



ANDREA FRISO
Legor Group S.p.A.

Andrea Friso attualmente ricopre in Legor Group S.p.A. il ruolo di Division Sales Manager per la divisione Master Alloy. Laureato nel 2003 in ingegneria dei materiali presso l'Università di Padova con una tesi su leghe d'oro di colori innovativi in collaborazione, collabora con Legor Group sin dal 2004. E' in azienda la figura professionale che opera da tramite fra forza vendite, area produttiva e area R&D, grazie all'esperienza maturata sulle diverse tipologie di prodotto e sul loro posizionamento sui diversi Mercati. Supporta la forza vendite nella pianificazione commerciale, nel raggiungimento degli obiettivi e nel loro controllo periodico. Collabora con l'area tecnica e con l'area R&D relativamente allo sviluppo, l'avanzamento, la promozione dei prodotti.

Il mondo della produzione di bigiotteria e di accessori moda rappresenta un vasto settore che per certi versi può avere similitudini con quello della gioielleria. Scopo del presente lavoro è fornire una panoramica sul mondo degli ottoni e dei bronzi, con riferimento ai soli settori decorativi, in particolare quelli della bigiotteria e del fashion. Verranno individuate le principali categorie di queste leghe, e le loro più rilevanti proprietà per il processo produttivo. Verranno eseguiti degli accenni alle tecnologie utilizzate, alle modalità di protezione nei confronti di usura e ossidazione, e alle possibilità di innovazione tecnologia in questi settori.

Leghe per Bigiotteria a Accessori Moda: Un'Introduzione al settore

Andrea Friso, Massimo Poliero, Andrea Basso

Legor Group S.p.A., Bressanvido (VI), Italia

INTRODUZIONE

Il presente articolo intende concentrare la sua attenzione su alcuni aspetti particolari di settori molto vasti quali quello il settore della bigiotteria, o quello individuato con il termine "settore dell'accessorio", o "settore moda". L'obiettivo è di fare una panoramica sui processi produttivi che coinvolgono metalli e leghe, sulla metallurgia delle leghe non ferrose generalmente utilizzate, e sulle tecnologie per la protezione superficiale dei prodotti finiti.

Il motivo principale per il quale il presente articolo viene presentato in un convegno tradizionalmente dedicato al mondo della produzione della gioielleria è il fatto che, pur non utilizzando metalli preziosi nelle formulazioni usate per la produzione degli oggetti, il settore della bigiotteria e della moda utilizzano tecnologie di produzione e finitura in molti casi simili a quelle del gioiello. Inoltre negli ultimi anni si è iniziato ad assistere ad un interessante dialogo fra settore del prezioso e settore del non prezioso: infatti un aumento dei prezzi dei metalli preziosi da una parte ha spinto i produttori orafi ad abbassare il costo intrinseco del gioiello, muovendo dall'oro verso l'argento, e dall'argento verso bronzo e ottone. D'altra parte, i produttori di bigiotteria divengono sempre più stimolati a trovare degli spunti di differenziazione per impreziosire il proprio prodotto. In entrambi i casi si assiste ad un ruolo importante della protezione superficiale e in particolar modo della galvanica per ottenere una soddisfacente resistenza all'ossidazione del prodotto.

Sono inoltre diversi gli spunti di riflessione provenienti dal settore della moda che potrebbero venire sfruttati anche nel settore del gioiello, quantomeno in termini di metodologia di lavoro per individuare delle standardizzazioni qualitative o delle forme di controllo interno sulla qualità del prodotto.

ANALISI DI MERCATO

I settori che utilizzano leghe di rame per usi decorativi sono in realtà una piccola nicchia di mercato riguardo a quanto viene prodotto attualmente di rame e sue leghe. Secondo uno studio pubblicato dall'European Copper Institute nel 2012, il consumo mondiale di rame e sue leghe è stato in totale di 25,5 milioni di tonnellate metriche, di cui circa 4 milioni di tonnellate per il mercato europeo. Di questo quantitativo, la maggior parte viene destinato a usi tecnologici, con predominanza del settore dell'energia e della conduzione di elettricità. Secondo questo studio la percentuale di materiale che viene indirizzato alla produzione di leghe che possano essere compatibili con il settore decorativo è attorno all'1%, con quindi un bacino teorico di circa 260.000 tonnellate mondiale, e di 40.000 tonnellate per il mercato europeo. Si tratta di numeri che per altri settori industriali potrebbero non sembrare rilevanti, ma che diventano invece cospicui nel caso delle realtà produttive del settore della moda e del bijoux, e che rappresentano un ordine di grandezza completamente diverso rispetto a quello delle leghe orafe, che hanno visto un consumo nell'anno 2011 di leghe preziose a titolo pari a poco meno di 2000 tonnellate per il mercato mondiale di cui solo 180 circa per il mercato europeo (fonte: Thomson Reuters Gold Survey).

CARATTERISTICHE METALLURGICHE

Per quanto riguarda il settore della bigiotteria, due fra le categorie di leghe principalmente usate sono chiaramente gli ottoni e i bronzi, che sono probabilmente le più note fra le leghe a base rame, in quanto utilizzate fin dall'antichità. Le leghe di rame sono notoriamente apprezzate perché più dure e resistenti rispetto al rame puro e perché le loro proprietà meccaniche possono essere ulteriormente accresciute per deformazione plastica a freddo o, in alcuni casi specifici, con un opportuno trattamento termico. Gli elementi aggiunti in lega migliorano le caratteristiche di colabilità ed è ben noto l'utilizzo di bronzi e di ottoni addizionati di particolari elementi per migliorare le prestazioni in microfusione.

Le leghe di rame commercialmente più importanti sono classificabili come segue:

1. Ottoni: leghe di rame e zinco che possono essere suddivise in:
 - a. Ottoni α contenenti fino al 36% di zinco, a loro volta suddivisi in:
 - i. Ottoni α rossi con il 5-20% di zinco;
 - ii. Ottoni α gialli con il 20-36% di zinco;
 - b. Ottoni $\alpha+\beta$ contenenti dal 36% al 45% di zinco.

2. Bronzi: leghe di rame contenenti fino al 12% di un elemento di lega, ovviamente diverso dallo zinco, che possono essere suddivise in:
 - a. Bronzi allo stagno;
 - b. Bronzi al silicio;
 - c. Bronzi all'alluminio;
 - d. Bronzi al berillio.

3. Metalli bianchi: leghe di rame, nichel e zinco.

Oltre alle leghe a base rame, che per ragioni di tipo economico sono considerate, in alcuni settori, dei prodotti di fascia alta vengono utilizzate leghe bassofondenti come la zamak, nome commerciale che indica una famiglia di leghe a base zinco, i cui principali altri elementi sono l'alluminio, il magnesio, il rame, l'antimonio.

