

# Il 16° Simposio di Santa Fe sulla tecnologia di fabbricazione della gioielleria

**MARK GRIMWADE,**  
*Consulente, U.K.*

Il 16° Simposio di Santa Fe sulla tecnologia di fabbricazione della gioielleria si è svolto ad Albuquerque, Nuovo Messico, USA, dal 19 al 22 maggio 2002. Questo Simposio è stato dedicato alla memoria di Timo Santala, che è scomparso tragicamente nell'incidente aereo di Queens, a Nuova York, il 12 novembre 2001. Timo è stato un assiduo partecipante e presentatore di memorie ai precedenti simposi e, nell'industria della gioielleria, molti sentiranno la sua mancanza. Greg Silveri, un suo intimo amico e collega alla Jacmel Jewellery Inc., ha pronunciato il discorso di apertura e la dedica.

Durante i tre giorni e mezzo del Simposio sono state presentate ventidue memorie, che hanno trattato un'ampia gamma di argomenti di interesse per l'industria della gioielleria. Anche se quest'anno il numero dei partecipanti è stato leggermente inferiore, probabilmente in conseguenza del disastro dell'11 settembre e dell'andamento dell'economia, i partecipanti hanno unanimemente riconosciuto che questo Simposio è stato di altissima qualità.

## Colaggio e solidificazione

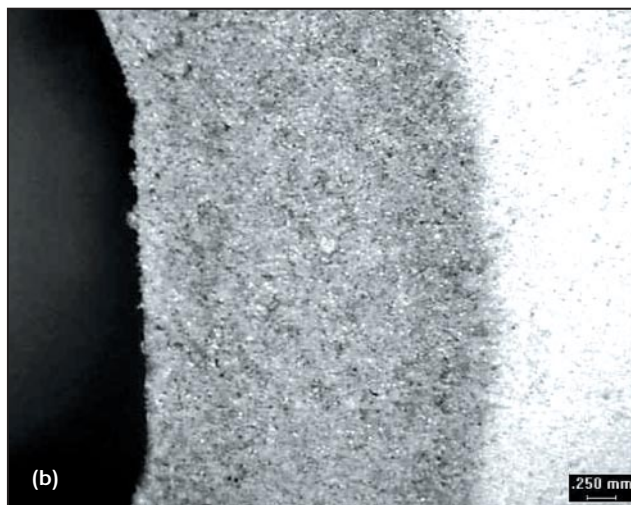
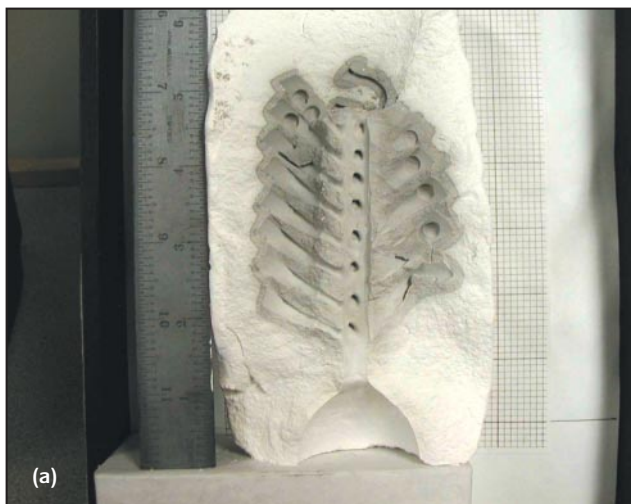
**Mark Grimwade, Consulente del World Gold Council e della Worshipful Company of Goldsmiths, U.K.**

Questa è stata la seconda memoria di una serie dedicata alla "Introduzione alla Metallurgia", con particolare riferimento ai metalli, alle leghe ed ai processi usati nella fabbricazione della gioielleria. In questa memoria sono stati discussi il meccanismo e l'andamento della solidificazione durante il colaggio in uno stampo, con la spiegazione della nucleazione omogenea e disomogenea nel fuso e della crescita dei nuclei, fino alla formazione di una struttura solida policristallina tridimensionale di metallo o lega. Sono stati discussi brevemente i fattori che regolano le dimensioni del grano e sono stati portati esempi di strutture del grano tipiche, ottenute colando in lingottiere metalliche per produrre lingotti ed in stampi di refrattario per la produzione di gioielleria. Infine si è parlato dei problemi connessi con la macro e microsegregazione e con il ritiro.

