Bronze - Aliatge coure estany metall - Cromat

Autor:
Data de publicació: 14-08-2022

El Bronze és un aliatge de coure i estany en el qual el primer constitueix la seva base i el segon apareix en una proporció del 3 al 20%. Pot incloure altres metalls.
Els aliatges constituïts per coure i zinc es denominen pròpiament llautó; no obstant això, atès que en l'actualitat el coure se sol barrejar amb l'estany i zinc alhora, en el llenguatge no especialitzat la diferència entre bronze i llautó és bastant imprecisa. Ni els bronzes moderns ni els antics contenen només aquests dos metalls.

El Bronze és un aliatge de coure i estany en el qual el primer constitueix la seva base i el segon apareix en una proporció del 3 al 20%. Pot incloure altres metalls.

Els aliatges constituïts per coure i zinc es denominen pròpiament llautó; no obstant això, atès que en l'actualitat el coure se sol barrejar amb l'estany i zinc alhora, en el llenguatge no especialitzat la diferència entre bronze i llautó és bastant imprecisa. Ni els bronzes moderns ni els antics contenen només aquests dos metalls.

El bronze es coneix des de l'antiguitat. Els grecs i els romans van afegir zinc, plom i argent als aliatges de bronze per utilitzar-los en eines, armes, monedes i objectes d'art.

El zinc, el plom i altres metalls es troben ocasionalment en el bronze que actualment es fabrica. Les propietats del bronze varien segons els seus components. Així, quan conté almenys un 10% d'estany, l'aliatge és dur i té un punt de fusió baix. Els noms de les varietats del bronze provenen dels components addicionals, com per exemple, el bronze d'alumini, el bronze de manganès, i el bronze de fòsfor. El bronze modern s'utilitza en la foneria artística i en la fabricació d'instruments musicals.

El bronze va ser el primer aliatge d'importància obtingut per l'home. Es més resistent i dur que qualsevol altre aliatge comú, excepte l'acer, al qual supera en resistència a la corrosió i facilitat de lubricació. Per aquest motiu, va suposar un important avenç tecnològic que donà nom a l'edat del bronze. Durant mil·lennis va ser l'aliatge bàsic per a la fabricació d'armes i estris, i orfebres de totes les èpoques l'han utilitzat en joieria, medalles i escultura. Les monedes encunyades amb aliatges de bronze van tenir un protagonisme rellevant en el comerç. També es va utilitzar per a armes.

Cal destacar entre les seves aplicacions actuals el seu ús en parts mecàniques resistents al fregament i a la corrosió, en instruments musicals de bona qualitat com campanes, gongs, platerets d' acompanyament, saxòfons, i en la fabricació de cordes d'arpes, guitarres i pianos

Etimologia
El terme «bronze» deriva probablement del persa berenj («llautó»). Altres versions el relacionen amb el llatí aes brundisium («mineral de Brindisi») per l'antic port de Brundisium. Es creu que l'aliatge era enviat per mar a aquest port, i des d'allà es distribuïa a tot l'Imperi romà.1?

Història

Pendent-ganivet de l'Edat de bronze provinent d'Ucraïna

La introducció del bronze va resultar significativa en qualsevol civilització que el va trobar, constituint l' aliatge més innovador en la història tecnològica de la humanitat. Eines, armes, i diversos materials de construcció com mosaics i plaques decoratives van aconseguir més duresa i durabilitat que els seus predecessors en pedra o coure calcopirític. [cita requerida]

La tècnica consistia a barrejar el mineral de coure —en general calcopirita o malaquita— amb el d'estany (casiterita) en un forn alimentat amb carbó vegetal. El carboni del carbó vegetal reduïa els minerals a coure i estany que es fonien i aleaven amb el 5 al 10% en pes d'estany. El coneixement metal·lúrgic de la fabricació de bronze va donar origen en les diferents civilitzacions a l'anomenada Edat de Bronze. [cita requerida]

Inicialment les impureses naturals d' arsènic permetien obtenir un aliatge natural superior, denominada bronze arsenical. Aquesta aliatge, amb no menys del 2% d'arsènic, s'utilitzava durant l'Edat de Bronze per a la fabricació d'armes i eines, tenint en compte que l'altre component, l'estany, no era freqüent en moltes regions, i havia de ser importat de paratges llunyans.