I parametri entro i quali si procede alla scelta di un tipo specifico di lega sono di molteplice natura: si parte dal prezzo della lega, passando per la tipologia di processo produttivo che verrà utilizzato, e ci si concentra poi su particolari dettagli tecnici.

OTTONI

Gli ottoni sono essenzialmente leghe di rame e zinco. Alcuni di essi contengono anche piccoli tenori in piombo, stagno o alluminio come elementi di lega. Modifiche più o meno piccole della composizione chimica portano a una combinazione voluta di colore, durezza, resistenza meccanica. La resistenza meccanica e la duttilità crescono con l'aggiunta di zinco fino a un tenore di circa 30%; al di sopra, mentre la resistenza continua a crescere, le duttilità decresce rapidamente. Si fa infatti sempre più sentire la presenza crescente della soluzione solida β più dura e più fragile della α e quindi la lega diventa meno tenace.

Ottoni α gialli e rossi

Gli ottoni α rossi sono leghe a basso tenore di zinco (dal 5% al 20%): hanno una colorazione che va dal rosa al dorato e sono noti anche con il nome di "similori". In questa categoria le più utilizzate sono formulazioni che vanno dal 5% al 15% di zinco che forniscono colori progressivamente più pallidi, e con lavorabilità crescente alla diminuzione del tenore in zinco. Particolarmente apprezzati sono gli ottoni al 5% e al 10% di zinco per la loro buona lavorabilità e bassa tendenza alla fumosità proveniente dall'evaporazione dello zinco durante la fase fusoria.

Gli ottoni α gialli sono leghe che contengono dal 20% al 36% di zinco; combinano buona resistenza meccanica a ottima duttilità e sono perciò particolarmente adatte a subire deformazioni per trafilatura e stampaggio. L'aggiunta all'ottone giallo dello 0,5% - 3% di piombo ne migliora la lavorabilità; pertanto questo tipo di ottone viene usato per parti di macchine filettate, chiavi, parti di lucchetto, orologi. Vedremo come il titolo in piombo di una lega vada incontro a limitazioni d'utilizzo a causa di nuovi riferimenti normativi.

Ottoni $\alpha+\beta$

Gli ottoni $\alpha+\beta$ contengono zinco in tenori fra il 35% e il 40% e presentano a temperatura ambiente due fasi $\alpha+\beta$. A causa della presenza della fase β più dura e fragile queste leghe sono più difficili da lavorare; l'alto tenore in zinco abbassa la temperatura di fusione.

Ottoni al piombo

Gli ottoni contenenti piombo hanno caratteristiche specifiche e sono utilizzati per particolari applicazioni principalmente in lavorazione meccanica. Il piombo è un elemento che non forma soluzione solida con il rame o con la soluzione Cu-Zn, ma rimane completamente separato; essendo l'ultimo elemento a solidificare (per la sua più bassa temperatura di fusione) si trova distribuito ai bordi dei grani della lega Cu-Zn. Un ottone binario Cu-Zn, per la sua alta plasticità si lavora con difficoltà alle macchine utensili, ove forma trucioli lunghi, per la continuità microstrutturale della lega. Se all'ottone binario si aggiungono alcune unità percentuali di piombo (2-3%), questo si dispone ai bordi dei grani e l'attrezzo della macchina utensile rompe con più facilità il truciolo ad ogni strato discontinuo di piombo che esso incontra nella lavorazione meccanica. La presenza di piombo ha anche il vantaggio di facilitare le operazioni meccaniche di finitura con asportazione della sbavatura, foratura, oppure operazioni di fresatura.

La presenza del piombo, unitamente ad un ridottissimo contenuto di impurezze, consente di lavorare a velocità di taglio sempre più elevate limitando l'usura del tagliente dell'utensile e quindi di aumentare i tempi fra una affilatura (o cambio) e l'altra.

Gli ottoni al piombo hanno un alto contenuto in zinco: le alte percentuali di struttura β riducono la duttilità della lega ma ne migliorano la deformabilità nello stampaggio a caldo. Essendo utilizzati principalmente in processi di lavorazione all'utensile, la bassa deformabilità del semilavorato non rappresenta un impedimento al loro utilizzo; rappresentano infatti un materiale di grande consumo in diversi settori.

Negli ottoni aventi struttura α occorre tenere basso il contenuto di piombo, a tutte le temperature, per non comprometterne la lavorabilità. Gli ottoni al piombo con più alto tenore di zinco, in cui è presente fase β alle temperature di lavorazione, sono formabili a caldo: la solubilità del Pb in fase β evita la presenza di una fase liquida a bordo grano. Leghe al Pb con elevata % di fase β sono dunque adatte alla lavorazione a caldo; in genere sono fornite sotto forma di barre a diversa sezione.

Le barre in ottone al piombo, specialmente quelle in grandi sezioni, presentano notevoli tensioni interne distribuite in modo disomogeneo nella sezione, per il diverso grado di deformazione, che subiscono nelle zone vicine alla filiera nella trafila di finitura a freddo; tali tensioni possono indurre rotture per corrosione sotto sforzo, fenomeno favorito dall'alta percentuale di fase β presente; le barre devono essere quindi sottoposte a trattamento di normalizzazione.

Gli ottoni al Pb sono inoltre molto sensibili ai fenomeni di "dezincificazione", un fenomeno di corrosione selettiva che aggredisce principalmente la fase β ricca in zinco della microstruttura. La dezincificazione della fase β non può essere inibita per aggiunta di arsenico, antimonio, fosforo: questi elementi sono efficaci soltanto nella fase α .

Esempi di questa tipologia di composizione sono leghe con contenuto in zinco fra il 37% e il 39%, e in piombo fra l'1% e il 4%, nata per la produzione di meccanica fine quale quella di bilancieri e casse per orologi, parti per orologeria, ingranaggi, rotismi, bulloneria, viteria, spilli, occhiali, gancetti, articoli per uso domestico, minuteria metallica, lucchetti, serrature.

Misura dell'indice di lavorabilità

Per gli ottoni al piombo per lavorazioni ad asportazione di truciolo, come del resto per altri materiali metallici, è estremamente importante disporre di un metodo che permetta di quantificare l'attitudine di una lega ad essere lavorata alle macchine utensili. Per quanto concerne l'idoneità alla foratura si ricorre ad una prova che consiste nel forare uno spessore campione agendo con velocità di rotazione e forza di avanzamento sull'utensile costanti. Il grado di lavorabilità è dato dal tempo che impiega la punta ad effettuare una prefissata corsa di avanzamento. Un'altra prova consiste nel misurare il riscaldamento che subisce un particolare utensile durante la lavorazione del campione in esame.