Il Dr. Shankar Aital, Denis Busby, Patrick DuBois e John Mc Closkey, della Stuller, Inc., USA, hanno presentato tre memorie sulla sequenza degli eventi che si verificano durante la calcinazione degli stampi ed il colaggio a cera persa.

## Studio della calcinazione degli stampi con misure di temperatura e di perdita di peso *Presentata dal Dr. Shankar Aital*

Per gli stampi refrattari con legante gesso, il processo di calcinazione, con l'uso sia di forni a gas che di forni elettrici, è stato studiato misurando la concentrazione dell'ossigeno, i cambiamenti di temperatura in 12 punti della cavità dello stampo



**Figura 1** - Stampo sezionato che conteneva un modello in cera, estratto dal forno di calcinazione riscaldato a gas all'inizio del mantenimento a 730°C. (a) Stampo completo. (b) Ingrandimento che mostra la penetrazione della cera nel refrattario

di un alberello tipico e la variazione del peso dello stampo in funzione del tempo durante la calcinazione. In un esperimento a parte sono state eseguite determinazioni del carbonio in campioni prelevati dalla superficie della cavità di tre cilindri, estratti all'inizio, durante ed alla fine del mantenimento a 730°C. Per funzionare in modo efficiente, alla temperatura di mantenimento i forni riscaldati a gas dovrebbero avere un contenuto residuo di ossigeno di almeno il 10%. In un forno elettrico, durante la combustione della cera fusa, la concentrazione residua minima dell'ossigeno era del 18% e questo è un vantaggio.

I cambiamenti di temperatura hanno indicato con precisione la fusione della cera e l'eliminazione dallo stampo dell'acqua libera e di quella in combinazione chimica. Una buona ventilazione dei cilindri permette un'eliminazione più rapida dell'acqua e previene la formazione di forti gradienti di temperatura. Le misure della perdita di peso, eseguite su cilindri estratti ad intervalli e poi rimessi nel forno, hanno indicato che la cera è eliminata prima dell'acqua libera e che la perdita di peso è stata più rapida nel forno riscaldato a gas che in quello elettrico. Le prove eseguite con modelli in cera e modelli in plastica hanno dimostrato che questi ultimi bruciano meglio, probabilmente perché la plastica è più viscosa e bagna meno il refrattario, penetrandovi meno della cera (fig. 1).



**Figura 2** - Alberello in cera con termocoppie

## Misure della temperatura nelle cavità dello stampo durante il colaggio statico con ausilio del vuoto di oro giallo a 14 K *Presentata da Patrick DuBois*

Sono state registrate le variazioni di temperatura durante lo riempimento dello stampo in 12 punti scelti strategicamente nelle cavità degli anelli e dell'alimentatore centrale (fig. 2), usando un sistema rapido di acquisizione dei dati (DAQ). Il DAQ, che è descritto in una appendice, ha eseguito la serie di 12 misure ad una velocità di almeno 100 volte al secondo. La velocità di flusso del metallo fuso è stata calcolata in tre punti lungo l'alimentatore centrale e dentro le cavità degli anelli in base ai valori della temperatura ed alle dimensioni delle cavità. Nel primo secondo di colaggio statico con ausilio del vuoto di un oro giallo a 14 K, sono state registrate notevoli fluttuazioni della temperatura, che potevano raggiungere i 65°C. Si ritiene che queste fluttuazioni siano dovute a turbolenza nel flusso del liquido durante lo riempimento dello stampo. La turbolenza è provocata da bruschi cambiamenti nella direzione del flusso, dalla velocità locale del liquido e dal risucchio di gas nel liquido. Questa turbolenza è più forte sul fondo del cilindro e diminuisce quando lo riempimento procede verso l'alto, in direzione della materozza. Durante la discesa nell'alimentatore centrale la velocità del liquido era 1550-1700 mm/sec. ed in diversi punti durante lo riempimento delle cavità era 60-560 mm/sec. Infine, durante il processo di solidificazione, sono stati misurati nei getti gradienti di temperatura compresi tra 0,28 e 3,9 °C/mm.

