
CW617N - CZ122 Brass -Llautó - Aliatge coure zinc metall - Cromat

Autor:

Data de publicació: 14-08-2022

CW617N / CZ122 es classifica com a llautó d'estampació i es subministra principalment com a vareta per a la forja d'estoc, tot i que també és mecanitzat gratuït. El material està format principalment per un 59% de coure i un 39% de zinc amb un 2% d'addició de plom que es dispersa finament per tota la microestructura.

Densitat (20°C) 8,41 g/cm³ Temperatura de fusió 880-895 °C Conductivitat tèrmica 113 W/mK Capacitat tèrmica 380 J/kgK Conductivitat elèctrica 14 MS/m 24 % Mòdul IACS Young (20°C, recuit) 96 GPa Coeficient d'expansió tèrmica 21,1 10⁻⁶K⁻¹

CW617N / CZ122 es classifica com a llautó d'estampació i es subministra principalment com a vareta per a la forja d'estoc, tot i que també és mecanitzat gratuït. El material està format principalment per un 59% de coure i un 39% de zinc amb un 2% d'addició de plom que es dispersa finament per tota la microestructura.

Densitat (20°C) 8,41 g/cm³ Temperatura de fusió 880-895 °C Conductivitat tèrmica 113 W/mK Capacitat tèrmica 380 J/kgK Conductivitat elèctrica 14 MS/m 24 % Mòdul IACS Young (20°C, recuit) 96 GPa Coeficient d'expansió tèrmica 21,1 10⁻⁶K⁻¹

Materials_Data_Sheet_CW617N_CuZn40Pb2__E_.pdf (hmemetal.com)

Astrolabi de llautó

Faristol de llautó amb una àguila. Atribuït a Aert van Tricht, Limburg (Països Baixos), c. 1500.

El llautó és un aliatge de coure (Cu) i zinc (Zn), en proporcions que es poden variar per aconseguir diferents propietats mecàniques, elèctriques i químiques. [1] És un aliatge substitutiu: els àtoms dels dos constituents poden substituir-se entre si dins de la mateixa estructura cristal·lina.

El llautó és similar al bronze, un altre aliatge que conté coure que utilitza estany en lloc de zinc. [2] Tant el bronze com el llautó també poden incloure petites proporcions d'una gamma d'altres elements, inclosos l'arsènic (As), el plom (Pb), el fòsfor (P), l'alumini (Al), el manganès (Mn) i el silici (Si). Històricament, la distinció entre els dos aliatges ha estat

menys consistent i clara,[3] i la pràctica moderna en museus i arqueologia evita cada vegada més ambdós termes per als objectes històrics a favor de l'"aliatge de coure" més general. [4]

El llautó ha estat durant molt de temps un material popular per a la decoració pel seu aspecte brillant i daurat; s'utilitza per a tirants de calaixos i poms de portes. També s'ha utilitzat àmpliament per fabricar estris a causa de propietats com tenir un punt de fusió baix, alta treballabilitat (tant amb eines manuals com amb modernes màquines de tornejat i fresat), durabilitat i conductivitat elèctrica i tèrmica.

El llautó encara s'utilitza habitualment en aplicacions on es requereix resistència a la corrosió i baixa fricció, com ara panys, frontisses, engranatges, rodaments, carcasses de munició, cremalleres, fontaneria, acoblaments de mànega, vàlvules i endolls i endolls elèctrics. S'utilitza àmpliament per a instruments musicals com trompes i campanes, i també s'utilitza com a substitut del coure en la confecció de bijuteria, joies de moda i altres joies d'imitació. La composició del llautó, generalment un 66% de coure i un 34% de zinc, el converteix en un substitut favorable de les joies a base de coure, ja que exhibeix una major resistència a la corrosió. El llautó no és adequat per a articles com les hèlixs dels vaixells perquè el zinc reacciona amb els minerals en aigua salada, deixant enrere el coure porós. L'estany en bronze no reaccionarà amb aquests minerals.

El llautó s'utilitza sovint en situacions en què és important que no es toquin espurnes, com ara en accessoris i eines utilitzades a prop de materials inflamables o explosius. [5]

Contingut

Propietats

Microestructura de llautó laminat i recuit (400× d'augment)

El llautó és més mal-leable que el bronze o el zinc. El punt de fusió relativament baix del llautó (900 a 940 °C, 1.650 a 1.720 °F, segons la composició) i les seves característiques de flux el converteixen en un material relativament fàcil de fosar. Variant les proporcions de coure i zinc, es poden canviar les propietats del llautó, permetent llautó dur i tou. La densitat del llautó és de 8,4 a 8,73 g/cm³ (0,303 a 0,315 lb/cu). [6]

Avui en dia, gairebé el 90% de tots els aliatges de llautó es reciclen. [7] Com que el llautó no és ferromagnètic, es pot separar de la ferralla ferrosa passant la ferralla a prop d'un potent imant. La ferralla de llautó es recull i es transporta a la foneria, on es fon i es refà en billets. Els billets s'escalfen i s'extrueixen en la forma i la mida desitjades. La suavitat general del llautó fa que sovint es pugui mecanitzar sense l'ús de fluid de tall, tot i que hi ha excepcions. [8]

L'alumini fa que el llautó sigui més fort i resistent a la corrosió. L'alumini també fa que es formi una capa dura d'òxid d'alumini (Al₂O₃) molt beneficiosa a la superfície que sigui fina, transparent i autocurable. L'estany té un efecte similar i troba el seu ús especialment en aplicacions d'aigua de mar (llautons navals). Les combinacions de ferro, alumini, silici i manganès fan que el llautó sigui resistent al desgast. [9] L'addició de tan sols un 1% de ferro a un aliatge de llautó donarà lloc a un aliatge amb una atracció magnètica notable. [10]

El llautó es corroirà en presència d'humitat, clorurs, acetats, amoníac i certs àcids. Això passa sovint quan el coure reacciona amb el sofre per formar una capa superficial marró i eventualment negra de sulfur de coure que, si s'exposa regularment a aigua lleugerament àcida com l'aigua de pluja urbana, pot oxidar-se a l'aire per formar una patina de sulfat de coure verd-blau. [Cal aclariment] Depenent de com es va formar la capa de sulfur / sulfat, aquesta capa pot protegir el llautó subjacent de danys posteriors. [11]

Tot i que el coure i el zinc tenen una gran diferència de potencial elèctric, l'aliatge de llautó resultant no experimenta corrosió galvànica interioritzada a causa de l'absència d'un entorn corrosiu dins de la barreja. Tanmateix, si el llautó es col·loca en contacte amb un metall més noble com la plata o l'or en aquest entorn, el llautó es corroirà galvànicament; per contra, si el llautó està en contacte amb un metall menys noble com el zinc o el ferro, el metall menys noble es corroirà i el llautó estarà protegit.