Placa de bronze polida

La presència d'arsènic fa a aquesta aliatge altament tòxica, ja que produeix —entre altres efectes patològics— atròfia muscular i pèrdua de reflexos.

Estàtua en coure del faraó Pepy I. Segle XXIII a. C.

Els aliatges basats en estany més antics que es coneixen daten del quart mil·lenni a. C. a Susa (actual Iran) i altres llocs arqueològics a Luristan i Mesopotàmia.

Tot i que el coure i l'estany poden allunyar-se amb facilitat, rarament es troben mines mixtes, si bé hi ha algunes poques excepcions en antics jaciments a l'Iran i Tailàndia. El forjat regular del bronze va involucrar des de sempre el comerç de l'estany. De fet, alguns arqueòlegs sospiten que un dels disparadors de l'Edat del ferro, amb el subseqüent i progressiu reemplaçament del bronze en les aplicacions més importants, es va deure a alguna interrupció seriosa en el comerç d'aquest mineral al voltant de 1200 a. C., en coincidència amb les grans migracions del Mediterrani. La principal font d'estany a Europa va ser Gran Bretanya, que posseeix dipòsits d'importància a Cornualles. Se sap que ja els fenicis van arribar fins a les seves costes amb mercaderies del Mediterrani per intercanviar-les per estany. [cita requerida]

A l'Antic Egipte la majoria dels elements metàl·lics que s'elaboraven consistien en aliatges de coure amb arsènic, estany, or i plata. En tombes de l'Imperi Nou, o al temple de Karnak, es troben sotarelleus mostrant una fosa datada al segle xv a. C. [cita requerida]

En el cas de la Grècia clàssica, coneguda per la seva tradició escultòrica en marbre, se sap que van desenvolupar igualment tècniques de fosa de bronze avançades,2com ho proven els bronzes de Riace, originats al segle v a. C. [cita requerida]

Bronzes de la Dinastia chola (Índia), aprox. del segle X

A Índia, la plenitud artística de la Dinastia chola va produir escultures notables entre els segles X i XI de la nostra era, representant les diferents formes del déu Shivà i altres deïtats. [cita requerida]

Les civilitzacions de l'Amèrica prehispànica coneixien totes l'ús dels aliatges de bronze, si bé molts estris i eines continuaven fabricant-se de pedra. S' han trobat objectes fabricats amb aliatges binàries de coure-plata, coure-estany, coure al plom i fins i tot aliatges poc usuals de llautó.3Es creu que, almenys als Andes precolombins, els primers treballs en bronze es van realitzar durant l'Imperi wari. En l'època inca, el bronze estava exclusivament reservat a la noblesa incaica i alts comandaments de l'exèrcit. Era processat en llocs com Viña del Cerro i Curamba. Ja en l'època colonial, les foses més importants es trobaven a Perú i a Cuba, dedicades principalment a la fabricació de campanes i canons.

Ganivet inca de bronze

El bronze va seguir en ús perquè l'acer de qualitat no va estar àmpliament disponible fins molts segles després, amb les millores de les tècniques de fosa a inicis de l'Edat Mitjana a Europa, quan es va obtenir acer més barat i resistent, eclipsant el bronze en moltes aplicacions. [cita requerida]

Vegeu també: Jaciments d'estany i el seu comerç en l'antiguitat

Propietats
Exceptuant l' acer, els aliatges de bronze són superiors als de ferro en gairebé totes les aplicacions.4Per la seva elevada calor específica, la major de tots els sòlids, s' empra en aplicacions de transferència de la calor.

Comparació entre bronzes i acers
Tot i que desenvolupen pàtina no s' oxiden sota la superfície, són més fràgils i tenen menor punt de fusió. Són aproximadament un 10% més pesades que l' acer, a excepció de les compostes per alumini o sílice. També són menys rígides, per tant en aplicacions elàstiques com ressorts acumulen menys energia que les peces similars d'acer. Resisteixen la corrosió, fins i tot la d'origen marí, el llindar de fatiga metàl·lica és menor, i són millors conductors de la calor i l'electricitat. [cita requerida]

Una altra característica diferencial dels aliatges de bronze respecte a l'acer és l'absència d'espurnes quan se les colpeja contra superfícies dures. Aquesta propietat ha estat aprofitada per fabricar martells, maces, claus ajustables i altres eines per a ús en atmosferes explosives o en presència de gasos inflamables.5?