## Misure della temperatura in un oro giallo a 14 K durante il colaggio inverso in stampi per colaggio a cera persa

Presentata da John McCloskey

L'oratore ha esordito descrivendo la tecnica di riempimento dello stampo con colaggio inverso, con la quale il metallo fuso è sollevato verticalmente nello stampo refrattario attraverso un tubo, facendo il vuoto nella camera che contiene lo stampo (fig. 3). La temperatura è stata misurata negli stessi 12 punti, usando il DAQ, come è stato descritto nella memoria precedente, presentata da DuBois. Le velocità di flusso del metallo sono state calcolate in corrispondenza di determinate termocoppie e sono state confrontate con quelle calcolate per gli stessi punti durante il colaggio statico con ausilio del vuoto. In tutti i casi per il colaggio inverso le velocità erano inferiori. Nel caso del colaggio inverso, la turbolenza nel liquido, determinata dalle fluttuazioni della temperatura nel primo secondo, sembra essere molto inferiore (fig. 4). In generale, durante la solidificazione i gradienti di temperatura erano dell'ordine di 0,28-0,8 °C/mm ed i risultati indicano che il calore di solidificazione liberato dal metallo dopo l'inizio della solidificazione fa diminuire molto rapidamente i gradienti di temperatura. Le prove hanno dimostrato che il refrattario con legante gesso è sufficientemente permeabile per permettere lo riempimento dello stampo per colaggio inverso, facendo il vuoto all'esterno del cilindro.



Figura 3 - Riempimento dello stampo di colaggio a cera persa per colaggio inverso con uso del vuoto

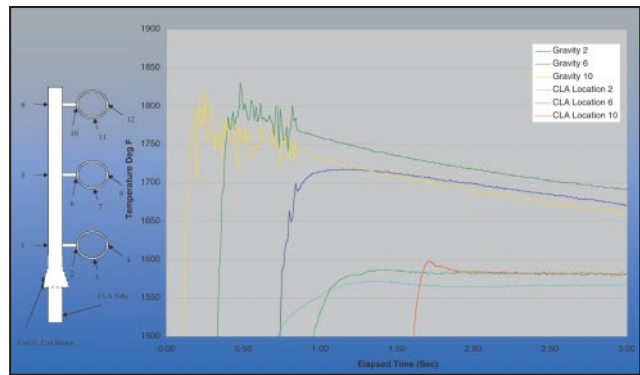


Figura 4 - Andamento della temperatura in funzione del tempo in anelli con sigillo durante il colaggio diretto e inverso (CLA)

## Deceratura rapida e reazioni chimiche nel refrattario con legante ai solfati

Tony Eccles, Apecs Investment Castings, Australia e Roland Loewen, Alchemy, Texas, USA

La memoria è stata presentata da Tony Eccles, che ha esordito descrivendo le proprietà del refrattario con legante gesso ed i cambiamenti fisici che avvengono durante la deceratura e la calcinazione. È stata inclusa anche una rassegna dei lavori presentati nei precedenti Simposi di Santa Fe. Si sono discusse le reazioni che avvengono ad alta temperatura tra il solfato di calcio ed i residui carboniosi dovuti a calcinazione incompleta. Sono stati spiegati i risultati sperimentali, che hanno confermato le reazioni indicate, e la formazione di solfuri. Lavori precedenti avevano indicato che l'aggiunta di fiocco di nylon al refrattario facilitava l'eliminazione rapida del carbonio. Nell'ulteriore lavoro con fiocco di nylon qui descritto si è osservato che questa aggiunta, anche se è utile per facilitare l'eliminazione del carbonio, provoca un aumento della rugosità superficiale dei getti. Si è trovato che l'aggiunta del 5% di nitrato di bario al refrattario fa aumentare la velocità di eliminazione del carbonio. Saranno necessarie ulteriori prove per stabilire se l'uso di questa aggiunta ha anche effetti indesiderabili. È probabile che il vantaggio principale dell'aggiunta di nitrato di bario consista nella possibilità di abbreviare il ciclo di calcinazione, risparmiando energia. Ciò può essere interessante per alcuni fonditori, ma nelle grandi officine con alta produzione può ancora essere preferibile il solito lungo ciclo automatizzato di calcinazione, eseguito durante la notte.