Contingut dels clients potencials

Per millorar la mecanització del llautó, sovint s'afegeix plom en concentracions al voltant del 2%. Com que el plom té un punt de fusió més baix que els altres constituents del llautó, tendeix a migrar cap als límits del gra en forma de glòbuls a mesura que es refreda de la fosa. El patró que formen els glòbuls a la superfície del llautó augmenta la superfície de plom disponible que al seu torn afecta el grau de lixiviació. A més, les operacions de tall poden untar els glòbuls de plom sobre la superfície. Aquests efectes poden conduir a lixiviació significativa de plom a partir de llautons de contingut de plom comparativament baix. [12]

L'octubre de 1999, el fiscal general de l'Estat de Califòrnia va demandar 13 fabricants i distribuïdors clau pel contingut de plom. En les proves de laboratori, els investigadors estatals van trobar que la clau de llautó mitjana, nova o antiga, superava els límits de la Proposició de Califòrnia 65 per un factor mitjà de 19, suposant la manipulació dues vegades al dia. [13] L'abril de 2001, els fabricants van acordar reduir el contingut de plom a l'1,5% o enfrontar-se a un requisit per advertir els consumidors sobre el contingut de clients potencials. Les claus xapades amb altres metalls no es veuen afectades per l'assentament i poden continuar utilitzant aliatges de llautó amb un percentatge més alt de contingut de plom. [14][15]

També a Califòrnia, s'han d'utilitzar materials sense plom per a "cada component que entri en contacte amb la superfície humida de canonades i accessoris de canonades, accessoris i accessoris de fontaneria". L'1 de gener de 2010, la quantitat màxima de plom en "llautó lliure de plom" a Califòrnia es va reduir del 4% al 0,25% de plom. [16][17]

Llautó resistent a la corrosió per a ambients durs

Gall de mostreig de llautó amb mànec d'acer inoxidable

Els llautons resistents a la deszincificació (DZR o DR), de vegades anomenats llautons CR (resistents a la corrosió), s'utilitzen quan hi ha un gran risc de corrosió i on els llautons normals no compleixen els requisits. Les aplicacions amb altes temperatures de l'aigua, clorurs presents o desviant qualitats de l'aigua (aigua tova) juguen un paper important. El llautó DZR és excel·lent en sistemes de calderes d'aigua. Aquest aliatge de llautó s'ha de produir amb molta cura, amb especial atenció a una composició equilibrada i temperatures i paràmetres de producció adequats per evitar fallades a llarg termini. [18][19]

Un exemple de llautó DZR és el llautó C352, amb aproximadament un 30% de zinc, un 61-63% de coure, un 1,7-2,8% de plom i un 0,02-0,15% d'arsènic. El plom i l'arsènic suprimeixen significativament la pèrdua de zinc. [20]

Els "llautons vermells", una família d'aliatges amb alta proporció de coure i generalment inferior al 15% de zinc, són més resistents a la pèrdua de zinc. Un dels metalls anomenats "llautó vermell" és un 85% de coure, un 5% d'estany, un 5% de plom i un 5% de zinc. L'aliatge de coure C23000, que també es coneix com a "llautó vermell", conté un 84-86% de coure, un 0,05% cada ferro i plom, i l'equilibri és de zinc. [21]

Un altre material d'aquest tipus és el gunmetal, de la família dels llautons vermells. Els aliatges gunmetals contenen aproximadament un 88% de coure, un 8-10% d'estany i un 2-4% de zinc. Es pot afegir plom per facilitar el mecanitzat o per als aliatges de rodament. [22]

"Naval brass", for use in seawater, contains 40% zinc but also 1% tin. The tin addition suppresses zinc leaching.[23]

The NSF International requires brasses with more than 15% zinc, used in piping and plumbing fittings, to be dezincification-resistant.[24]

Ús en instruments musical

Una col·lecció d'instruments de llautó

L'alta mal·leabilitat i la treballabilitat, la relativament bona resistència a la corrosió, i les propietats acústiques tradicionalment atribuïdes del llautó, l'han convertit en el metall habitual d'elecció per a la construcció d'instruments musicals els ressonadors acústics dels quals consisteixen en tubs llargs i relativament estrets, sovint plegats o enrotllats per a la compacitat; la plata i els seus aliatges, i fins i tot l'or, s'han utilitzat per les mateixes raons, però el llautó és l'opció més econòmica. Coneguts col·lectivament com a instruments de metall, aquests inclouen el trombó, la tuba, la trompeta, la corneta, la trompa de baríton, l'eufoni, la trompa de tenor i la trompa francesa, i moltes altres "trompes", moltes en famílies de diverses mides, com els saxhorns.

Altres instruments de vent poden ser construïts amb llautó o altres metalls, i de fet la majoria de flautes i piccolos moderns de model estudiantil estan fets d'alguna varietat de llautó, generalment un aliatge cupronickel similar a la plata de níquel (també coneguda com a plata alemanya). Els clarinets, especialment els clarinets baixos com el contrabaix i el subcontrabass, de vegades són de metall a causa dels subministraments limitats de les fustes dures tropicals denses i de gra fi tradicionalment preferides per als vents de fusta més petits. Per la mateixa raó, alguns clarinets baixos, fagots i contrabaixos presenten una construcció híbrida, amb seccions llargues i rectes de fusta i juntes corbes, coll i/o campana de metall. L'ús de metall també evita els riscos d'exposar els instruments de fusta a canvis de temperatura o humitat, que poden provocar esquerdes sobtades. Tot i que els saxòfons i els sarrusòfons es classifiquen com a instruments de vent fusta, normalment estan fets de llautó per motius similars, i perquè els seus cossos amples, cònics i de parets primes es fabriquen de manera més fàcil i eficient formant xapa que mecanitzant fusta.

La clau de la majoria dels vents de fusta moderns, inclosos els instruments amb cos de fusta, també sol estar feta d'un aliatge com la plata de níquel. Aquests aliatges són més rígids i duradors que el llautó utilitzat per construir els cossos de l'instrument, però encara es poden treballar amb eines manuals senzilles, una benedicció per a reparacions ràpides. Els bocins tant dels instruments de llautó com, menys comunament, dels instruments de vent fusta solen ser de llautó entre altres metalls.

Al costat dels instruments de metall, l'ús més notable del metall en la música és en diversos instruments de percussió, sobretot címbals, gongs i campanes orquestrals (tubulars) (les grans campanes "d'església" normalment són de bronze). Les petites etiquetes de mà i les "campanes de jingle" també solen ser de llautó.

L'harmònica és un aeròfon de canya lliure, també sovint fet de llautó. En els tubs d'orgue de la família de les canyes, s'utilitzen tires de llautó (anomenades llengües) com les canyes, que baten contra l'escalunyes (o baten "a través" de l'escalunyes en el cas d'una canya "lliure"). Tot i que no forma part de la secció de llautó, els tambors de snare també són de vegades de llautó. Algunes peces de les guitarres elèctriques també estan fetes de llautó, especialment blocs d'inèrcia en sistemes tremolo per les seves propietats tonals, i per a cordes i selles tant per propietats tonals com per la

Aplicacions germicides i antimicrobianes

Article principal: Superfícies tàctils antimicrobianes d'aliatge de coure

Veure també: Propietats antimicrobianes dels aliatges de coure i coure en aquicultura

Les propietats bactericides del llautó s'han observat durant segles, particularment en ambients marins on impedeix el biofouling. Depenent del tipus i concentració de patògens i del medi en què es trobin, el llautó mata aquests microorganismes en pocs minuts a hores de contacte. [26][27][28]

Un gran nombre d'estudis independents[26][27][28][29][30][31][32] confirmen aquest efecte antimicrobià, fins i tot contra bacteris resistents als antibiòtics com MRSA i VRSA. Els mecanismes d'acció antimicrobiana del coure i els seus aliatges, inclòs el llautó, són objecte d'una intensa i contínua investigació. [27][33][34]

Esquerdament de temporada

Esquerdament en llautó causat per atac d'amoníac

El llautó és susceptible a l'esquerdament per corrosió per estrès,[35] especialment de l'amoníac o substàncies que contenen o alliberen amoníac. El problema es coneix de vegades com a esquerdament de temporada després que es descobrí per primera vegada en cartutxos de llautó utilitzats per a municions de fusell durant la dècada de 1920 a l'exèrcit indi britànic. El problema va ser causat per altes tensions residuals per la formació en fred dels estoigs durant la fabricació, juntament amb l'atac químic de traces d'amoníac a l'atmosfera. Els cartutxos es van emmagatzemar en estables i la concentració d'amoníac va augmentar durant els calorosos mesos d'estiu, iniciant així esquerdes trencadisses. El problema es va resoldre recuint dels casos i emmagatzemant els cartutxos en altres llocs.

