомани, които не могат да бъдат термично третирани с цел повишаване на техните качества.

Основна задача в представената работа е да се изследват някои механични свойства на алуминиев бронз и да се сравнят якостните показатели с тези на чугуни и стомани, които са термично резистентни.

#### 2. Материал и методики

Изследванията са проведени върху материал със състав Cu - 11% Al - 4% Fe - 4% Ni. След гравитационно отливане в стоманени кокили, отливките са механично почистени за отстраняване на окисни покрития и всмукнатини. Използвани са два режима за обработване на сплавта.

- При режим 1 - сплавта е хомогенизирана 6 часа при 800°C, след което е пластично деформирана при същата температура със степен на деформация  $\epsilon = 85\%$ . От получения материал са изработени пробни тела с размер 4X6X30 mm. Пробните тела са отгрявани при 700°C и време на задържане  $\tau = 5; 10; 15$  и 20 min. Пластичната деформация е проведена при 650; 700 и 750°C и скорости на деформация  $\dot{\epsilon} = 1.10^{-4}; 5.10^{-4}$  и  $1.10^{-3}s^{-1}$  на специализирана установка за изпитване на високопластични материали, а останалите механични изпитвания са осъществени на стандартна машина за опън ZD 10/90/WPN.

- При режим 2 – след хомогенизация 6 часа при 800°C материала е охладен във вода, подложен е на нагряване при 580°C и задържане 2 часа, след което е деформиран със степен на деформация 88% при 340°C. Пластично деформиран метал е нагрят след това до 800°C във въздушна среда при режим 2а) и в разтопена сол при режим 2б) за 20 min, след което е охладен във вода. Закалената сплав след това е нагрята до 190°C за един

час. Използвана е стандартна апаратура за определяне твърдостта по Бринел.

Използвана е класическата методика при определяне на максималната пластичност след разрушаване  $\delta$  на материала по зависимостта:

$$\delta = (\ell_2 - \ell_1) / \ell_1 \cdot 100\%$$

където  $\ell_2$  е максималното линейно удължение след разрушаване,  $\ell_1$  - изходен размер на пробното тяло.

#### 3. Резултати и анализ

В таблица 1 и фигури 1÷4 са представени механични показатели на сплавта при режим 1. В зависимост от времето на задържане  $\tau$  пробните тела показваха различни стойности на якост, пластичност и твърдост, като данните за пластичността  $A_5\%$  се отнасят за изпитвания на студено/горещо. С увеличаване времето на задържане от 5 до 20 min якостта на студено  $R_m$  нараства от 575 до 863 MPa - Фиг. 1.

Таблица 1. Механични показатели на алуминиев бронз при режим 1

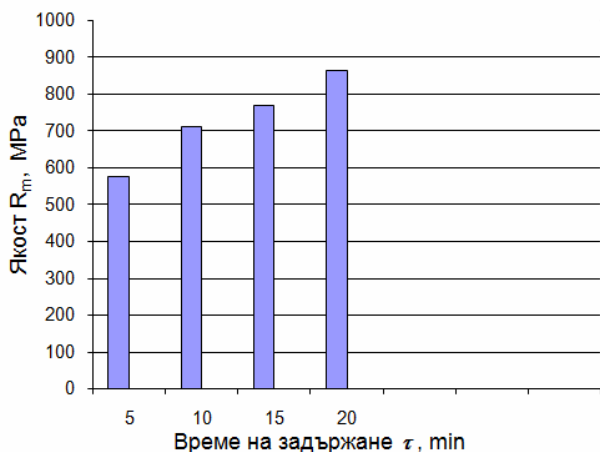
$\tau, \text{min}$	$R_m, \text{MPa}$	$A_5, \%$	HB/2,5/62,5/30
5	575	15/215	165
10	712	6/314	174
15	768	5/384	185
20	863	4/402	201

Пластичността на студено  $A_5$  намалява Фиг. 2, а твърдостта HB нараства - Фиг. 4 от 165 до 201. Пластичността на горещо - Фиг. 3 с увеличаване времето на задържане от 5 до 20 минути на пробните тела в пещта нараства от 215 до 402% за разлика от тази на студено, която се понижава от 15% при задържане 5 минути до 4% при задържане 20 минути (Фиг. 2).