## Leghe di oro giallo a 14-18 K per colaggio a cera persa: nuove prospettive

Andrea Basso e Massimo Poliero, Leg.Or Srl, Italia

È noto che aggiunte di silicio (Si) alle leghe per colaggio a cera persa, permettono di ottenere getti lucenti e non ossidati e migliorano la fluidità del metallo fuso e lo riempimento della forma. Tuttavia si hanno anche notevoli svantaggi, poiché il silicio provoca un ingrossamento del grano e, se la sua concentrazione supera certi limiti, si ha infragilimento. Inoltre, se sono presenti fasi ricche di silicio con basso punto di fusione, vi è possibilità di fragilità a caldo. Il silicio riduce anche l'effetto degli affinatori del grano, come l'iridio (Ir).

Queste nuove prospettive si basano sull'uso del germanio (Ge) al posto del silicio, poiché questo potrebbe proteggere dall'ossidazione gli altri componenti della lega. A differenza del silicio, il germanio è un po' solubile nell'oro e nell'argento. L'effetto reale dei fattori variabili (Ge, Si, Zn) e di quelli fissi (Au, Ag, Ir) e le loro varie interazioni sono stati determinati con esperimenti fattoriali a due livelli, progettati per una elaborazione statistica. Sulle leghe studiate sono state misurate durezza, dimensioni del grano e caratteristiche tensili e le si è sottoposte all'analisi termica. Per quanto riguarda il comportamento al colaggio, sono stati studiati lo riempimento della forma, la replicazione dei modelli e la qualità delle superfici. Tutte queste caratteristiche sono state confrontate con quelle delle leghe convenzionali disossidate con Si.

Le conclusioni principali sono state che aggiunte di Ge nell'intervallo 0-1,5% per le leghe a 18 K e 0-2,5% per le leghe a 14 K migliorano le caratteristiche meccaniche, ma, quando è presente anche Si, si è avuto solo un miglioramento della duttilità. Vi è stato un effetto favorevole sulla fluidità, sulla replicazione dei modelli e sulla lucidabilità. La porosità da ritiro è risultata più bassa e vi è stato solo un leggero effetto sull'ingrossamento del grano. Con le leghe senza Si non sono stati ottenuti getti brillanti, ma lo strato di ossido era facilmente asportabile con il decapaggio.

I risultati sono stati incoraggianti ed offrono nuove prospettive per le leghe per colaggio a cera persa di alta qualità, riducendo gli svantaggi comunemente associati con l'uso di leghe contenenti Si.

## **Una domanda posta dai produttori di gioielleria: è possibile rifondere il rottame?**

**Silvia Buzzone, Crova SpA e Damiano Zito, Pro-Gold Srl, Italia**

In uno studio sul riciclaggio del rottame, sono state esaminate e confrontate due leghe a 18 K per colaggio a cera persa, una contenente silicio e l'altra con grano affinato con iridio. Con ogni lega sono state eseguite in sequenza sei colate, nelle quali è stato usato 50% di metallo fresco e 50% di rottame proveniente dalla colata precedente. Su ogni colata sono state determinate composizione della lega, dimensioni del grano, riempimento della forma, resistenza a trazione, duttilità, durezza, colore, densità e intervallo di fusione. I risultati ottenuti sono troppo numerosi per essere riportati qui in dettaglio, ma le conclusioni generali sono state che:

- usando rottame di colate precedenti si ottengono caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche inferiori.
- Il livello di degrado del metallo dipende dal numero di volte che la lega è rifusa con uso di rottame.
- Si deve fare un bilancio tra le economie realizzabili con il riciclaggio del rottame e la qualità dei getti.
- Il rottame di entrambe le leghe può essere riciclato, purché si tenga conto dell'applicazione a cui è destinato il getto. Per esempio, nel caso di anelli con castoni a graffette, la rifusione dovrebbe essere eseguita solo tre volte.

Alcuni andamenti osservati con la rifusione sono ben definiti, ma ciò non avviene in tutti i casi e secondo il recensore alcune

delle variazioni riferite potrebbero non essere statisticamente significative. In questi casi, per ottenere dati sufficienti e stabilirne la ripetibilità, le prove dovrebbero essere ripetute più volte. Tuttavia non vi è disaccordo sulle conclusioni generali.