Tipus

Classe	Proporció en pes (%)	Notes
--------	----------------------	-------

Coure	Zinc
-------	------

Llautons Alfa

> 65

< 35

Els llautons alfa són mal·leables, es poden treballar en fred i s'utilitzen en aplicacions de premsat, forja o similars. Contenen només una fase, amb estructura cristal·lina cúbica centrada en la cara. Amb la seva elevada proporció de coure, aquests llautons tenen una tonalitat més daurada que altres. La fase alfa és una solució sòlida substitutiva de zinc en coure. És proper en propietats al coure, resistent, fort i una mica difícil de mecanitzar. La millor formabilitat és amb un 32% de zinc. Els llautons vermells resistents a la corrosió, amb un 15% de zinc o menys, pertanyen aquí.

Llautó Alfa-beta

55–65

35–45

També anomenats llautons dúplex, són adequats per a treballs en calent. Contenen tant les fases de α com β ; la β -fase està ordenada cúbica centrada en el cos, amb àtoms de zinc al centre dels cubs, i és més dura i forta que α . Els

llautons alfa-beta solen treballar en calent. La major proporció de zinc significa que aquests llautons són més brillants que els llautons alfa. Al 45% del zinc l'aliatge té la major resistència.

Llautons beta[cal citació]

50–55

45–50

Els llautons beta només es poden treballar en calent i són més durs, forts i adequats per a la fosa. L'alt contingut en zinc-baix en coure fa que aquests siguin alguns dels més brillants i menys daurats dels llautons comuns.

Llautons gamma

33–39

61–67

També hi ha llautons gamma Ag-Zn i Au-Zn, Ag 30-50%, Au 41%. [36] La fase gamma és un compost intermetàl·lic cúbic-gelosia, Cu₅Zn₈.

Llautó blanc

< 50

> 50

Aquests són massa fràgils per a l'ús general. El terme també pot referir-se a certs tipus d'aliatges de plata de níquel, així com aliatges Cu-Zn-Sn amb altes proporcions (típicament 40%+) d'estany i/o zinc, així com aliatges predominantment de fosa de zinc amb additius de coure. Aquests no tenen pràcticament cap coloració groga i, en canvi, tenen un aspecte molt més platejat.

Altres fases que γ , δ i ϵ són γ , un CuZn intermetàl·lic hexagonal³, i ϵ , una solució sòlida de coure en zinc.

Aliatges de llautó

Nom de l'aliatge	Proporció en pes (%)	Altres Notes
------------------	----------------------	--------------

Coure	Zinc	Estany	Plom
-------	------	--------	------

Or abissini

90

10

Llautó de l'Almirallat

69

30

1

L'estany inhibeix la pèrdua de zinc en molts ambients.

Aliatge d'Aich

60.66

36.58

1.02

1,74% ferro

Dissenyat per al seu ús en servei marítim per la seva resistència a la corrosió, duresa i tenacitat. Una aplicació característica és la protecció dels fons dels vaixells, però els mètodes més moderns de protecció catòdica han fet que el seu ús sigui menys comú. El seu aspecte s'assembla al de l'or. [37]

Llautó d'alumini

77.5

20.5

2% alumini

L'alumini millora la resistència a la corrosió. S'utilitza per a tubs d'intercanviador de calor i condensador. [38]

Llautó arsènic

Arsènic; freqüentment alumini

S'utilitza per a caixes de foc de calderes.

Cartutx de llautó (C260)

70

30

—

? 0,07[39]

Bones propietats de treball en fred. S'utilitza per a fundes de municions, fontaneria i maquinari.

Llautó comú

63

37

També anomenat llautó rebló. Barats i estàndard per treballar en fred.

Llautó DZR

Arsènic

Llautó resistent a la deszincificació amb un petit percentatge d'arsènic.

Delta metal

55

41–43

1-3% de ferro amb l'equilibri format per diversos altres metalls.
Les proporcions utilitzades fan que el material sigui més dur i adequat per a vàlvules i rodaments.

Llautó mecanitzat lliure (C360)

61.5

35.5

2.5–3.7

0,35% ferro

També anomenat llautó 360 o C360. Alta mecanització. [39]

Dauradura metàl·lica

95

5

Tipus de llautó més suau comunament disponible. El metall daurat s'utilitza normalment per a "jaquetes" de bala de munició; per exemple, bales de jaqueta metàl·lica completa. De color gairebé vermell.

Llautó alt

65

35

Té una alta resistència a la tracció i s'utilitza per a molles, cargols i reblons.

Llautó emplomat

> 0

Un llautó alfa-beta amb una addició de plom per millorar la mecanització.

Llautó sense plom

< 0,25

Definit pel projecte de llei de l'Assemblea de Califòrnia AB 1953 conté "no més del 0.25 per cent de contingut potencial". [16] El límit superior anterior era del 4%.

Llautó baix

80

20

Color daurat clar, molt dútil; s'utilitza per a mànegues metàl·liques flexibles i manxa metàl·lica.

Llautó manganès

77

12

7% manganès, 4% níquel

S'utilitza com a revestiment per a monedes de dòlar daurat dels Estats Units. [40] Existeixen altres composicions d'aliatge de llautó manganès.

Muntz metall

60

40

Traces de ferro

S'utilitza com a revestiment en vaixells.

Llautó naval

59

40

1

Semblant al llautó de l'Almirallat. També conegut com a bronze Tobin. [41]

Llautó de níquel

70–76

20–24.5

4-5,5% de níquel

L'anell exterior de les monedes bi-metàl·liques d'una lliura i dues lliures esterlines i la moneda d'un euro, més la part central de la moneda de dos euros. Antigament s'utilitzava per a la moneda rodona d'una lliura.

Or nòrdic

89

5

1

5% alumini

S'utilitza en monedes de 10, 20 i 50 cèntims d'euro.

Orichalcum

75-80

15-20

Traça

Traces de quantitats de níquel i ferro

Determinat a partir de 39 lingots recuperats d'un antic naufragi a Gela, Sicília.

Pinchbeck

89% o 93%

11% o 7%

Inventat a principis del segle 18 per Christopher Pinchbeck. S'assembla a l'or fins a un punt en què la gent pot comprar el metall com a joies "efecte" d'or pressupostari.

El metall del príncep

75

25

Un tipus de llautó alfa. A causa del seu color groc, s'utilitza com a imitació de l'or. [42] També anomenat metall del príncep Rupert, l'aliatge va rebre el nom del príncep Rupert del Rin.

Llautó vermell, llautó rosa (C230)

85

5

5

5

Tant un terme americà per a l'aliatge coure-zinc-estany conegut com gunmetal, com un aliatge que es considera tant un llautó com un bronze. [43][44] El llautó vermell també és un nom alternatiu per a l'aliatge de coure C23000, que es compon d'un 14-16% de zinc, un mínim del 0,05% de ferro i un mínim del 0,07% de contingut de plom,[39] i la resta de coure. [45] També pot referir-se al metall d'unça, un altre aliatge coure-zinc-estany.

Llautó baix ric, Tombac

5–20

Sovint s'utilitza en aplicacions de joieria.

Tombac de silici

80

16

4% silici

S'utilitza com a alternativa per a la inversió de peces d'acer fos.