La suddivisione degli ottoni rispetto alla lavorabilità all'utensile prevede tre gruppi di leghe:

Gruppo 1: leghe ad alta lavorabilità (free-cutting alloys), in cui viene aggiunta una quantità apprezzabile di piombo, zolfo o tellurio per migliorare le caratteristiche di lavorazione all'utensile;

Gruppo 2: leghe a modesta lavorabilità, principalmente ottoni binari esenti da piombo, contenenti rame fra il 60 e l'85%;

Gruppo 3: leghe difficili da lavorare, quali gli ottoni a basso contenuto di zinco.

La lega CuZn36Pb3 (free-cutting brass) appartiene al gruppo 1 ed è utilizzata come riferimento per la lavorabilità ad asportazione di truciolo, con indice pari a 100. Tutte le leghe del gruppo 1 producono trucioli corti e fragili. Poiché questo tipo di truciolo si separa facilmente lasciando libero l'utensile o la macchina, esse sono molto adatte alle lavorazioni veloci alle macchine utensili ad asportazione di truciolo.

Trucioli tipici nella lavorazione all'utensile di leghe del gruppo 2 sono una spirale leggermente aperta od un'elica stretta (che ricorda una scala a chiocciola). Questi trucioli sono relativamente fragili ed una piccola distorsione addizionale li romperà in frammenti separati.

Un tipico truciolo di una lega del gruppo 3 è lungo e continuo ed è spesso incurvato. Poiché è resistente e tenace, tale truciolo sopporterà notevoli distorsioni senza rompersi.

BRONZI

Il termine bronzo designava inizialmente soltanto le leghe rame-stagno; è oggi generalmente attribuito a ogni lega di rame non contenente lo zinco e contenente invece un elemento fra i seguenti: stagno, alluminio, silicio, berillio.

Bronzi allo stagno

I bronzi allo stagno (con tenori fra l'1% e il 12%) sono fra i più comuni e caratterizzati dalla presenza di piccole quantità di fosforo come disossidante del bagno. Lo stagno incrementa la durezza e la resistenza all'usura del rame in maniera più efficace rispetto allo zinco. Le leghe fino all'8% di stagno, facilmente lavorabili a freddo, sono utilizzate per produzione di semilavorati per la produzione di lamiere, prodotti conati, guarnizioni, molle. Elementi caratterizzati da maggiore resistenza ad usura possono venire prodotti con titoli in stagno compresi fra 8% e 12%. Si può arrivare fino a leghe con tenori in stagno molto elevati (20-25%), caratterizzate da estrema durezza e con composizioni assimilabili a quelle di bagni galvanici per finiture di cosiddetto "bronzo bianco", essendo infatti lo stagno a questi tenori sufficiente per sbiancare la lega. Lo zinco è talora aggiunto in parziale sostituzione dello stagno. Il risultato dell'aggiunta di zinco è un miglioramento delle proprietà di colabilità e di tenacità del getto, similmente a quanto accade in alcune leghe orafe dove lo zinco ha l'effetto di abbassare la temperatura di fusione e di allargare l'intervallo di fusione.

Bronzi al berillio

Sono leghe dotate di caratteristiche superiori a quelle dei bronzi allo stagno, e sono utilizzate in settori che necessitano di coniugare buone prestazioni in microfusione ad un marcato effetto di termoiduribilità, ottime proprietà di elasticità, buon comportamento all'utensile. Un esempio è dato dall'utilizzo nel settore dell'occhialeria. Offrono caratteristiche particolarmente apprezzate anche in altri settori tecnologici, quali quello dell'elettrotecnica, specie nella produzione di molle e contatti per parti sollecitate a fatica, o di bulloneria ad alta resistenza e non soggetta a corrosione. Si tratta altresì di leghe che incontrano delle problematiche dal punto di vista del prezzo (originato dalla relativa difficoltà di approvvigionamento del metallo berillio). Di particolare interesse sono le leghe contenenti titoli in Be compresi fra 1,3% e 3% in cui l'effetto del termoidurimento è notevole. La durezza di una lega commerciale al 2% di Berillio sottoposta a termoidurimento a 350°C per 90' vede infatti un incremento da 125 HV dello stato as cast a 220HV del termoidurito.

Metalli bianchi

I metalli bianchi non preziosi appartengono al gruppo delle leghe ternarie rame-nichel-zinco chiamati in Italia alpacche e all'estero con diverse denominazioni (Neusilber, Nickel silver, White copper, German Silver, Argentane). L'aggiunta del nichel alle leghe binarie rame-zinco influisce:

- Sul colore della lega, che per contenuti crescenti fino al 10-20% di nichel passa dal giallo a tonalità più vicine al bianco argenteo;
- Sulle proprietà meccaniche che migliorano rispetto agli ottoni.

In alcuni casi si inserisce dell'argento in lega per migliorare il colore della lega senza averne un eccessivo effetto di indurimento.

Per ragioni di colore, le alpacche sono usate per articoli ornamentali in genere, quasi sempre finite con processi galvanici di argentatura o doratura.

Nei confronti del rispetto della normativa UNI EN 1811:2011, va detto che le normali alpacche non sono in grado di superare i requisiti della normativa, in quanto il titolo in nichel e l'assenza di elementi preziosi in lega portano a valori di cessione nichel non conformi. In effetti la norma UNI EN 1811 nasce con l'intento di limitare le problematiche relative all'allergenicità del nichel contenuto in una lega metallica a contatto con la pelle. Sin dalla prima redazione si riferiva fra gli argomenti di indagine alla vasta categoria di manufatti che va sotto il nome di "jewelry", termine che in inglese indica genericamente sia la gioielleria preziosa (fra cui quella in oro bianco), sia la gioielleria non preziosa, che viene anche denominata "costume jewelry" o "faux bijoux", che ha una resistenza alla cessione nichel decisamente inferiore a causa dell'assenza di elementi preziosi.

Zamak

Il termine "Zamak" designa una famiglia di leghe bassofondenti a base zinco, alluminio, magnesio, rame (di qui il nome, che è un acronimo dal tedesco per "Zink, Aluminum, MAgnesium, Kupfer"). Si tratta di leghe con temperature di colata inferiori ai 400°C, bassissima elongazione a rottura, e poco costose, e grazie a queste caratteristiche sono state scelte in settori caratterizzati dalla necessità di utilizzare un processo produttivo economico, come ad esempio la fusione in centrifuga con l'uso di stampi di silicone, non avendo richieste specifiche di elevata resistenza meccanica. Si tratta infatti di leghe con elongazione a rottura molto bassa, inferiore al 7%. Vengono utilizzate per la produzione di cerniere lampo, maniglie, lucchetti, oggettistica.