## **Recupero e raffinazione di rottame e di rifiuti nella produzione di gioielleria in oro**

**Dr. Christopher W. Corti, Direttore, International Technology, World Gold Council, U.K.**

Affinché la gioielleria possa essere fabbricata con profitto, è essenziale recuperare in modo efficiente l'oro dai rottami di leghe d'oro e dai rifiuti di lavorazione. Gran parte del rottame di leghe d'oro prodotto durante la fabbricazione può essere pulita e riciclata, anche se vi è un limite al numero di riciclaggi che si possono fare prima che diventi necessaria la raffinazione. Per ragioni tecniche ed economiche i rifiuti ed i rottami a basso tenore devono essere raccolti e raffinati. Il Dr. Corti ha passato in rassegna le fonti di rottame e di rifiuti, il loro contenuto tipico di metallo prezioso ed il loro trattamento prima della raffinazione. Sono descritte le otto principali tecniche di raffinazione con i loro vantaggi, i loro limiti e la loro adattabilità alla raffinazione su piccola scala in azienda.

La coppellazione è sconsigliata per ragioni di protezione della salute e di sicurezza, mentre il processo Miller (clorurazione), il processo elettrolitico Wohlwill e l'estrazione con solventi sono adatti solo per la raffinazione su larga scala. Il processo pirometallurgico è semplice ed efficace e permette di ottenere leghe Au-Ag-Cu purificate, adatte per preparare leghe d'oro da parte dei produttori di gioielleria. La cella Fizzer è adatta per la raffinazione su piccolissima scala. Se si vuole ottenere oro puro, l'inquartazione e separazione richiedono metallo contenente meno di 25% Au: questo processo è adatto per operazioni su piccola e media scala. Il processo all'acqua regia è molto usato sia per la raffinazione in azienda che dai raffinatori su commessa. Il rottame deve avere contenuto di argento < 10% e l'entità dei lotti può arrivare fino a 4 kg. Perciò questo metodo è più adatto per la raffinazione di rottame di leghe d'oro su scala media e grande. I vantaggi della raffinazione in azienda devono essere confrontati con i costi e le rese in oro ottenute ricorrendo ai raffinatori su commessa.

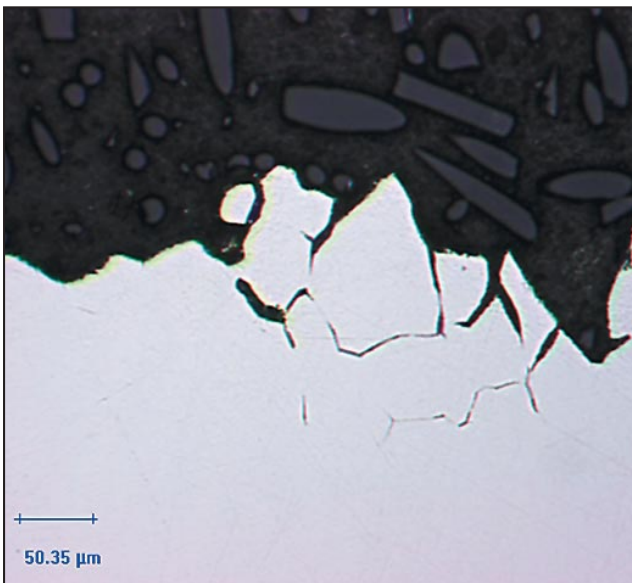
## Rotture in incastonature Tiffany in oro bianco a 14 K

**Stewart Grice, Hoover and Strong, Inc., USA**

Da molti anni i produttori di gioielleria hanno osservato che spesso si hanno rotture nelle incastonature Tiffany ed in altre di tipo analogo, sia colate che stampate, di solito durante l'operazione finale di incastonatura delle pietre (fig. 5). L'esame delle rotture mostra una frattura intergranulare fragile, tipica della tensiocorrosione (fig. 6). Questo studio è stato rivolto principalmente alle incastonature Tiffany stampate da lamiera. È noto che negli ori bianchi al nichel si presentano anche altri tipi di rottura, come la rottura a caldo e quella da tempra, per cui, quando si sceglie una lega per una particolare applicazione, si deve tener conto di questi e di altri fattori. Prima di proseguire con la discussione delle teorie della tensiocorrosione e della



**Figura 5** - Graffetta rotta con la pietra ancora al suo posto - Oro bianco al nichel a 14 K



**Figura 6** - Frattura intergranulare, tipica della tensiocorrosione, in oro bianco al nichel a 14 K

propagazione delle cricche, l'oratore ha esaminato la metallurgia degli ori bianchi al nichel.