Llautó tonval

> 0

També anomenat CW617N o CZ122 o OT58. No es recomana per a l'ús de l'aigua de mar, sent susceptible a la deszincificació. [46][47]

Llautó groc

67

33

Història

Més informació: Art en bronze i llautó

Tot i que les formes de llautó han estat en ús des de la prehistòria,[48] la seva veritable naturalesa com a aliatge coure-zinc no es va entendre fins a l'època postmedieval perquè el vapor de zinc que reaccionava amb el coure per fabricar llautó no era reconegut com a metall. [49] La Bíblia del Rei Jaume fa moltes referències a "llautó"[50] per traduir "nechosheth" (bronze o coure) de l'hebreu a l'anglès. L'ús anglès shakespearà de la paraula "llautó" pot significar qualsevol aliatge de bronze, o coure, una definició encara menys precisa que la moderna. [cal citació] Els primers llautons podrien haver estat aliatges naturals fabricats per la fosa de minerals de coure rics en zinc. [51] En el període romà, el llautó es produïa deliberadament a partir de minerals metàl·lics de coure i zinc mitjançant el procés de cimentació, el producte del qual era el llautó de calamina, i les variacions sobre aquest mètode van continuar fins a mitjans del segle 19. [52] Finalment va ser substituït per l'espeleologia, l'aliatge directe de coure i zinc metàl·lic que es va introduir a Europa al segle 16. [51]

El llautó de vegades s'ha anomenat històricament "coure groc". [53][54]

Primers aliatges coure-zinc

A l'Àsia occidental i a la Mediterrània Oriental els primers aliatges de coure-zinc es coneixen ara en petit nombre des de diversos jaciments del 3r mil·lenni aC a l'Egeu, l'Iraq, els Emirats Àrabs Units, Kalmykia, Turkmenistan i Geòrgia i des del 2n mil·lenni aC a l'Índia Occidental, Uzbekistan, Iran, Síria, Iraq i Canaan. [55] Exemples aïllats d'aliatges coure-zinc es coneixen a la Xina des del segle 1st dC, molt després que el bronze s'utilitzés àmpliament. [56]

Les composicions d'aquests primers objectes de "llautó" són molt variables i la majoria tenen un contingut de zinc d'entre el 5% i el 15% wt, que és inferior al del llautó produït per la cimentació. [57] Aquests poden ser "aliatges naturals" fabricats per la fosa de minerals de coure rics en zinc en condicions redox. Molts tenen un contingut d'estany similar als artefactes de bronze contemporanis i és possible que alguns aliatges coure-zinc fossin accidentals i potser ni tan sols es distingissin del coure. [57] No obstant això, el gran nombre d'aliatges coure-zinc que es coneixen ara suggereix que almenys alguns es van fabricar deliberadament i molts tenen un contingut de zinc superior al 12% wt, cosa que hauria donat lloc a un color daurat distintiu. [57][58]

Cap al 8th-7th segle aC les tauletes cuneïformes assíries esmenten l'explotació del "coure de les muntanyes" i això pot referir-se al llautó "natural". [59] "Oreikhalkon" (coure de muntanya),[60] la traducció grega antiga d'aquest terme, es va adaptar més tard al llatí aurichalcum que significa "coure daurat" que es va convertir en el terme estàndard per al llautó. [61] Al 4th segle aC Plató coneixia orichalkos tan rars i gairebé tan valuosos com l'or[62] i Plini descriu com l'aurichalcum havia vingut de dipòsits de mineral xipriotes que s'havien esgotat al segle 1 dC.[63] Anàlisi de fluorescència de raigs X de 39 orichalcum Els lingots recuperats d'un naufragi de 2.600 anys d'antiguitat a Sicília van trobar que eren un aliatge fet amb un 75-80% de coure, un 15-20% de zinc i petits percentatges de níquel, plom i ferro. [64][65]

Món romà

Clavegueram persa del segle 7 en llautó amb incrustació de coure

Durant la part posterior del primer mil·lenni aC l'ús del llautó es va estendre per una àmplia àrea geogràfica des de Gran Bretanya[66] i Espanya[67] a l'oest fins a l'Iran, i l'Índia a l'est. [68] Sembla que això va ser encoratjat per les exportacions i la influència de l'Orient Mitjà i la Mediterrània oriental, on s'havia introduït la producció deliberada de llautó a partir de minerals metàl·lics de coure i zinc. [69] L'escriptor Theopompus del segle 4 aC, citat per Strabo,

descriu com l'escalfament de la terra d'Andeira a Turquia produïa "gotes de plata falsa", probablement zinc metàl·lic, que es podria utilitzar per convertir el coure en oreichalkos. [70] Al segle 1st aC, els dioscòrides grecs semblen haver reconegut un vincle entre minerals de zinc i llautó que descriu com es va trobar Cadmia (òxid de zinc) a les parets dels forns utilitzats per escalfar mineral de zinc o coure i explicant que després es pot utilitzar per fer llautó. [71]

Al segle I aC el llautó estava disponible en subministrament suficient per utilitzar-lo com a moneda a Frígia i Bithynia,[72] i després de la reforma de la moneda augusta del 23 aC també es va utilitzar per fer dupondii i sestertii romans. [73] L'ús uniforme del llautó per a la moneda i l'equipament militar a tot el món romà pot indicar un grau d'implicació estatal en la indústria,[74][75] i fins i tot sembla haver estat boicotejat deliberadament per les comunitats jueves de Palestina a causa de la seva associació amb l'autoritat romana. [76]

El llautó es produeix pel procés de cementació on el mineral de coure i zinc s'escalfen junts fins que es produeix vapor de zinc que reacciona amb el coure. Hi ha bones proves arqueològiques d'aquest procés i s'han trobat crucibles utilitzats per produir llautó per cementació en jaciments d'època romana, inclosos Xanten[77] i Nidda[78] a Alemanya, Lió a França[79] i en diversos jaciments de Gran Bretanya. [80] Varien de mida des de petites glans fins a grans àmfores com els vasos, però totes tenen nivells elevats de zinc a l'interior i estan tapades. [79] No mostren signes d' ni prills metàl·lics que suggereixin que els minerals de zinc s'escalfaven per produir vapor de zinc que reaccionava amb el coure metàl·lic en una reacció d'estat sòlid. El teixit d'aquests crucibles és porós, probablement dissenyat per evitar una acumulació de pressió, i molts tenen petits forats a les tapes que poden estar dissenyats per alliberar pressió[79] o per afegir minerals addicionals de zinc prop del final del procés. Dioscòrides va esmentar que els minerals de zinc es van utilitzar tant per al treball com per a l'acabat del llautó, potser suggerint addicions secundàries. [81]

El llautó fabricat durant el primer període romà sembla haver variat entre un 20% i un 28% de zinc. [81] L'alt contingut de zinc en objectes de monedes i llautó va disminuir després del segle I dC i s'ha suggerit que això reflecteix la pèrdua de zinc durant el reciclatge i, per tant, una interrupció en la producció de llautó nou. [73] No obstant això, ara es creu que probablement es tractava d'un canvi deliberat en la composició[82] i, en general, l'ús de llautó augmenta durant aquest període que representa al voltant del 40% de tots els aliatges de coure utilitzats al món romà al segle 4 dC.[83]

Època medieval

Baptisme de Crist a la pica baptismal del segle 12 a l'església de Sant Bartomeu, Lieja

Poc se sap sobre la producció de llautó durant els segles immediatament posteriors al col·lapse de l'Imperi Romà. La interrupció en el comerç de l'estany per al bronze d'Europa occidental pot haver contribuït a la creixent popularitat del llautó a l'est i als segles 6th-7th dC més del 90% dels artefactes d'aliatge de coure d'Egipte estaven fets de llautó. [84] No obstant això, també es van utilitzar altres aliatges com el bronze d'estany baix i variaven segons les actituds culturals locals, la finalitat del metall i l'accés al zinc, especialment entre el món islàmic i bizantí. [85] Per contra, l'ús del llautó veritable sembla haver disminuït a Europa occidental durant aquest període a favor dels gunmetals i altres aliatges mixtos[86] però al voltant de 1000 artefactes de llautó es troben a les tombes escandinaves d'Escòcia,[87] el llautó s'utilitzava en la fabricació de monedes a Northúmbria[88] i hi ha proves arqueològiques i històriques de la producció de llautó de calamina a Alemanya[77] i als Països Baixos,[89] àrees riques en mineral de calamina.