Impurezze e Normative vigenti

A livello internazionale, sia in ambito europeo, sia in ambito americano, si nota da diverso tempo una crescente attenzione relativa alle possibili problematiche per la salute dell'utilizzatore che venga a contatto prolungato con oggetti di gioielleria o decorativi, nel caso in cui le leghe metalliche utilizzate per quest'oggetto contengano sostanze che abbiano una documentata rilevanza tossicologica.

Nella vasta lista di elementi metallici che possano risultare rilevanti da questo punto di vista, i più noti e i più utilizzati tradizionalmente per ragioni tecniche sono il cadmio, il piombo, il nichel. Questi tre elementi sono a diverso titolo citati da studi tossicologici come elementi potenzialmente pericolosi; la direzione intrapresa dagli enti normativi è quindi quella di minimizzare l'esposizione a leghe contenenti questi metalli, con particolare attenzione nei confronti dei bambini che fisiologicamente sono i più vulnerabili all'assorbimento di sostanze nocive.

La normativa che identifica le limitazioni all'uso di sostanze pericolose in ambito europeo è la normativa REACH (Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals), che attraverso un testo normativo unico emanato dal Parlamento europeo ed entrato in vigore il 1° Giugno 2007, sostituisce buona parte della precedente legislazione comunitaria in materia di sostanze e preparati chimici e fornisce indicazioni specifiche relative a limitazioni alla presenza di alcuni metalli pesanti nella composizione di leghe metalliche.

Anche in ambito americano sono state promulgate alcune leggi (in California, a riguardo di cadmio e di piombo, Health and Safety code section 25214.1-25214.4.2), e assieme a queste, indicazioni da parte della Consumer Product Safety Commission, la principale agenzia federale americana che regola il contenuto di piombo in oggetti per il mercato consumer. La normativa californiana parla di 600 ppm massime di piombo nella formulazione della lega, per poter essere commercializzata sul mercato come oggetto di gioielleria. Manca ad oggi, a nostra migliore conoscenza, una chiara posizione nel mercato statunitense a riguardo del nichel e delle sue problematiche di allergenicità. La normativa europea risulta in questo caso più stringente e protettiva nei confronti dei consumatori finali rispetto a quella americana, anche se possiamo dire che a questo riguardo restano delle lacune dal punto di vista pratico per quanto riguarda i test eseguiti con il metodo UNI EN 1811:2011.

Concentrandosi a livello europeo, all'interno della Normativa REACH (1907/2006 CE), sono di particolare interesse alcuni punti dell'allegato XVII della Normativa, di cui riportiamo i dettagli.

Nr 1907/2006, punto 27, riguardante il Nichel: prevede che esso non possa essere utilizzato, o meglio che sia presente in lega in quantitativo superiore allo 0,05% (500 ppm):

- a) in tutti gli oggetti metallici che vengono inseriti negli orecchi perforati e in altre parti perforate del corpo umano, a meno che il tasso di cessione di nichel da tali oggetti sia inferiore a $0,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{settimana}$ (limite di migrazione);
- b) in articoli destinati ad entrare in contatto diretto e prolungato con la pelle, quali
 - a. orecchini,
 - b. collane, bracciali e catenelle, braccialetti da caviglia,
 - c. anelli,
 - d. casse di orologi da polso, cinturini e chiusure di orologi,
 - e. bottoni automatici, fermagli, rivetti, cerniere lampo e marchi metallici, se sono applicati agli indumenti,
 - f. se il tasso di cessione di nichel dalle parti di questi articoli che vengono a contatto diretto e prolungato con la pelle è superiore a $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{settimana}$;
- c) in articoli come quelli elencati alla lettera b), se hanno un rivestimento senza nichel, a meno che tale rivestimento sia sufficiente a garantire che il tasso di cessione di nichel dalle parti di tali articoli che sono a contatto diretto e prolungato con la pelle non superi $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{settimana}$ per un periodo di almeno due anni di uso normale dell'articolo."

La norma UNI EN 1811:2011 è il riferimento per l'esecuzione del test di rilascio, ed entrata in vigore il 1 Aprile 2013.

Nr 494/2011 EC: si limita a 100 ppm il contenuto in Cadmio in lega, sia essa utilizzata per la produzione di monili sia per l'uso nella produzione di leghe per saldobrasatura. L'uso del cadmio negli articoli di gioielleria, nella plastica e nelle bacchette per brasatura è vietato nell'UE dal 10 dicembre 2011.

Nr 836/2012 EC, aggiunta della voce 63: Piombo e suoi composti sono da non immettere sul mercato o usare in singole parti di articoli di gioielleria se la concentrazione di piombo (espressa in metallo) in tale parte è uguale o superiore a 0,05 % in peso. Con "Articoli di gioielleria" si intendono gli articoli di gioielleria, di bigiotteria e gli accessori per capelli (braccialetti, collane e anelli; articoli di gioielleria per piercing; orologi da polso e bracciali da uomo). Questa limitazione

non si applica alle componenti interne di orologi, inaccessibili ai consumatori; sono in deroga anche vetri cristalli, e pietre preziose e semipreziose non sintetiche o ricostituite, eccetto quelle trattate con piombo o suoi composti o miscele contenenti tali sostanze. La norma specifica chiaramente che la limitazione è individuata solo ai settori relativi agli articoli di gioielleria; sono al momento esclusi altri settori industriali. La norma è operativa dal 9 Ottobre 2012.

Effetti tossicologici del piombo

La nocività del piombo è nota da molto tempo, specie nelle sue manifestazioni acute (colica saturnina). Tuttavia recentemente, come è accaduto per numerosi altri agenti inquinanti, la dose considerata critica è stata notevolmente abbassata. Assorbito essenzialmente attraverso la respirazione e la nutrizione, il piombo non viene metabolizzato, ma per larga parte escreto, mentre il resto (circa 20%) si distribuisce nei tessuti. Il piombo è in grado di danneggiare praticamente tutti i tessuti, in particolare i reni e il sistema immunitario. La manifestazione più subdola e pericolosa dell'avvelenamento da piombo è quella a carico del sistema nervoso. La neuropatia da piombo colpisce soprattutto nello sviluppo, con turbe comportamentali e danni cognitivi. Studi epidemiologici hanno mostrato una forte correlazione fra il livello di piombo nel sangue e nelle ossa e scarse prestazioni in prove attitudinali (test QI o psicometrici); una simile correlazione è stata accertata anche in studi comportamentali su animali esposti al piombo subito dopo la nascita. Il processo di apprendimento avviene attraverso la formazione e il rimodellamento delle sinapsi e l'effetto tossico del piombo su questo processo suggerisce che questo metallo danneggi specificamente la funzione sinaptica. La particolare vulnerabilità dei bambini all'avvelenamento da piombo è uno dei motivi per i quali tale metallo è stato interessato dalle restrizioni all'utilizzo, per il rischio di ingestione o contatto accidentale prolungato con le pareti mucose.