Versatilitat
El coure i els seus aliatges tenen una àmplia varietat d' usos com a resultat de la versatilitat de les seves propietats

mecàniques, físiques i químiques. Tingues en compte, per exemple, la conductivitat elèctrica del coure pur, l'excel·lent maleabilitat dels cartutxos de munició fabricats en llautó, la baixa fricció d'aliatges coure-plom, les sonoritat del bronze per a campanes i la resistència a la corrosió de la majoria dels seus aliatges. [cita requerida]

Propietats físiques
Dades per a un aliatge mitjà amb 89% de coure i 11% d' estany:

Densitat: 8,90 g/cm³
Punt de fusió: de 830 a 1020 ° C
Punt d' ebullició: de 2230 a 2420 ° C
Coeficient de temperatura: 0,0006 K-1
Resistivitat elèctrica: de 14 a 16 ??/cm
Coeficient d' expansió tèrmica: entre 20 i 100 ° C ? 17,00 x 10-6 K-1
Conductivitat tèrmica a 23 ° C: de 42 a 50 Wm-1

Propietats mecàniques

Elongació: <65%
Duresa Brinell: de 70 a 300
Mòdul d' elasticitat: de 80 a 115 GPa
Resistència a la cisalla: de 230 a 490 MPa
Resistència a la tracció: de 300 a 900 MPa

Principals aliatges
Tipus bàsics

Clau de bronze

L' aliatge bàsic de bronze conté aproximadament el 88% de coure i el 12% d' estany.6El bronze «alfa»7és la barreja sòlida d'estany en coure. L'aliatge alfa de bronze amb un 4 a 5% d'estany s'utilitza per encunyar monedes i per fabricar ressorts, turbines, i eines de tall.

En molts països es denomina incorrectament «bronze comercial» al llautó, que conté 90% de coure i 10% de zinc, però no estany. És més dur que el coure, i té una ductilitat similar. S' utilitza en cargols i filferros.8?

Bronze arsenical
L'aliatge de coure amb arsènic és el primer bronze utilitzat per l'home.9És una aliatge blanquinosa, molt dura i fràgil. Es fabrica en una proporció del 70% de coure i el 30% d' arsènic, tot i que és possible fondre bronzes amb percentatges d' arsènic de fins a 47,5%. En aquests casos, el resultat és un material gris brillant, fusible al vermell i no alterat per l'aigua hirvent.

La simple exposició a l'aire del bronze arsenical produeix una pàtina fosca. Aquesta circumstància, i l'alta toxicitat de l'arsènic la van convertir en un aliatge molt poc utilitzat, especialment a partir del descobriment de l'alpaca, plata alemanya o bronze blanc, coneguda des de temps antics a la Xina i fabricada a Alemanya des de finals del segle xviii.8?

Bronze sol
L'anomenat bronze sol (en alemany; Sonnenbronze) és una aliatge utilitzada en joieria, tenaç, dúctil i molt dura, que fon a temperatures pròximes a les del coure (1357 °C) i està constituïda fins al 60% de cobalt.8?

Cuproalumini

El cuproalumini és un tipus de bronze, de color similar al de l' or, en el qual l' alumini és el metall d' aliatge principal que s' agrega al coure. Una varietat de bronzes d'alumini, de composicions diferents, han trobat ús industrial.

Bronze per a armes de foc

Canó pesat dels Dardanelos, utilitzat pels turcs al lloc de Constantinopla (1453)

A partir del descobriment de la pólvora es va utilitzar un bronze per a canons compost per un 90 a 91% de coure i un 9 a 10% d'estany, proporció que es denomina comunament «bronze ordinari». Aquestes armes eren conegudes a la Xina en èpoques tan primerenques com el segle xi a. C., i a Europa es van utilitzar a partir del segle xiii10tant per a canons com en falconets.

Per al segle xv l'artilleria de l'Imperi otomà comptava amb grans bombardes de bronze. Construïdes en dues peces, amb un llarg total de 5,20 m i 16,8 tones de pes, llançaven bales de 300 kg a una distància de fins a 1600 metres. D'operació difícil, amb una capacitat de tir de no més de 15 dispars diaris, van ser utilitzades al lloc de Constantinopla el 1453.8?