Il lavoro sperimentale ha implicato la fabbricazione di tre tipi di incastonatura prodotti con opportune leghe di oro bianco al nichel a 14 K. Le incastonature con le pietre sono state sospese in una soluzione al 10% di cloruro ferrico ( $FeCl_3$ ), per provocare la rottura da tensiocorrosione, ed è stato registrato il tempo necessario per la rottura. Le incastonature sono anche state simulate con filo con sezione rotonda e quadrata, sottoposto a sforzo durante l'immersione. Nello studio sono state considerate anche altre variabili di processo, come trattamento termico, tempra e deformazione a freddo. Il confronto è stato eseguito con oro giallo a 14 K e oro bianco al palladio a 14 K.

In pratica, la conclusione è stata che le condizioni di raffreddamento dopo l'operazione di saldatura per l'unione del castone con il gambo dell'anello influenzano fortemente la suscettibilità alla rottura. Il raffreddamento lento, usato spesso per prevenire la rottura da tempra, diminuisce la resistenza alla tensiocorrosione, poiché favorisce la migrazione del nichel ai bordi di grano. Le graffette quadrate o rettangolari sono quelle che mostrano la minor resistenza e gli intagli, fatti per accogliere la cintura della pietra, agiscono da intensificatori degli sforzi. La conclusione principale è che gli ori bianchi al nichel non sono adatti per questa applicazione e si devono usare incastonature di oro bianco al palladio.

## Rotture a caldo in articoli di gioielleria in oro bianco

**Greg Normandeau e David Ueno, Imperial Smelting & Refining Co. of Canada Ltd., Canada**

La rottura a caldo è la frattura spontanea che può verificarsi negli articoli in oro bianco al nichel durante il riscaldamento per la ricottura dopo la lavorazione a freddo (fig. 7). Questa è ben nota nell'industria dell'ottone per le leghe di alpacca, che sono leghe rame-nichel-zinco che formano anche, insieme all'oro, la base per gli ori bianchi al nichel. L'oratore ha presentato un'ampia rassegna dei precedenti studi sulla rottura a caldo e ne ha discusso la teoria e le caratteristiche metallurgiche.



**Figura 7** - Rottura a caldo in oro bianco al nichel

Sono stati presentati esempi di rottura a caldo in una serie di studi di casi reali relativi alla produzione di semilavorati e di articoli di gioielleria. Le fratture sono state sottoposte ad esame metallografico e sono state osservate al SEM. Ulteriori prove sono state eseguite su scodellini stampati, usando due differenti leghe di oro bianco al nichel. Le tensioni residue sono state valutate qualitativamente su anelli tagliati dagli scodellini, dopo operazioni successive di formatura, ed è stata determinata la corrispondente tendenza alla frattura a caldo. Entrambe le leghe possono essere indotte a rompersi a caldo a temperature nell'intervallo 300-400°C. Esiste una correlazione tra forma degli scodellini stampati, dimensioni e altezza degli anelli con l'intensità delle tensioni e la tendenza alla rottura a caldo. Il taglio ha alterato la complicata distribuzione delle tensioni residue. La sollecitazione tensile residua da sola non era sufficiente a provocare la rottura e gli anelli alti 13 mm si sono rotti a caldo, mentre quelli alti 5 mm non si sono rotti. Sono state date indicazioni per ulteriori studi.

## Tubi in metallo prezioso: tecniche di fabbricazione e usi

**Aldo Reti, Consulente dell'industria dei metalli preziosi, USA**

Il dr. Reti ha esordito elencando le applicazioni di tubi in argento sterling ed in lega d'oro. Tubi adatti per produrre anelli sono disponibili in varie misure e possono essere tagliati a fette e trasformati in anelli finiti. I tubi possono essere tagliati, fresati e incisi con macchine CNC per produrre anelli e braccialetti. Da tubi di metallo prezioso sono stati ricavati flauti con suono di qualità eccellente.

I tubi possono essere prodotti con varie tecniche, in funzione delle dimensioni, del tipo di metallo prezioso e dell'applicazione prevista. Sono descritti con qualche dettaglio i metodi di imbutitura profonda, formatura per laminazione, imbutitura al tornio diretta e inversa, estrusione, laminazione a passo di pellegrino e trafilatura. A causa dell'alto costo delle apparecchiature, non tutti questi processi sono adatti ad essere applicati per la gioielleria. La trafilatura di tubi può essere eseguita con quattro tecniche diverse: trafilatura senza spina, trafilatura su mandrino mobile, trafilatura su mandrino fisso, trafilatura su mandrino "galleggiante". Il produttore deve mettere a punto una pratica operativa dettagliata, adatta per produrre tubi di alta qualità, e ciò richiede la scelta del (o dei) metodo(i) e precise procedure per la riduzione a freddo e la ricottura. La memoria si conclude con esempi della fabbricazione di tubi in argento con diametro molto grande e di tubi in lega di platino.