Effetti tossicologici del cadmio

Il cadmio deriva le sue proprietà tossicologiche dalla sua somiglianza chimica allo zinco, un micronutriente essenziale per le piante, gli animali e gli esseri umani. Il cadmio è biopersistente e, una volta assorbito da un organismo, rimane in esso per molti anni (nell'ordine di decine per gli uomini) prima di venire espulso.

Negli esseri umani, l'esposizione di lunga durata è associata a disfunzioni renali. Elevata esposizione può portare all'affezione polmonare ostruttiva ed è collegata a cancro polmonare, anche se i dati riguardo a quest'ultimo sono difficili da interpretare a causa di altri fattori concomitanti. Il cadmio può anche produrre problemi alle ossa (osteomalacia, osteoporosi) negli esseri umani e negli animali.

Effetti tossicologici del berillio

È un metallo che può essere molto nocivo se respirato, perché può danneggiare i polmoni e causare polmonite. L'effetto il più comunemente noto del berillio è detto berilliosi, un disordine pericoloso e persistente dei polmoni che può anche danneggiare altri organi, come il cuore. L'inalazione di berillio sul posto di lavoro è la principale causa di berilliosi. Il berillio può anche causare reazioni allergiche nelle persone ipersensibili a tale elemento chimico. Queste reazioni possono essere molto pesanti e possono persino portare una persona ad ammalarsi, condizione nota come la malattia cronica del berillio (CBD). Oltre che causare berilliosi e CBD, il berillio può anche aumentare le probabilità di sviluppo del cancro e di danni al DNA.

Effetti tossicologici del nichel

Il nichel è un metallo molto usato in diversi settori, principalmente per la produzione di acciai e di leghe ferrose. Abbiamo visto come sia utilizzato anche per la produzione di leghe a base rame di colore bianco. Il nichel è stato indicato come sostanza potenzialmente pericolosa per la salute umana. Oltre che per un possibile rischio di carcinogenicità dovuto all'aspirazione di polveri o fumi, fra le ragioni principali per le quali la normativa REACH intende limitare il nichel nei manufatti che vanno a contatto con la pelle, è il fatto di essere causa di problematiche di allergicità, che possono portare a dermatiti da contatto. Questa norma precedentemente citata considera come discrimine dell'utilizzabilità di una lega non tanto la sola formulazione ma l'effettivo rischio di reazione chimica e appunto il valore di nichel rilasciato sulla pelle. L'uso della sola formulazione avrebbe reso inutilizzabili leghe molto comuni come gli acciai inox austenitici molto utilizzati ad esempio nel settore dell'orologeria. All'atto pratico per il settore del fashion, l'introduzione della Normativa REACH esclude di fatto la possibilità di utilizzare alpacche per la produzione di manufatti in metallo bianco, quando essi non siano adeguatamente protetti superficialmente.

La norma sul rilascio nichel implica anche delle limitazioni nel settore della galvanica: non sono infatti più utilizzabili bagni di nichelatura, che sono stati per lungo tempo la soluzione più pratica ed economica per ottenere un pre-strato duro, bianco, coprente per poi procedere a messe a colore. I bagni galvanici a spessore di nichelatura, molto usati anche dagli argentieri, hanno dimostrato di non superare le richieste della norma UNI EN 1811:2011. Gli operatori devono quindi ricorrere a deposizioni galvaniche differenti, quali bronzi bianchi o altri bagni non preziosi, quando la tipologia di oggetto non giustifichi l'utilizzo di bagni galvanici a base di elementi preziosi, come ad esempio i bagni a base palladio o sistemi palladio-ferro.

Da un lato le esigenze normative, dall'altro richieste sempre più esigenti, specie da parte di grandi gruppi di distribuzione e marchi del mondo della moda, rendono necessario poter controllare con assoluta certezza la natura della lega e dei depositi superficiali che vengono utilizzati nella produzione di un accessorio moda. Per un'azienda produttrice diventa necessario poter chiedere al proprio fornitore di certificare il livello di impurezze nocive nella composizione di una lega destinata al settore consumer entro i parametri previsti dalla normativa o addirittura anche più stringenti. E' il caso di alcuni marchi della moda nei confronti dell'uso di ottoni, per i quali i capitoli interni parlano chiaramente di quantitativi ammessi di piombo in lega anche di 10 volte inferiori rispetto a quanto previsto dalla normativa. Si tratta ad ogni modo di richieste che rendono conto della necessità di dare un qualche valore aggiunto di fronte al cliente finale con un prodotto che altrimenti potrebbe venire percepito come povero o, peggio, rischioso nell'utilizzo.

Una normativa attiva in un paese o in una comunità di paesi che sia particolarmente restrittiva nei confronti di una materia prima può diventare anche una forma di controllo dal punto di vista commerciale, in quanto essa potrebbe limitare il numero dei fornitori in grado di proporre certi tipi di prodotto. Si rende ad ogni modo necessario riuscire ad appoggiarsi a fornitori in grado di rispondere correttamente a queste richieste.

SEMILAVORATI E MATERIE PRIME

Diverse sono le tipologie di forma del semilavorato disponibili, funzionali a specifici processi produttivi. I semilavorati tipo barra o lastra sono i più utilizzati per aziende che lavorano con centri di lavoro a controllo numerico o con sistemi di fresatura / taglio laser. Le dimensioni della barra o del foglio sono dipendenti dalla dimensione del centro di lavoro, ma si lavora con dimensioni relativamente importanti (molto comuni piastre da 500 mm x 500 mm per l'alimentazione della macchina CNC).

In questi casi l'azienda produttrice del componente per il settore moda preferisce acquistare il semilavorato esternamente, così da poter partire con tolleranze, finitura superficiale e composizione sempre controllata. La differenza principale con il settore orafa in questo caso sta nel relativamente basso costo della materia prima e nei grandi quantitativi prodotti, che rende molto più vantaggioso procedere all'acquisto di un semilavorato già pronto all'uso piuttosto che a produrlo in casa come succede nel caso di leghe d'oro o argento a titolo, in cui il calo di qualsiasi operazione di trasformazione rappresenta un fattore di costo molto rilevante. Lo stesso tipo di considerazione si applica a quanti debbano produrre catene in ottone o bronzo; anche in questo caso l'approvvigionamento di un filo già a diametro e di struttura metallurgica controllata risulta più pratico ed economico e quindi vantaggioso.