Aquests llocs continuarien sent importants centres de fabricació de llautó durant tot l'època medieval,[90] especialment Dinant. Els objectes de llautó encara es coneixen col·lectivament com dinanderie en francès. La pica baptismal de l'església de Sant Bartomeu de Lieja, a la moderna Bèlgica (abans de 1117) és una obra mestra destacada de la fosa de llautó romànic, tot i que també sovint descrita com a bronze. El metall de principis del segle 12 Gloucester Candlestick és inusual fins i tot segons els estàndards medievals en ser una barreja de coure, zinc, estany, plom, níquel, ferro, antimoni i arsènic amb una quantitat inusualment gran de plata, que oscil·la entre el 22,5% a la base i el 5,76% a la paella per sota de l'espelma. Les proporcions d'aquesta barreja poden suggerir que el canelobre es va fer a partir d'un munt de monedes antigues, probablement romanes tardanes. [91] Latten és un terme per a sanefes decoratives i objectes similars tallats de xapa, ja sigui de llautó o bronze. Els aquamaniles es fabricaven normalment en llautó tant en el món europeu com en l'islàmic.

El procés de cementació es va continuar utilitzant, però fonts literàries tant d'Europa com del món islàmic semblen descriure variants d'un procés líquid de major temperatura que va tenir lloc en crucibles oberts. [92] La cimentació islàmica sembla haver utilitzat òxid de zinc conegut com a tutiya o tutty en lloc de minerals de zinc per a la fabricació de llautó, donant lloc a un metall amb impureses de ferro més baixes. [93] Diversos escriptors islàmics i l'italià del segle 13 Marco Polo descriuen com es va obtenir per sublimació a partir de minerals de zinc i es va condensar en barres d'argila o ferro, exemples arqueològics dels quals s'han identificat a Kush, a l'Iran. [94] Després es podria utilitzar per a la fabricació de llautó o amb finalitats medicinals. Al segle 10 el lemen al-Hamdani va descriure com la propagació d'al-iglimiya, probablement òxid de zinc, a la superfície del coure fos produïa vapor de tutiya que després reaccionava amb el metall. [95] L'escriptor iranià del segle 13 al-Kashani descriu un procés més complex pel qual la tutiya es barrejava amb panses i es rostia suaument abans de ser afegida a la superfície del metall fos. En aquest punt es va afegir una tapa temporal presumiblement per minimitzar la fugida del vapor de zinc. [96]

A Europa es va produir un procés líquid similar en crucibles oberts que probablement va ser menys eficient que el procés romà i l'ús del terme tutty per Albertus Magnus al segle 13 suggereix la influència de la tecnologia islàmica. [97] El monjo alemany del segle 12 Theophilus va descriure com els crucibles preescalfats eren un sisè ple de calamina i carbó vegetal en pols i després rematats amb coure i carbó vegetal abans de ser fosos, remenats i omplerts de nou. El producte final va ser fos, després es va tornar a fondre amb calamina. S'ha suggerit que aquesta segona fusió podria haver tingut lloc a una temperatura més baixa per permetre absorbir més zinc. [98] Albertus Magnus va assenyalar que el "poder" tant de la calamina com del tutty es podia evaporar i va descriure com l'addició de vidre en pols podria crear una pel·lícula per unir-la al metall. [99] Es coneixen crucibles alemanys de fabricació de llautó de Dortmund que daten del segle 10 dC i de Soest i Schwerte a Westfàlia que daten al voltant del segle 13 confirmen el relat de Theophilus, ja que estan oberts, tot i que els discos ceràmics de Soest poden haver servit com a tapes soltes que podrien haver estat utilitzades per reduir l'evaporació de zinc i tenir a l'interior resultant d'un procés líquid. [100]

Àfrica

12th segle "Cap de bronze d'Ife", en realitat de "zinc-llautó fortament plomat"

Alguns dels objectes més famosos de l'art africà són les foses de cera perdudes de l'Àfrica occidental, principalment de l'actual Nigèria, produïdes primer pel Regne d'Ife i després per l'Imperi de Benín. Tot i que normalment es descriuen com a "bronzes", els bronzes de Benín, ara majoritàriament al Museu Britànic i altres col·leccions occidentals, i els grans caps de retrat com el cap de bronze d'Ife de "zinc-llautó fortament plomat" i el cap de bronze de la reina Idia, tots dos també del Museu Britànic, es descriuen millor com a llautó, tot i que de composicions variables. [101] El treball en llautó o bronze va continuar sent important en l'art de Benín i altres tradicions de l'Àfrica Occidental, com els pesos d'or dels Akan, on el metall era considerat com un material més valuós que a Europa.

Renaixement i Europa postmedieval

El Renaixement va veure canvis importants tant en la teoria com en la pràctica de la fabricació de metalls a Europa. Al segle 15 hi ha proves de l'ús renovat de crucibles de cimentació tapats a Zwickau a Alemanya. [102] Aquests grans crucibles eren capaços de produir c.20 kg de llautó. [103] Hi ha restes d'i trossos de metall a l'interior. La seva composició irregular suggereix que es tractava d'un procés de temperatura més baixa, no del tot líquid. [104] Les tapes crucibles tenien petits forats que es bloquejaven amb taps d'argila prop del final del procés presumiblement per maximitzar l'absorció de zinc en les etapes finals. [105] Les crucibles triangulars es van utilitzar llavors per fondre el llautó per a la fosa. [106]

Escriptors tècnics del segle 16 com Biringuccio, Ercker i Agricola van descriure una varietat de tècniques de fabricació

de llautó de cimentació i es van apropar a comprendre la veritable naturalesa del procés assenyalant que el coure es va fer més pesat a mesura que es va canviar a llautó i que es va tornar més daurat a mesura que s'afegia calamina addicional. [107] El zinc metall també era cada vegada més comú. Cap al 1513 arribaven a Londres lingots metàl·lics de zinc procedents de l'Índia i la Xina i s'explotaven pellets de zinc condensats en fums de forn al Rammelsberg d'Alemanya per a la fabricació de llautó de cimentació des de l'entorn de 1550. [108]

Finalment es va descobrir que el zinc metàl·lic es podia aliar amb coure per fabricar llautó, un procés conegut com a espeleologia,[109] i el 1657 el químic alemany Johann Glauber havia reconegut que la calamina no era "res més que zinc no fos" i que el zinc era un "metall mig madur". [110] No obstant això, alguns llautons de ferro alts i baixos anteriors, com la placa commemorativa de llautó Wightman de 1530 d'Anglaterra, podrien haver estat fabricats mitjançant l'aliatge de coure amb zinc i incloure traces de cadmi similars a les trobades en alguns lingots de zinc de la Xina. [109]

No obstant això, el procés de cimentació no es va abandonar i, ja a principis del segle 19, hi ha descripcions de cimentació d'estat sòlid en un forn amb cúpula a uns 900-950 °C i que va durar fins a 10 hores. [111] La indústria del llautó europea va continuar florint fins al període postmedieval boicotejada per innovacions com la introducció del segle 16 de martells alimentats per aigua per a la producció de mercaderies com ara olles. [112] El 1559, la ciutat alemanya d'Aquisgrà només era capaç de produir 300.000 cwt de llautó a l'any. [112] Després de diversos falsos inicis durant els segles 16 i 17, la indústria del llautó també es va establir a Anglaterra aprofitant abundants subministraments de coure barat fos al nou forn reverberador de carbó. [113] El 1723 el fabricant de llautó de Bristol Nehemiah Champion va patentar l'ús de coure granulat, produït per l'abocament de metall fos a l'aigua freda. [114] Això va augmentar la superfície del coure ajudant-lo a reaccionar i es va informar de fins a un 33% de contingut de zinc mitjançant aquesta nova tècnica. [115]

El 1738 el fill de Nehemiah, William Champion, va patentar una tècnica per a la primera destil·lació a escala industrial de zinc metàl·lic coneguda com destil·lació per descenc o "el procés anglès". [116][117] Aquest zinc local es va utilitzar en l'espeleologia i va permetre un major control sobre el contingut de zinc del llautó i la producció d'aliatges de coure d'alt zinc que haurien estat difícils o impossibles de produir mitjançant cimentació, per al seu ús en objectes cars com instruments científics, rellotges, botons de llautó i bijuteria. [118] No obstant això, Champion va continuar utilitzant el mètode de cimentació de calamina més barat per produir llautó de zinc inferior[118] i les restes arqueològiques de forns de cimentació en forma de rusc d'abella han estat identificades en els seus treballs a Warmley. [119] A mitjans i finals del segle 18, els desenvolupaments en destil·lació de zinc més barats com els forns horitzontals de John-Jaques Dony a Bèlgica i la reducció d'aranzels sobre el zinc[120] així com la demanda d'aliatges de zinc alts resistent a la corrosió van augmentar la popularitat de l'espeleologia i, com a resultat, la cimentació va ser abandonada en gran mesura a mitjans del segle 19. [121]

Vegeu també

A Wikimedia Commons hi ha contingut multimèdia relatiu a: Brass

Auxbrebis
Llit de llautó
Fregament de llautó
Llista d'aliatges de coure
Pinchbeck (aliatge)
Or nòrdic

Referències

- [^] Dissenyador d'enginyeria 30 (3): 6–9, maig–juliol 2004
- [^] Manual de maquinària, Industrial Press Inc, Nova York, Edició 24, p. 501
- [^] Bearings and bearing metals. La Premsa Industrial. 1921. Pàg 29.