По-високата якост и твърдост на студено и по-високата пластичност на горещо при задържане 20 min най-вероятно е



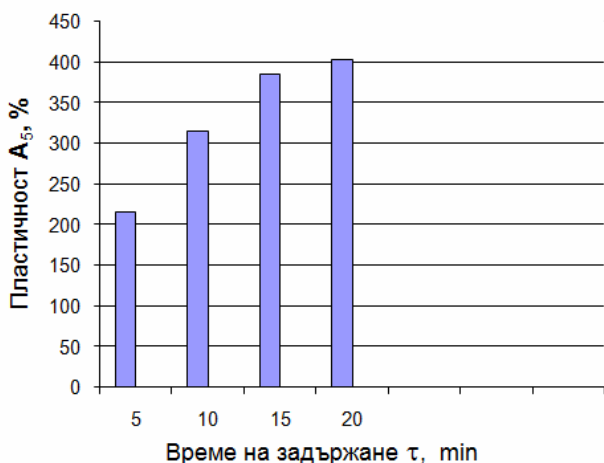
свързана със завършване на процесите на рекристализация, които при динамични условия не са протекли докрай [3].



Фиг. 1. Якост на материала  $R_m$  във функция от времето на задържане  $\tau$  при режим 1

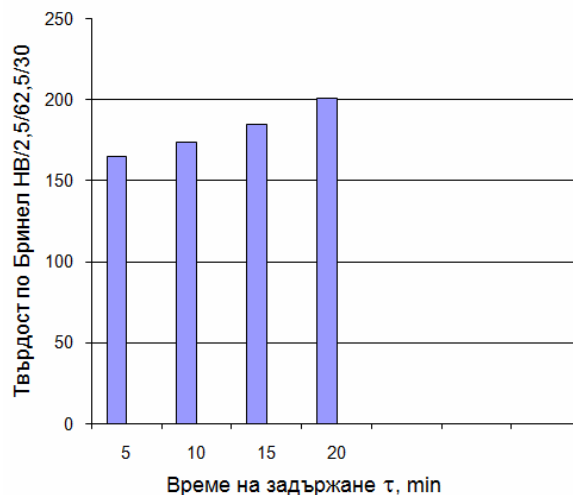


Фиг. 2. Пластичност на материала  $A_5$  при изпитване на студено във функция от времето на задържане  $\tau$  при режим 1



Фиг. 3. Пластичност на материала  $A_5$  при изпитване на горещо във функция от времето на задържане  $\tau$  при режим 1

Резултатите от механичните показатели при режим 2 са по-високи от тези при режим 1 (Табл. 2). Данните с индекс \* се отнасят за режим на рекристализация с висока скорост на нагряване при 800°C в разтопена сол.



Фиг. 4. Твърдост по Бринел HB на материала във функция от времето на задържане  $\tau$  при режим 1

Таблица 2. Механични показатели на алуминиев бронз при режим 2

$R_m$ , MPa	$A_5$ , %	HB/2,5/62,5/30
1145	3/448	224
1208*	2/491*	239*

Тенденциите показани за режим 2 са продължение на тези, наблюдавани при режим 1. По-високите механични показатели на сплавта при режим 1 и режим 2 спрямо конвенционалните нехомогенни едрозърнести структури следва да се търси в тяхната фино зърнеста, хомогенна и равноосна зърнена структура. При режим 2 материалът е със среден размер на зърната 5 микрометър, а при режим 1 съответно 10 микрометър. Пластичността в табл. 2 подобно на табл. 1 е представена във вариант изпитване на студено/горещо.

При сравняване на якостта  $R_m$  на алуминиевия бронз по режим 1 и режим 2 с тази на стомани (Табл. 3) и чугуни (Табл. 4) е видно, че бронза е с по-добри показатели. Допълнително предимство на бронза е и неговата корозионна устойчивост.

Таблица 3. Механични показатели на стомани, които не се термообработват [1]

Марка	Ст 0	Ст 1	Ст 2	Ст 3	Ст 4
$R_m$ , MPa	320	320-400	340-420	380-470	420-470

Таблица 4. Механична якост на високояки чугуни [1]

Марка	ВЧ45-0	ВЧ50-1,5	ВЧ60-2	ВЧ45-5	ВЧ40-10
$R_m$ , MPa	450	500	600	450	400

#### 4. Заключение

Доказана е възможността за подобряване на механичните показатели на алуминиев бронз след издребняване на неговата структура. Получената механична якост е по-висока от тази на чугуни и стомани, които са термично резистентни. Използвани са два режима за третиране на сплавта, които показват водещата роля на структурния фактор върху якост, пластичност на горещо и твърдост.

#### 5. Литература

1. Гуляев А. П., Металловедение, М., Металлургия, 1977
2. Лахтин Ю. М., Леотъевая В. П., Материаловедение, М., Машиностроение, 1980
3. M. Kawasaki, C. Xu, T. G., Langdon-Acta Mater., v. 53, 2005, p. 5353-5364