Inoltre, il processo produttivo di lastra e filo di ottoni e bronzi, oltre a considerazioni di tipo economico, necessita di alcuni accorgimenti tecnici nell'atto della colata continua, che rendono relativamente complesso produrle in lotti di piccole quantità. Ad esempio, risulterebbe abbastanza limitato il titolo in stagno utilizzabile in un bronzo, che altrimenti rischierebbe di strappare il semilavorato o di avere problemi di eccessiva adesione alla filiera interna in grafite. Nel caso di ottoni, il titolo in zinco potrebbe risultare complesso da controllare a causa della tendenza a fumare e ad ossidarsi, e quindi a generare variazioni di colore o difettosità superficiali. Ad ogni modo, per ottimizzare la riuscita di una colata continua di bronzi od ottoni, è opportuno l'inserimento in lega di piccoli quantitativi di disossidanti (fosforo, litio, boro) atti a prevenire effetti di ossidazione del rame in fase liquida e utili a migliorare la scorrevolezza nella filiera in fase di solidificazione.

Per quanto riguarda la microfusione, le dimensioni del materiale da fondere vanno dalle gocce di diametro 2-6 mm a lingotti di varia pezzatura, che possono avere pesi che vanno da 100-200 g fino a circa 25 kg, opportunamente tagliati ove necessario per facilitare l'inserimento nel crogiolo. Le leghe in gocce hanno il vantaggio di essere più facili da dosare, di essere più veloci da fondere nel crogiolo, di avere un fattore di forma che permette di sfruttare al meglio lo spazio nel crogiolo. Inoltre in molti casi le formulazioni dei prodotti forniti in lingotti vengono concepite preferibilmente per processi di fonderia pesante, sui quali non viene garantito o controllato il contenuto di impurezze, o peggio, vengono prodotte utilizzando materiali di scarto da altri processi fusori con naturale deterioramento delle prestazioni. Questo può portare a un vantaggio dal punto di vista di un prezzo inferiore, ma certamente non da sicurezza della qualità del prodotto, sia in termini di prestazioni tecniche (colorazione, riutilizzabilità, disossidazione), sia in termini di rispetto delle normative vigenti.

TIPOLOGIE DI PROCESSO PRODUTTIVO

I settori del fashion e dell'accessorio utilizzano materiali che, almeno per quanto riguarda le leghe a base rame, sono perfettamente compatibili dal punto di vista tecnologico con i processi orafi e argentieri, dato che vi sono diversi parametri che risultano essere simili. Le temperature di processo sono compatibili, come abbastanza vicine sono le durezze in gioco. Simili anche le esigenze dal punto di vista della finitura, dato che in questi settori aspetti come la lucentezza, la resistenza all'ossidazione del manufatto, il controllo della rugosità sono fondamentali.

La diversità principale è data dai quantitativi di produzione di manufatti che utilizzano materiali non preziosi, che sono decisamente più consistenti. Per questo motivo le realtà produttive del settore della moda e della bigiotteria possono utilizzare sistemi produttivi anche di costo elevato, contando su una materia prima a basso costo e su alti quantitativi prodotti.

Stampaggio a caldo: Lastre di ottoni al piombo possono essere facilmente lavorate a caldo partendo da semilavorati, procedendo con passaggi di stampaggio singoli o multipli per formatura o imbutitura. Questo tipo di processo è di gran lunga il più utilizzato, consta di più del 50% della produzione per il settore fashion.

Lavorazione di lastra da CNC, taglio laser: si parte da una lastra di ottone di composizione in grado di rispondere correttamente all'utensile. Per questa ragione, per la produzione di lastra sono molto diffuse le formulazioni contenenti ove possibile piombo, elemento che rende più facile spezzare il truciolo durante il taglio, facilitando il processo di lavorazione e di finitura successiva.

Produzione di filo, catene: molto comune l'utilizzo di leghe CuZn15, o di CuSn6 che garantiscono buona deformabilità e durezza ottimale per la formatura. I semilavorati di questo tipo vengono saldati in macchina a laser, oppure vengono saldati con l'utilizzo di polveri a base di zinco, contenenti titoli rilevanti in fosforo per facilitare la saldatura del giunto.

Microfusione: necessaria per oggetti di forma complessa, con sottosquadra, è il processo principalmente utilizzato in caso di piccole serie di oggetti, oppure per processi che prevedano incastonatura di grandi quantitativi di pietre. Data la necessità di garantire al getto un buon livello di disossidazione, per gli ottoni sono molto apprezzate formulazioni con titoli in silicio mediamente abbastanza alti (3-4%), dato che in questo caso il silicio nella matrice a base rame non va incontro a problemi di miscibilità come invece accade nelle leghe che contengono oro o argento, e quindi non genera fasi bassofondenti o in grado di generare evidenti problematiche di fragilità. Il titolo alto in silicio garantisce anche una buona riutilizzabilità degli scarti di prima fusione (materozze, piantoni) e ha un ruolo anche nel miglioramento delle proprietà di durezza di queste leghe.

PROTEZIONE DALL'OSSIDAZIONE

E' necessario ricordare come leghe non preziose quali ottoni, bronzi, o altre leghe rame non posseggano la caratteristica di poter ottenere una protezione dall'ossidazione direttamente in lega. Questo perché il potenziale elettrochimico del rame e di sue leghe non preziose è troppo basso rispetto all'ambiente circostante in cui vengono introdotte per non incorrere in problematiche di reazione chimica superficiale che si traduce in annerimento in tempi molto brevi, dell'ordine di qualche giorno. Per i settori decorativi va sottolineato che il problema è proprio la generazione di una patina anche sottilissima di ossidazione superficiale, che inficia il valore estetico del manufatto.

Nel settore della moda la procedura prevede quindi come standard l'utilizzo di processi di finitura e di tipologie di deposizioni superficiali atti a superare questa problematica intrinseca della lega di base.

I processi di deposizione galvanica sono fra i più utilizzati, in quanto permettono di superare diverse limitazioni date dall'utilizzo di materiali non preziosi, e di ottenere un prodotto di ottima qualità.