## Imbutitura profonda per piccole produzioni e per la produzione di pezzi unici

**G. Phil Poirier, Poirier Studio, USA**

Dopo una breve rassegna della storia e dell'evoluzione del processo di imbutitura profonda, l'oratore ha descritto una pressa idraulica relativamente piccola e semplice con stampi a piastra fatti di acciaio dolce, che possono essere usati in un laboratorio orafo per piccole produzioni o per produrre pezzi unici. È poi discusso il meccanismo di scorrimento della lamiera durante l'imbutitura, con particolare riferimento alle corrugazioni che

possono formarsi nella parte superiore del bicchierino quando, alla fine dell'operazione, la flangia è trascinata dentro lo stampo. L'entità del corrugamento dipende dallo spessore del metallo, dal gioco tra il punzone e lo stampo e dalla pressione di fissaggio tra lo stampo ed il premilamiera.

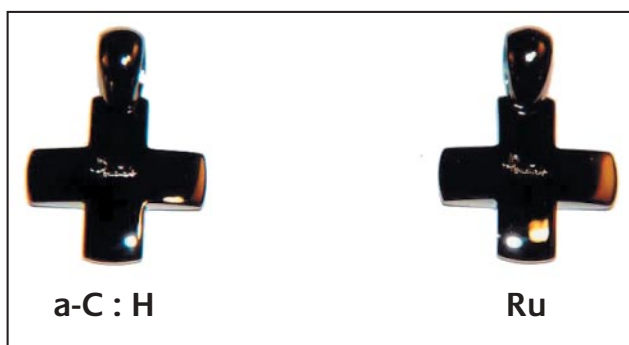
Dopo la ricottura, il bicchierino imbutito è posto di nuovo sul punzone per eseguire l'imbutitura inversa, per renderlo più lungo e ridurne il diametro. Quando si vuol ottenere una forma diversa da un bicchierino cilindrico, si esegue l'imbutitura in più stadi, con utensili a forma di fungo o di corno premuti sui lati del cilindro. Sono stati mostrati molti esempi di recipienti con forma artistica, per alcuni dei quali era stato sfruttato l'effetto di corrugamento. È stato affermato che questi oggetti sono stati ottenuti in un tempo molto più breve di quello che sarebbe stato necessario usando le tradizionali tecniche di lavorazione artigianale dei metalli.

## Tecnologia di avanguardia per l'industria orafa

**Valerio Faccenda, Consulente, Pomellato S.p.A., Italia**

L'industria della gioielleria è sempre alla ricerca di prodotti innovativi, particolarmente nel caso della gioielleria di alta moda. Una tendenza recente è rappresentata dalla gioielleria in "oro nero". Il dr. Faccenda ha discusso i tre metodi usati per produrre rivestimenti neri su oggetti d'oro, cioè elettroplaccatura, ossidazione controllata o deposizione da fase vapore di carbonio amorfo idrogenato (a-C:H). L'ossidazione controllata si basa sul trattamento termico in atmosfera ossidante di leghe d'oro a 18 K contenenti cobalto e cromo, in modo da ottenere uno strato superficiale nero di ossidi di cobalto e di cromo. Però queste leghe non sono facili da colare a cera persa o da lavorare plasticamente, per cui non sono molto adatte per produrre gioielleria in serie. Gli altri due processi sono stati valutati determinando le caratteristiche dei rivestimenti neri, come adesione, durezza, colore, resistenza all'usura, fragilità e riproducibilità. È stata descritta la prova di usura, simile a quella indicata nella norma europea EN 12472.

È stato spiegato in dettaglio il metodo di elettroplaccatura di oggetti d'oro in bagni basati su sali di rutenio con l'aggiunta di additivi annerenti. Per ottenere uno strato nero di rutenio con buona durezza e adesione, è necessaria una doratura preliminare



**Figura 8** - Rivestimenti per oro nero su oro giallo a 18 K. A sinistra: carbonio amorfo idrogenato (Blaktop®). A destra: elettroplaccatura nera con rutenio

spessa 0,1 µm (fig. 8, a destra). Il colore, che varia da grigio a nero antracite, e la resistenza all'usura dipendono dalla concentrazione dell'additivo annerente nel bagno.