^ "aliatge de coure (Nota d'abast)". Museu Britànic. El terme aliatge de coure s'ha de buscar per a la recuperació completa d'objectes de bronze o llautó. Això es deu al fet que el bronze i el llautó de vegades s'han utilitzat indistintament en la documentació antiga, i l'aliatge de coure és el terme ampli d'ambdós. A més, el públic pot referir-se a certes col·leccions pel seu nom popular, com 'Els bronzes de Benín' la majoria de les quals són en realitat de llautó

^ "Eines manuals: eines que no provoquen espurnes". Centre Canadenc de Seguretat i Salut Laboral. 1 de desembre de 2017. [Consulta: 30 abril 2022].

^ Walker, Roger. "Massa, pes, densitat o gravetat específica de diferents metalls". Densitat de Materials. Regne Unit: SImetric.co.uk. [Consulta: 9 gener 2009]. llautó – fosa, 8400–8700... llautó – enrotllat i dibuixat, 8430–8730

^ M. F. Ashby; Kara Johnson (2002). Materials i disseny: l'art i la ciència de la selecció de materials en el disseny de producte. Butterworth-Heinemann. Pàg 223. ISBN 978-0-7506-5554-5. [Consulta: 12 maig 2011].

^ Frederick James Camm (1949). Llibre de referència de Newnes Engineer. George Newnes. Pàg 594.

^ Associació per al Desenvolupament del Coure. "Pub 117 Les llautons - Propietats i aplicacions" (PDF). Arxivat de l'original el 30 octubre 2012. [Consulta: 9 maig 2012].

^ "El llautó és magnètic? Què és el llautó magnètic?". Ferralla Junkie. 1 de gener de 2020. [Consulta: 19 gener 2020].

^ Metalls als edificis històrics d'Amèrica: usos i tractaments de conservació. Departament d'Interior dels EUA, Servei de Conservació i Recreació del Patrimoni, Serveis Tècnics de Preservació. 1980. p. 119.

^ Temps d'estancament, composició, pH i efectes de l'ortofosfat sobre la lixiviació de metalls del llautó. Washington DC: Agència de Protecció Ambiental dels Estats Units. Setembre 1996. Pàg 7. EPA/600/R-96/103.

^ Notícies i alertes - Departament de Justícia de Califòrnia - Oficina del Fiscal General. 12 d'octubre de 1999. Arxivat 26 octubre 2008 a Wayback Machine.,

^ Notícies i alertes - Departament de Justícia de Califòrnia - Oficina del Fiscal General. 27 d'abril de 2001. Arxivat 2008-10-26 a Wayback Machine.

^ Tribunal Superior de San Francisco, People v. Ilco Unican Corp., et al. (Núm. 307102) i Mateel Environmental Justice Foundation v. Ilco Unican Corp., et al. (Núm. 305765)

^ Jump up to:un b AB 1953 Assembly Bill - Bill Analysis Arxivat 25 setembre 2009 a Wayback Machine. Info.sen.ca.gov. Consultat el 9 desembre 2011.

^ Requisits per als productes de fontaneria de baix plom a Califòrnia Arxivat el 2 d'octubre de 2009 a Wayback Machine., Full informatiu, Departament de Control de Substàncies Tòxiques, Estat de Califòrnia, Febrer de 2009

^ "Llautó resistent a la corrosió (DZR o CR) per a ambients durs". Rub Inc. 24 maig 2016. [Consulta: 26 maig 2020].

^ "Llautó". Petjada oceànica. [Consulta: 26 maig 2020].

^ "Especificacions" (PDF). Corporació d'Aliatges Metàl·lics. [Consulta: 6 gener 2021].

^ "Llautó vermell/Gunmetals". Copper.org. [Consulta: 26 maig 2020].

^ "Gunmetal | metal·lúrgia". Enciclopèdia Britannica. [Consulta: 26 maig 2020].

^ "Què és Naval Brass?". Fabricació nacional de bronze. 17 de maig de 2013. [Consulta: 26 maig 2020].

^ Bell, Terence. "Heus aquí per què els aliatges poden canviar les propietats del llautó" ThoughtCo. [Consulta: 28 gener 2021].

^ "Copper in the Arts Magazine - Agost 2007: L'art dels instruments de llautó". Copper.org. [Consulta: 26 maig 2020].

^ Jump up to:un b "L'EPA registra productes d'aliatge que contenen coure", maig de 2008

^ Jump up to:un b c Michel, James H.; Moran, Wilton; Michels, Harold; Estelle, Adam A. (20 de juny de 2011). "El coure antimicrobià desplaça l'acer inoxidable, gèrmens per a aplicacions mèdiques: Els aliatges tenen propietats naturals per matar gèrmens". Diari de tubs i canonades.

^ Jump up to:un b Noyce, J. O.; Michels, H.; Keevil, C. W. (2006). "Ús potencial de superfícies de coure per reduir la supervivència de Staphylococcus aureus resistent a la meticil·lina epidèmica en l'entorn sanitari" (PDF). Diari d'infecció hospitalària. 63 (3): 289-297. DOI:10.1016/j.jhin.2005.12.008. 16650507 PMID. Arxivat de l'original el 17 gener 2012.

^ Schmidt, MG (2011). "Les superfícies de coure a l'UCI van reduir el risc relatiu d'adquirir una infecció mentre estaven hospitalitzats". Actes BMC. 5 (Suppl 6): O53. DOI:10.1186/1753-6561-5-S6-O53. pmc 3239467.

^ "Assajos clínics TouchSurfaces: Inici". coppertouchsurfaces.org.

^ "355 aliatges de coure ara aprovats per l'EPA com a antimicrobians". Revista d'aparells. 28 de juny de 2011.

^ Kuhn, Phyllis J. (1983). "Poms de porta: una font d'infecció nosocomial?" Arxivat 16 febrer 2012 a Wayback Machine Diagnostic Medicine

^ Esp?rito Santo, Cristòfor; Taudte, Nadine; Nies, Dietrich H.; i Herba, Gregor (2007). "Contribució de la resistència dels ions de coure a la supervivència d'Escherichia coli en superfícies metàl·liques de coure". Microbiologia Aplicada i Ambiental. 74 (4): 977-86. DOI:10.1128/AEM.01938-07. pmc 2258564. 18156321 PMID.

^ Santo, C. E.; Lam, E. W.; Elowsky, C. G.; Quaranta, D.; Domaille, D. W.; Chang, C. J.; Herba, G. (2010). "Matança bacteriana per superfícies metàl·liques seques de coure". Microbiologia Aplicada i Ambiental. 77 (3): 794-802. DOI:10.1128/AEM.01599-10. pmc 3028699. 21148701 PMID.

^ Scott, David A. (2002). Coure i bronze en l'art: corrosió, colorants, conservació. Getty Publicacions. ISBN 9780892366385.