Fra i vantaggi della finitura galvanica citiamo:

- Ottenimento di una ottima qualità superficiale: la presenza di piccole porosità, o di difettosità superficiali può venire corretta o almeno diminuita grazie all'utilizzo di bagni galvanici coprenti i quali generano uno strato di spessore sufficiente a superare alcune tipologie di difetto superficiale.
- Messa a colore: similmente a quanto accade nel settore orafa, il colore superficiale è un aspetto di primaria importanza per il manufatto, ed è individuato dallo strato più superficiale della deposizione galvanica
- Aumento della resistenza all'usura: in funzione del numero di strati, della loro durezza e dello spessore che viene depositato, un manufatto aumenta la sua resistenza ad usura in modo da garantire il rispetto almeno dei capitolati interni all'azienda.
- Aumento della resistenza all'annerimento e alla corrosione: essa è un altro aspetto di primaria importanza per quanto riguarda la percezione di qualità del manufatto. L'utilizzo di uno strato di materiale prezioso genera una barriera superficiale alla corrosione; qualora considerazioni di prezzo o di altro tipo rendano non praticabile la scelta di una classica deposizione galvanica preziosa, il mondo della moda offre, molto più e molto meglio di

altri settori una vasta gamma di soluzioni dal punto di vista di deposizioni tramite metodi alternativi quali la verniciatura.

Un processo di galvanica classica per il settore moda prevede differenti passaggi processuali, ciascuno con uno scopo preciso. I bagni galvanici utilizzati in questo settore sono spesso di dimensioni molto rilevanti, che possono andare dai 50 ai 1000 litri di bagno. Sistemi di tali dimensioni necessitano di procedure di controllo e di mantenimento, oltre che di servizi di assistenza tecnica particolarmente efficienti per non incorrere in fermi impianto o in risultati non soddisfacenti dal punto di vista della qualità.

I passaggi chiave di una galvanica per il settore fashion sono generalmente i seguenti:

Bagno di ramatura alcalina: è il primo strato attivante, che si rende necessario su leghe con alto tenore in zinco, quindi zamak oppure ottoni ad alto titolo in zinco. E' un ottimo livellante capace di coprire un certo grado di difettosità superficiali del prodotto, ma non è brillante ed è a base cianuri.

Bagno di ramatura acida: è il classico deposito lucidante il cui spessore si somma alla ramatura alcalina, e che è un ottimo strato di preparazione per le successive deposizioni di metalli preziosi. La somma complessiva dei due strati è mediamente di 20 µm.

Bronzo bianco: La recente revisione della normativa sul nichel ha provocato la necessità di trovare un'alternativa a questo metallo nei rivestimenti galvanici. Il nichel, infatti, depositato per via galvanica produce superfici estremamente lucenti e gradevoli alla vista e, per tale motivo, era largamente utilizzato. Tale impedimento ha generato delle difficoltà alle aziende galvaniche in quanto non si trova un metallo puro che, come il nichel, sia in grado di produrre depositi di grande brillantezza e notevole capacità di livellamento a prezzo contenuto. Una soluzione è stata trovata grazie al deposito di una lega quaternaria di rame-zinco-stagno-piombo in grado di produrre depositi sia di colore giallo-oro sia di colore bianco brillante come il palladio.

Tale particolare tipologia di lega è detta, appunto, bronzo bianco e viene depositata per via elettrochimica ottenendo superfici compatte con durezza pari a 500 HV. Il vantaggio principale dello strato di bronzo bianco è quello di impedire fenomeni di diffusione fra rame sottostante e oro sulla superficie, che possono portare ad evidente ossidazione dello strato superficiale. Inoltre esso rappresenta una alternativa economica alla palladiatura, di cui ha molta somiglianza come colore.

Palladiatura: Deposito intermedio nobile in grado di garantire eccellente resistenza elettrochimica, buon potere coprente, ottimo colore bianco. Alcuni sistemi galvanici a base palladio-ferro sono in grado di avere anche un eccellente capacità livellante e brillantante in grado di esaltare le deposizioni decorative superficiali. Spessori depositati inferiori ai 3 µm.

Rodiatura o doratura: Questi bagni galvanici preziosi sono caratterizzati da elevata qualità superficiale e grande varietà di colori fra i quali scegliere. Rappresentano i bagni di standard più alto per la messa a colore di un prodotto, compatibilmente con il costo dovuto alla presenza di elementi preziosi. Similmente a quanto accade per il settore orafa, per i bagni a base oro si può scegliere fra bagni di composizioni molto differenti. Generalmente si opera con la deposizione di un pre-strato di oro a spessore, seguito da un passaggio oro flash per la vera e propria messa a colore. Per metalli bianchi, una deposizione che preveda un pre-strato eseguito con un bagno di palladiatura a spessore inferiore ai 3 µm, completato da un passaggio in bagno di rodiatura a spessore inferiore a 0,25 µm è in grado di garantire ottima resistenza alla corrosione e all'usura grazie alla elevata durezza dello strato superficiale di rodio (700-800 HV) ben adeso allo strato intermedio di palladio, che anche grazie al fatto di avere una durezza intermedia fra quella degli elementi di base (oggetto tal quale o bagno di ramatura), pari a circa 400 HV, minimizza il rischio di fessurazioni o mancata adesione con gli strati inferiori.

QUALITA' E GARANZIA SUL PRODOTTO

Sulla base delle considerazioni precedenti relative ai grandi quantitativi e varietà di prodotti il settore della moda, per dimensioni e concorrenzialità, ha da tempo sviluppato delle attente procedure di controllo sulla qualità del prodotto che lo rendono sotto diversi aspetti molto più simile ad un prodotto tecnologico industriale che ad un oggetto voluttuario, come invece è percepito essere il gioiello in lega preziosa.

La tipologia di controlli che viene eseguita varia sulla base delle attese del prodotto, in termini di qualità percepita, di costo massimo per pezzo, di caratteristiche intrinseche e di eventuali certificazioni da fornire al cliente finale. Questi diversi controlli vengono riassunti con un termine spesso poco noto al settore orafa cioè quello di "capitolato tecnico". Un'azienda che produca per il settore della moda è tenuta ad effettuare una serie di test ritenuti a vario titolo significativi per la prestazione finale dell'oggetto. Non esistendo particolari normative vigenti relative alla redazione di un capitolato tecnico, ogni azienda adotta una propria scelta relativamente al numero, alle caratteristiche e al quantitativo di test da eseguire, con l'obiettivo di qualificare il proprio processo produttivo e ogni lotto del proprio prodotto alla clientela finale. Questo avviene sulla base di scelte dell'ufficio qualità di un'azienda o su base di richieste di un committente. A livello normativo sono disponibili molte procedure di test standardizzate, ma un'azienda può decidere a propria discrezione di sviluppare delle procedure interne che ritenga più significative per il proprio settore. Sono particolarmente frequenti i test che possano certificare caratteristiche quali la resistenza all'usura, la resistenza a corrosione o l'aderenza dello strato galvanico al substrato.