Bronze per a campanes

La Tsar Kólokol (rus: «zar de les campanes»), és la major campana de bronze que es conserva. Fosa el 1733, mai es va utilitzar i s'exhibeix al Kremlin de Moscou.

La fosa per a campanes és generalment fràgil: les peces noves presenten una coloració que varia del cendra fosc al blanc grisenc, amb tons vermell groguenc o fins i tot vermell blavós en els aliatges amb més contingut de coure. [cita requerida]

La major proporció de coure produeix tons més greus i profunds a igualtat de massa, mentre que l' agregat d' estany, ferro o zinc produeix tons més aguts. Per obtenir una estructura més cristal·lina i produir variants en la sonoritat, els fonedors han utilitzat també altres metalls com antimoni o bismut en petites quantitats. [cita requerida]

L'aliatge amb més sonoritat per fabricar campanes és l'anomenat metall de campana, que consta de 78% de coure i de 22% d'estany. És relativament fàcil per fondre, té una estructura granulosa compacta amb fractura vitri-concoidea de color vermellós. Aquest tipus de bronze era conegut des de l'antiguitat a l'Índia per fabricar gongs. Tot i que poc freqüent pel seu cost, l'addició de plata és una de les poques que millora encara més la sonoritat. [cita requerida]

També s'han utilitzat aliatges amb fins al 2% d'antimoni. A la Xina es coneixia un aliatge amb 80% de coure i 20% d'estany per fabricar campanes, grans gongos i timbals. [cita requerida]

A Anglaterra es va utilitzar un aliatge constituït per 80% de coure, 10,25% d'estany, 5,50% de zinc i 4,25% de plom. És de sonoritat menor, tenint en compte que el plom no s' homogeneïtzeja amb l' aliatge. [cita requerida]

Per a campanetes i instruments petits es va utilitzar freqüentment un aliatge del 68% de coure i el 32% d'estany, que resulta en un material fràgil, de fractura cendrosa. [cita requerida]

Per a platillos i gongs es fan servir diversos aliatges que van des d'una aliatge temperada amb el 80% de coure i el 20% d'estany (B20), 88% de coure i 12% estany (B12, per exemple, ZHT Zildjian, Alpha Paiste), i la més econòmica B8, la qual consisteix en només el 8% d'estany pel 92% de coure (Exemple, B8 Sabian, Paiste 201, Zildjian ZBT). El tremp s'aconsegueix tornant a escalfar la peça fosa i refredant-la ràpidament. [cita requerida]

La major campana que es conserva, anomenada Tsar Kólokol, va ser fosa el 1733 per Iván Motorin, per encàrrec de l'emperadriu Ana de Rússia, neboda del Zar Pedro el Grande. Amb un pes de 216 tones, 6,14 m d' alçada i 6,6 de diàmetre. Mai va ser utilitzada com a instrument, ja que un incendi el 1737 va destruir els seus grans suports de fusta. Des de 1836 s'exhibeix al Kremlin de Moscou.

Kara kane

Estàtua de bronze de Buda Daibutsu, a Kamakura, Japó, té 11,40 m d'alçada i 93 tones de pes.

El kara-kane («metall xinès» en japonès) és un bronze per a campanes i orfebreria tradicional del Japó constituït per un 60% de coure, 24% d'estany i 9% de zinc, amb agregats de ferro i plom.

Molts orfebres solen afegir-hi petites quantitats d'arsènic i antimoni per endurir el bronze sense perdre fusibilitat, i aconseguir més detall en la impressió dels motlles.

El kara-kane és molt utilitzat per a artesania i estatuària no només pel seu baix punt de fusió, gran fluïdesa i bones característiques de farciment de motlle, sinó també per la seva superfície suau que ràpidament desenvolupa una fina pàtina.

Existeix una varietat singular denominada sèniokuthis, o bronze daurat, originada en l' època de la dinastia Ming a la Xina, que destaca per la seva textura lustrosa i la seva tonalitat daurada. En la seva fabricació tenen especial importància les tècniques de pàtina.

Les grans escultures de Buda realitzades pels orfebres japonesos demostren l'alt domini tècnic que posseïen i tenint en compte la seva gran mida, la majoria d'elles havia de ser fosa en el lloc d'emplaçament per mitjà de successives etapes.11?12?