^ Bradley, A. J.; Thewlis, J. (1 d'octubre de 1926). "L'estructura de ?-llautó". Actes de la Royal Society. 112 (762): 678-692. Bibcode:1926RSPSA.112.. 678B. doi:10.1098/rspa.1926.0134.

- ^ Simons, E. N. (1970). Diccionari d'aliatges, Universitat de Cornell
- ^ Joseph R. Davis (1 de gener de 2001). Aliatges de Coure i Coure. ASM Internacional. Pàg 7. ISBN 978-0-87170-726-0.
- ^ Jump up to:un b c "Guia de productes de llautó".
- ^ "Els dòlars presidencials". Associació per al Desenvolupament del Coure. Abril 2007.
- ^ "464 Llautó naval (bronze tobin)". Kormax Subministraments d'Enginyeria. [Consulta: 4 desembre 2017].
- ^ Inventari Nacional de Contaminants - Full informatiu de coure i compostos Arxivat el 2 de març de 2008 a Wayback Machine. Npi.gov.au. Consultat el 9 desembre 2011.
- ^ Ammen, C. W. (2000). Metalcasting. McGraw-Hill Professional. Pàg 133. ISBN 978-0-07-134246-9.
- ^ Jeff Pope (23 de febrer de 2009). "Els problemes de fontaneria poden continuar creixent". Sol de Las Vegas. [Consulta: 9 juliol 2011]. ... El llautó vermell sol tenir entre un 5 per cent i un 10 per cent de zinc ...
- ^ "C23000 Aliatges de coure (llautó vermell, C230) Full de dades de propietat material". Arxivat de l'original el 30 March 2010. [Consulta: 26 agost 2010].
- ^ Prospecció de iots i petites embarcacions. Adlard Coles. 2011. p. 125. ISBN 9781408114032. Aneu amb compte amb els accessoris del casc i les cues, o qualsevol altre component del conjunt, fabricats amb TONVAL. Es tracta bàsicament de llautó i totalment inadequat per al seu ús per sota de la línia d'aigua a causa de la seva tendència a deszincificar-se i desintegrar-se
- ^ Print Layout 1 Arxivat el 8 d'agost de 2007 a Wayback Machine. (PDF) . Consultat el 9 desembre 2011.
- ^ Thornton, C. P. (2007) "De llautó i bronze a la prehistòria del sud-oest d'Àsia" a La Niece, S. Hook, D. i Craddock, P.T. (eds.) Metalls i mines: Estudis en arqueometal·lúrgia Londres: Publicacions arquetip. ISBN 1-904982-19-0
- ^ de Ruelle, M. (1995) "De Contrefei i Speauter a Zinc: El desenvolupament de la comprensió de la naturalesa del zinc i el llautó a l'Europa postmedieval" a Hook, D. R. i Gaimster, D. R. M (eds). Comerç i descobriment: l'estudi científic d'artefactes de l'Europa postmedieval i més enllà. Londres: British Museum Occasional Papers 109
- ^ Concordança completa de Cruden, p. 55
- ^ Jump up to:un b Craddock, P. T. i Eckstein, K (2003) "Producció de llautó a l'antiguitat per reducció directa" a Craddock, P. T. i Lang, J. (eds.) Minería i producció de metalls a través de les edats. Londres: Museu Britànic, pp. 226–27
- ^ Rehren i Martinon Torres 2008, pp. 170–175
- ^ Chen, Hailian (3 de desembre de 2018). Zinc per a monedes i llautó: buròcrates, comerciants, artesans i treballadors miners a la Xina de Qing, ca. 1680s-1830s. BRILL. ISBN 978-90-04-38304-3.
- ^ Humphreys, Henry Noel (1897). El Manual del col·leccionista de monedes: Que comprèn un relat històric i crític de l'origen i el progrés de l'encunyació, des del primer període fins a la caiguda de l'Imperi Romà, amb algun relat de les monedes de l'Europa moderna, més especialment de Gran Bretanya. Campana.
- ^ Thornton 2007, pp. 189–201
- ^ Zhou Weirong (2001). "L'aparició i el desenvolupament de tècniques de fosa de llautó a la Xina". Butlletí del Museu dels Metalls de l'Institut Japonès de Metalls. 34: 87-98. Arxivat de l'original el 25 January 2012.
- ^ Jump up to:un b c Craddock i Eckstein 2003 p. 217
- ^ Thornton, C. P. i Ehlers, C. B. (2003) "Early Brass in the ancient Near East", a IAMS Newsletter 23 pp. 27–36
- ^ Bayley 1990, p. 8
- ^ "orichalc – definició d'orichalc en anglès del diccionari Oxford". oxforddictionaries.com. Arxivat de l'original el 9 January 2015.
- ^ Rehren i Martinon Torres 2008, p. 169
- ^ Craddock, P. T. (1978). "La composició dels aliatges de coure utilitzats per les civilitzacions grega, etrusca i romana: 3 Els orígens i l'ús primerenc del llautó". Revista de Ciències Arqueològiques. 5: 1–16 (8). DOI:10.1016/0305-4403(78)90015-8.
- ^ Plini el Vell Historia Naturalis XXXIV 2
- ^ "El metall llegendari de l'Atlàntida trobat al naufragi". Notícies. 10 maig 2017. Arxivat de l'original el 17 maig 2016. [Consulta: 9 gener 2015].
- ^ Jessica E. Saraceni. "Metall inusual recuperat del naufragi grec antic - Revista d'Arqueologia". archaeology.org.
- ^ Craddock, P. T.; Cowell, M.; Stead, I. (2004). "El primer llautó de Gran Bretanya". Revista d'Antiquaris. 84: 339-46. DOI:10.1017/S000358150004587X. 163717910 S2CID.
- ^ Montero-Ruis, I. i Perea, A. (2007). "Llautons en la metal·lúrgia primitiva de la península Ibèrica". A La Neboda, S., Hook, D., i Craddock, P. T. (eds.). Metalls i mines: Estudis en arqueometal·lúrgia. Londres: Arquetip, pp. 136–40
- ^ Craddock i Eckstein 2003, pp. 216–7
- ^ Craddock i Eckstein 2003, p. 217
- ^ Bayley 1990, p. 9
- ^ Craddock i Eckstein 2003, pp. 222–224. Bayley 1990, p. 10.
- ^ Craddock, P. T., Burnett, A., i Preston, K. (1980). "Encunyació hel·lenística a base de coure i els orígens del llautó". A Oddy, W. A. (ed.). Estudis Científics en Numismàtica. British Museum Occasional Papers 18 pp. 53–64
- ^ Jump up to:un b Caley, E. R. (1964). Orichalcum i aliatges antics relacionats. Nova York; Societat Numismàtica

Americana

^ Bayley 1990, p. 21

^ Ponting, M. (2002). "Artefactes militars d'aliatge de coure romans d'Israel: qüestions d'organització i ètnia" (PDF). *Arqueometria*. 44 (4): 555-571. DOI:10.1111/1475-4754.t01-1-00086.

^ Ponting, M. (2002). "Mantenir-se al dia amb la romanització i els aliats de coure a la Primera Revolta Palestina" (PDF). *IAMS*. 22: 3-6.

^ Jump up to:un b Rehren, T (1999). "Petita mida, gran escala Producció de llautó romà a Germania Inferior" (PDF). *Revista de Ciències Arqueològiques*. 26 (8): 1083-1087. DOI:10.1006/jasc.1999.0402. Arxivat de l'original el 10 desembre 2004. [Consulta: 12 maig 2011].

^ Bachmann, H. (1976). "Crucibles d'un assentament romà a Alemanya". *Revista de la Societat Metal·lúrgica Històrica*. 10 (1): 34-5.

^ Jump up to:un b c Rehren i Martinon Torres 2008, pp. 170–71

^ Bayley 1990

^ Jump up to:un b Craddock i Eckstein 2003, p. 224

^ Dungworth, D (1996). «El 'declivi de zinc' de Caley es va reconsiderar». *Crònica numismàtica*. 156: 228-234.