	Tipologia di test	Norma di riferimento	Durata del test
1	Test di tarnishing con tioacetammide	ISO 4538	48 h
2	Nebbia salina	ISO 9227 NSS	96 h
3	Sudore sintetico	NFS 80772	24 h
4	Calore umido	ISO 4611	96 h
5	Aderenza quadrettatura	ISO 4524/5	-
6	Usura	UNI EN 12472:2009	5 h
7	Camera climatica	DIN 9022-2	120 h
8	Trazione su anello	EN ISO 105 E03	-

Tab.1: Lista prove sperimentali da eseguire su un oggetto (estratto da un capitolato tecnico di un'azienda del settore oda)

Questo significa che un componente di un manufatto deve dimostrare di superare tutti questi test per poter venire accettato dal committente. Su ciascuna partita prodotta, verranno quindi eseguiti dei test a campione per certificare il rispetto del capitolato tecnico. Per quanto onerosa, questa procedura rappresenta la migliore garanzia di fronte al committente, che riceve i risultati delle analisi richieste da un ente terzo quale un laboratorio di analisi, che in buona sostanza certifica in maniera indipendente la qualità del processo produttivo.

Per il settore della bigiotteria, la presenza dei capitolati tecnici è meno frequente; essa diventa necessaria in aziende di grandi dimensioni che abbiano a che fare con terzisti, o che abbiano delle politiche chiare per quanto riguarda la qualità del prodotto. Un capitolato tecnico è uno strumento di tutela per l'azienda produttrice, e diventa particolarmente utile nel caso di deposizioni galvaniche, ed è atta a certificare ad esempio degli spessori di prezioso depositati anche solo per controllare l'operato del terzista.

POSIZIONAMENTO SUL MERCATO

Per quanto riguarda le aziende del settore moda, risulta evidente da quanto detto che il committente, generalmente un grande marchio del settore, è il fulcro sia delle richieste di tipo tecnico (che vengono devolute all'azienda manifatturiera), sia della spinta commerciale sull'utente finale dell'accessorio, grazie alla forza del proprio nome.

Per un'azienda di bigiotteria, il fatto di dover lavorare sulle grandi quantità per ottenere dei ricavi accettabili, ed in un regime di concorrenza con aziende che fanno proprio della sola capacità produttiva il proprio punto di forza, porta più frequentemente a chiedersi come differenziare il proprio marchio o il proprio prodotto. In questo senso, e sebbene il periodo attuale sia caratterizzato da prezzi elevati per le materie prime preziose, il mercato della bigiotteria sta già assistendo ad esempi fortunati di differenziazione, ad esempio attraverso l'inserimento di quantitativi di elementi preziosi all'interno della formulazione della lega. L'inserimento di un elemento prezioso nella formulazione veicola un valore aggiunto, ad una frazione del prezzo richiesto per un gioiello in lega preziosa. Il prezzo di una lega siffatta deve comunque risultare congruo rispetto al target della clientela che intende raggiungere, che sarà presumibilmente più alto rispetto a quello della bigiotteria standard, anche perché è proibito punzonare monili che abbiano quantitativi di elementi

preziosi inferiori rispetto a quanto previsto dalla normativa metalli preziosi. Inoltre, resta con queste leghe la necessità di procedere a una protezione superficiale in quanto il quantitativo di elementi nobilitanti dal punto di vista elettrochimico non è sufficiente a fornire una barriera dall'ossidazione.

Perché un progetto di questo tipo funzioni, è necessario che il bijoux abbia una o più caratteristiche peculiari, tali da renderlo brevettabile, o da permettere che esso venga protetto da un marchio collettivo. Inoltre il gestore di questo progetto deve riuscire a veicolarlo in maniera innovativa, sfruttando canali di vendita differenti da quelli abituali o facendo forza su partner distributivi esclusivi. L'obiettivo è quello di rendersi riconoscibile, e di fare in modo che si possa trovare una nuova nicchia di mercato. Il successo di un'operazione che potrebbe risultare solamente commerciale, necessita invece anche di aspetti tecnici molto importanti, quali la redazione di corretti capitoli galvanici per la finitura del prodotto. Tali capitoli devono venire consegnati alle aziende galvaniche che operano in questo affinché la tipologia e la qualità dello spessore di protezione sia soddisfacente, caratteristica di primaria importanza nel momento in cui siano diverse le aziende produttive che operano con questa lega. Esse possono essere in qualsiasi parte del mondo, ma il prodotto deve garantire degli standard qualitativi costanti: questo aspetto, mutuato dal mondo del fashion rappresenta uno spunto di riflessione importante anche per tutto il comparto orafa.

CONCLUSIONI

I settori del gioiello della moda e della bigiotteria sono accomunati dall'utilizzo di tecnologie e materiali nella maggior parte dei casi compatibili. Sono anche simili le cogenze normative sulla tipologia di materiali sottoposti a restrizioni. Quello che il settore del fashion ha forse già fatto diventare la normalità è un'idea di controllo continuo e regolare sulla qualità del prodotto finale. Senza che questo debba venire traslato direttamente nel settore orafa, dove in molti casi sono mancanti o non sono correttamente tarate le procedure di controllo sperimentale, risulta molto interessante aprire un dibattito su se e quali possano essere delle procedure di certificazione della qualità del proprio prodotto anche nel nostro settore, individuando un minimo quantitativo di test significativi, da eseguire per dimostrare di fronte alla propria clientela la superiorità del proprio prodotto. In questo senso, i test da eseguire sugli strati galvanici superficiali possono essere un inizio del percorso, sia perché già maturi per quanto riguarda altri ambiti, sia perché si focalizzano proprio su aspetti importanti della qualità percepita di un gioiello, quali la lucentezza, la resistenza ad usura, la resistenza a corrosione, che sono probabilmente il più evidente punto di contatto fra i diversi settori studiati in questo articolo.

Bibliografia

1. *Manuale dei materiali per l'Ingegneria*, a cura di AIMAT (McGraw-Hill, 1996)
2. *Manuale degli ottoni*, V. Loconsolo, L. Nobili (Ed. Consedit)
3. *Corrosione e protezione dei metalli*, G. Bianchi, F. Mazza, (Ed AIM)
4. *Gold Survey 2011* (Thomson-Reuters)
5. *Consumer Product Safety Improvement Act (CPSIA) on Lead* (Sito web)
6. *Istituto Italiano del Rame*, (sito web www.copperalliance.eu)
7. *Progetto PhyLeS* (sito web www.phyles.ge.cnr.it)