Aliatges que imiten la plata

Metall de Tonca: aliatge compost per un 36% de coure, 28% de níquel i quantitats iguals d' estany, plom, ferro, zinc i antimoni. És un metall difícil de fondre, poc dúctil, que s'utilitza amb poca freqüència.8?
Mina plata: fabricada amb 57% de coure, 40% de níquel, 3% de tungstè i traces d' alumini, té la propietat de no ser atacada pel sofre i presenta propietats molt similars a la plata.8?

Aliatges amb plom
Per a la fabricació de coixinets i altres peces sotmeses a fricció solen utilitzar-se aliatges de bronze amb fins a un 10% de plom, que li atorga propietats autolubricants.

La característica distintiva del plom és que no forma aliatge amb el coure; d' allà que queda distribuït d' acord amb la tècnica de fos en la massa de l' aliatge, sense barrejar-se íntimament. Per aquest motiu, l'escalfament excessiu d'una peça de maquinària construïda amb aquest material pot portar a l'«exudació» de plom que queda aparent com fang o llot. El reciclatge d'aquestes peces és també dificultós, perquè el plom es fon i se separa de l'aliatge molt abans que el coure arribi al punt de fusió.8?

Aliatges comercials

CodiDenominacióComposició
%Densitat
g/cm³Duresa BrinellMod.Elàstic
GpaResist. elec.
?/cmCond.tèrmica
W/mKPunt fusió
ºCAplicacions

SAE4013?

Cu 85 Pb 5 Sn 5 Zn 5
8,82
60
93
1,2-05
71,9
854

SAE64

Cu 80 Pb 10 Sn 10
8,88
60
76
1,7-05
46,9
762

UNS14C22000
Comercial 90-10
Cu 89/91 Fe < 0,05 Pb < 0,05 Zn 12,5
8,80
53
115
3,91-06
189
1020
matrius d' impressió, laminats, cargols

UNS C22600
Bronze de joieria
Cu 86/89 Fe < 0,05 Pb < 0,05 Zn 12,5
8,78
55
115
4,30-06
173
1005
cremalleres, bijuteria, monedes

UNS C31400
Templat comercial amb plom
Cu 87,5/90,5 Fe < 0,1 Ni < 0,7 Pb 1,3/2,5 Zn 9,25 Altres < 0,05

8,83

115

180
1010
cargols, contactes elèctrics, parts d' eines

UNS C31600
Templat niquelat
Cu 87,5/90 Fe < 0,1 Ni 0,7/1,2 P 0,04/0,1 Pb 1,2/2,5 Zn 8,1
8,86

115

140
1010
cargols, contactes elèctrics, parts d' eines

UNS C40500
Bronze d' alta conductivitat
Cu 95 Sn 1 Zn 4
8.83

117

165

Tècnica de fosa

Article principal: Emmotllament a la cera perduda

El mètode més utilitzat per a la fosa artística del bronze és el de la «cera perduda» o microfusió, que —amb diverses variants— segueix els passos següents:15?

Modelatge original en fang, escaiola o altre material.
Presa del motlle principal, generalment en escaiola. Un cop fracassat, es retira el nucli (model original).
El motlle «negatiu» s'omple amb cera per produir un «positiu» d'aquest material.
Es recobreix la cera amb una barreja d' argila. Un cop seca, es porta a forn, on la cera es fon i «es perd».
En el cas d'objectes petits, el nou motlle serveix directament per al colat del bronze. Per a peces majors, és habitual omplir-lo amb una capa de cera que formarà una pel·lícula del gruix desitjat per al bronze, i l'interior (mascle) s'omple amb material refractari. Tot el procés requereix la col·locació d'airejadors, canals de colat i diverses cures per obtenir una colada homogènia.
Acabat que inclou llimat d' imperfeccions, asprors i poliment de la peça.
Pàtina, mitjançant l' aplicació de diferents àcids i escalfament a bufador per agilitar l' oxidació.

Simbologia

Les medalles de bronze premien el tercer lloc en les competicions esportives.
Representa els vuit anys de matrimoni en diverses cultures occidentals: Noces de bronze.
És el vuitè nivell en la progressió de la cerbatana esportiva.