^ Craddock 1978, p. 14

^ Craddock, P. T., La Neboda, S. C., i Hook, D. (1990). "Llautó en el món islàmic medieval". A Craddock, P. T. (ed.), 2000 Anys de Zinc i Llautó. Londres: Museu Britànic, p. 73

^ Ponting, M. (1999). "Orient es troba amb Occident en bet'shan" postclàssic". *Revista de Ciències Arqueològiques*. 26 (10): 1311-1321. DOI:10.1006/jasc.1998.0373.

^ Bayley 1990, p. 22

^ Eremin, Katherine; Graham-Campbell, Jaume; Wilthew, Pau (2002). Biro, K.T; Eremin, K. (eds.). *Anàlisi d'artefactes d'aliatge de coure de tombes fosses nòrdiques paganes a Escòcia. Actes del 31è Simposi Internacional d'Arqueometria. BAR Sèrie Internacional*. Oxford: Arqueopress. 342-349.

^ Gilmore, G. R. i Metcalf, D. M. (1980). "L'aliatge de l'encunyació nordumbriana a mitjan segle IX". A Metcalf, D. i Oddy, W. *Metal·lúrgia en Numismàtica* 1 pp. 83–98

^ Dia 1990, pp. 123–150

^ Dia 1990, pp. 124–133

^ Noel Stratford, p. 232, 245, a Zarnecki, George i altres; *Art romànic anglès, 1066–1200, 1984*, Arts Council of Great Britain, ISBN 0728703866

^ Craddock i Eckstein 2003, pp. 224–25

^ Craddock et al. 1990, 78

^ Craddock et al. 1990, pp. 73–76

^ Craddock et al. 1990, p. 75

^ Craddock et al. 1990, p. 76

^ Rehren, T (1999) "El mateix... però diferent: Una juxtaposició de la fabricació de llautó romà i medieval a Europa" a Young, S. M. M. (ed.) *Metalls a l'antiguitat* Oxford: Archaeopress pp. 252–257

^ Craddock i Eckstein 2003, 226

^ Rehren i Martinon Torres 2008, pp. 176–178

^ Rehren i Martinon Torres 2008, pp. 173–175

^ "The Ife Head" a la base de dades de col·leccions del Museu Britànic. Consultat el 26 de maig de 2014

^ Martinon Torres i Rehren 2002, pp. 95–111

^ Martinon Torres i Rehren 2002, pp. 105–06

^ Martinon Torres i Rehren 2002, p. 103

^ Martinon Torres i Rehren 2002, p. 104

^ Martinon Torres i Rehren 2002, p. 100

^ Martinon Torres i Rehren 2008, 181–82, de Ruetten 1995

^ de Ruetten 1995, 198

^ Jump up to:un b Craddock i Eckstein 2003, 228

^ de Ruetten 1995, 198–9

^ Craddock i Eckstein 2003, 226-27.

^ Jump up to:un b Dia 1990, p. 131

^ Dia 1991, pp. 135–144

^ Dia 1990, p. 138

^ Craddock i Eckstein 2003, p. 227

^ Dia 1991, pp. 179–181

^ Dungworth, D. & White, H. (2007). "Examen científic de restes de destil·lació de zinc de Warmley, Bristol". *Metal·lúrgia Històrica*. 41: 77-83.

^ Jump up to:un b Dia 1991, p. 183

^ Dia, J. (1988). "La indústria del llautó de Bristol: els forns i les seves restes associades". *Revista de Metal·lúrgia*

Històrica. 22 (1): 24.

^ Dia 1991, pp. 186–189

^ Dia 1991, pp. 192–93, Craddock i Eckstein 2003, p. 228

Bibliografia

Bayley, J. (1990). "La producció de llautó a l'antiguitat amb especial referència a la Gran Bretanya romana". A

Craddock, P. T. (ed.). 2000 Anys de Zinc i Llautó. Londres: Museu Britànic.

Craddock, P. T. i Eckstein, K (2003). "Producció de llautó a l'Antiguitat per reducció directa". A Craddock, P. T. i Lang, J. (eds.). Minería i producció de metalls a través de les edats. Londres: Museu Britànic.

Dia, J. (1990). "Llautó i zinc a Europa des de l'edat mitjana fins al segle 19". A Craddock, P. T. (ed.). 2000 Anys de Zinc i Llautó. Londres: Museu Britànic.

Dia, J. (1991). "Producció de coure, zinc i llautó". A Dia, J. i Tylecote, R. F. (eds.). La Revolució Industrial dels Metalls. Londres: L'Institut dels Metalls.

Martinon Torres, M.; Rehren, T. (2002). "Agricola i Zwickau: teoria i pràctica de la producció de llautó renaixentista al SE d'Alemanya". Metal·lúrgia Històrica. 36 (2): 95-111.

Rehren, T. i Martinon Torres, M. (2008) "Naturam ars imitate: European brassmaking between craft and science". A Martinon-Torres, M. i Rehren, T. (eds.). Arqueologia, Història i Ciència: Integració d'aproximacions al material antic. Premsa de costa esquerra.

Enllaços externs

Busqueu llautó a Wiktionary, el diccionari gratuït.

"Pàgina d'inici de llautó". brass.org. Associació per al Desenvolupament del Coure. Arxivat de l'original el 23 January 2009.

amagar

v
t
e

Joieria

Formes

Anklet
Barrette
Cadena del
ventre Cinturó de sivella
Bindi
Bolo corbata
Polsera Fermall

Coll chatelaine
pin
Corona
Cufflink
Arracada
Ferronière
Genital
Pin de solapa
Collaret
Pectoral
Anell penjant

Tiara
Cadena de corbata
Clip
de corbata Pin de corbata
Anell de dits

de la banda
de
butxaca

Rellotge

Confecció

Gent

Banc joier

Rellotger Orfebre
Dissenyador de joies
Lapidarist
Argenter Rellotger
Rellotger

Processos

Talla
Fosa

centrífuga
buit cera perduda

Esmaltat Gravat
Filigree
Kazaziye
Argila metàl·lica

Xapat Poliment
Repoussé i persecució
Soldadura
Escultures de filferro Stonesetting

Joies embolicades amb filferro

Eines

Placa de dibuix
File
Hammer
Mandrel
Pliers

Materials

Metalls preciosos

Plata
de rodi de platí

de
pal·ladi

d'or

Aliatges de metalls preciosos

Plata britànnia
Color or
Corona d'or
Electrum
Shakud?
Shibuichi
Plata de llei

Argentium

Tumbaga

Metalls base

Llautó

Bronze Coure
Mokume-gane
Plata de níquel (alpaca)
Pewter
Pinchbeck
Acer inoxidable
Titani
Tungstè

Pedres precioses minerals

Àgata
Amazonita
Ametista

Aventurina
Beryl
Carnelian
Chrysoberyl
Chrysocolla
Diamant
Diopside
Esmeralda
Fluorita
Granat
Howlite
Jade
Jasper
Kyanita
Labradorita
Lapislàtzuli
Larimar
Malaquita
Marcasita Lunarstone

Obsidiana
Ònix
Opal
Peridot
Quarsiolita Prasiolita

Ruby
Sapphire
Sodalite
Spinel
Sunstone
Tanzanite
Ull de tigre
Topazi
Tourmalina
Turquesa
Variscita
Zircon

Pedres precioses orgàniques

Abalone
Amber
Ammolite
Copal
Coral

Black
Precious

Ivory
Jet

Nacre
Operculum

Pearl Tortoiseshell

Altres objectes naturals

Bezoar
Bog-wood
Ebonita (vulcanita)
Gutta-percha
Closca de pèl

Spondylus closca

Toadstone

Termes

Art joieria
Quirat (massa)
Quirat (puresa)
Trobar
la finor

Temes relacionats [Body piercing](#)[Fashion](#)[Gemology](#)[Metalworking](#)[Phaleristics](#)[Wearable art](#)

França (dades)

Alemanya

Israel

Estats Units