Vegeu també

Coure
Estany
Aliatges de coure
Edat de Bronze
Bronze d' alumini
Alpaca (aliatge)
Llautó
Ferro
Fosa de campanes
Emmotllament a la cera perduda
Reposat
Escultura en bronze

Referències

? Glossari d'arqueometal·lúrgica
? Probablement, fosa directa mitjançant original de fang, capa de cera que serà substituïda pel bronze fos, i contramotlle exterior de fang: és una tècnica molt difícil, en la qual el mínim error destrueix la peça.
? Què sabien de fosa els antics habitants de Mesoamèrica.
? Història dels aliatges - ININ
? «L'acer Inoxidable i el coure: Quin és el millor metall per al teu projecte? | JN Aceros». JN Aceros. 17 de març de 2015. Arxivat des de l'original el 8 de novembre de 2018. Consultat el 8 de novembre de 2018.
? Knapp, Brian. (1996) Copper, Silver and Gold. Reed Library, Austràlia
? Glosario Engineering network
? Saltar a:a b c d e f g Mario Gándara. «Aliatges de coure». Biblioteca de Joieria. Arxivat des de l' original el 6 d' octubre de 2011. Consultat l' 1 d' octubre de 2011.
? Edat del bronze
? Els primers registres d'ús de canons a Espanya refereixen al lloc de Sevilla el 1248. [cita requerida]
? Aliatges japoneses
? Louis Frédéric. «Kara kane». Japan encyclopedia (en anglès). Consultat l' 1 d' octubre de 2011.
? «Society of Automotive Engineers SAE». Arxivat des de l' original l' 11 de juliol de 2007. Consultat l' 1 de juny de 2007.
? UNS: Unified Numbering System (Sistema numerador unificat): Estàndard de classificació de metalls operat conjuntament per l'American Society for Testing and Materials i la Society of Automotive Engineers (SAE)
? VV.AA. (2010). Tècniques i mitjans artístics. Centre d' Estudis Ramón Areces S. A. ISBN 978-84-9961-002-3.

Bibliografia

Lexikon der Metalltechnik. Handbuch für alle Gewerbetreibenden und Künstler auf metallurgischem Gebiet. Dirigit per J. Bersch. A. Editorial Hartlebens, Viena/Pest/Leipzig, sense any de publicació.
Bronze – unverzichtbarer Werkstoff der Moderne. Institut alemany del coure (DKI), Düsseldorf 2003.
T. L. Kienlin: Frühes Metall im nordalpinen Raum: Eine Untersuchung zu technologischen und kognitiven Aspekten früher Metallurgie anhand der Gefüge frühbronzeitlicher Beile. A: Informació arqueològica. 27, 2004, Pgs. 187–194.
Fitxes informatives i15 i i25 de l'Institut alemany del coure (DKI), Düsseldorf 2004.
Guss aus Kupferlegierungen. Ernst Brunhuber, Schiele&Schön, Berlín 1986, ISBN 3-7949-0444-3.
Ardohain, Sergio Javier, 2018, La restauració de la República, Editorial de la Universitat Nacional de La Plata (EDULP), Universitat Nacional de La Plata (UNLP) - Facultat de Belles Arts (FBA), ISBN 978-987-4127-64-8.

Enllaços externs

Wikcionario té definicions i altra informació sobre bronze.
Wikimedia Commons alberga una categoria multimèdia sobre Bronze
La metal·lúrgia del bronze als Andes Sud Centrals Tiwanaku i Sant Pere d'Atacama
Procés de fosa del bronze
Animació flash sobre el procés de fosa a cera perduda
Fondició a cera perduda Arxivat el 21 de maig de 2007 a Wayback Machine.
Inventari nacional de contaminants - Estats Units Fitxa sobre coure i aliatges (en anglès)
Una fosa de més de 125 anys en operacions (en anglès)

Bronze, una tradició de 3000 anys (en anglès)
Fosa tradicional pagesa a la costa de l' Equador.

Control d' autoritats

Projectes Wikimedia
Dades: Q34095
Multimèdia: Bronze / Q34095

Identificadors
BNF: 11976193v (data)
GND: 4146667-6
LCCN: sh85017093
NDL: 00570282
NKC: ph174617
AAT: 300010957
Diccionaris i enciclopèdies
Britannica: url