La deposizione chimica da fase vapore assistita dal plasma è stata messa a punto per casse e bracciali per orologi ed è nota come processo "Blaktop<sup>®</sup>". Con questo metodo si può depositare uno strato di carbonio amorfo idrogenato spesso 1-1,5 µm, con aspetto simile a quello della lacca di Cina (fig. 8, a sinistra). Si può usare una vasta gamma di substrati e, tra questi, i metalli preziosi e le loro leghe. Il rivestimento è molto duro (1800-2000 HV).

Le prove di usura hanno dimostrato la superiorità del prodotto Blaktop<sup>®</sup>, che, dopo 4 ore di burattatura, ha conservato il suo aspetto, in confronto al tempo, inferiore a 30 minuti, sufficiente per asportare il deposito elettrolitico. La limitazione principale del processo Blaktop<sup>®</sup> è che lo si può usare solo per gioielleria senza pietre, a meno che le pietre non siano sufficientemente grandi perché le si possa proteggere facilmente con una mascheratura.

### **Mokume gane: una tecnica antica introdotta nel nuovo millennio**

**James Binnion, Proprietario, James Binnion Metals Arts, USA**

Mokume gane è una tecnica di lavorazione dei metalli messa a punto in Giappone circa tre o quattro secoli fa. Strati di metalli o leghe di colore differente sono saldati insieme per diffusione, usando in combinazione riscaldamento e fucinatura, in modo da ottenere un blocco a struttura lamellare. Alla lettera, il termine "mokume gane" significa metallo con struttura tipo legno. Tagliando il blocco, piegandolo e fucinandolo nuovamente si espongono gli strati con diverso colore e si ottiene un aspetto simile alle venature del legno. L'abilità dell'artigiano sta nello scegliere le combinazioni di metalli e leghe in base al colore ed alla malleabilità e nel creare i vari disegni con il taglio e la lavorazione plastica. Le figure decorative possono essere rese più evidenti con una patinatura ottenuta usando agenti chimici o il calore.

James Binnion ha descritto la storia del mokume gane e poi è passato alla descrizione delle tecniche moderne e degli esperimenti da lui condotti per vedere se un forno elettrico, del tipo comunemente usato da un orafo, fosse un'alternativa valida alla forgia. È stato trovato che, per ridurre il rischio di surriscaldare e fondere il laminato, è necessario disporre di un forno con controllo proporzionale della temperatura. Per ottenere un'atmosfera riducente, il pacchetto di laminati è stato racchiuso in una scatola di acciaio inossidabile relativamente a tenuta d'aria, riempita di carbone di legna. Questo processo è stato eseguito con successo con numerosi metalli, tra cui leghe di rame, oro, ferro, palladio, platino e argento. Sono stati mostrati esempi di oggetti come fedeli nuziali in oro a 14 K e 18 K giallo, rosso e bianco al palladio (fig. 9) e comprendenti anche argento (fig. 10). Vale la pena di ricordare che James Binnion ha contribuito al libro di Steve Midgett "Mokume gane - Uno studio esauriente", pubblicato da Earthshine Press ISBN 0-9651650-7-8.



**Figura 9** - Anello formato da oro giallo a 18 K, oro rosso a 14 K e oro bianco al palladio a 14 K



**Figura 10** - Anello formato da oro giallo a 18 K, oro rosso a 14 K, oro bianco al palladio a 14 K e argento

### **Effetto della brillantatura sulla superficie dell'oro colato e della gioielleria**

**Steven Alviti, Presidente, Bel Air Finishing Supply, USA**

Getti a forma di stella in oro a 14 K e argento sterling sono stati trattati in quattro tipi di apparecchi di finitura (buratto a vibrazione, buratto a disco, buratto magnetico e buratto rotativo orizzontale a umido). Tutti i getti sono stati lucidati con lo stesso composto liquido e con mezzi di finitura in acciaio inossidabile delle stesse dimensioni, con l'eccezione di quelli trattati nel buratto magnetico. La qualità della finitura è stata valutata con esame visivo, esame della superficie al microscopio, misura del profilo della superficie e misura della durezza superficiale.

L'esame visivo ha mostrato che il buratto a disco ed il buratto rotativo orizzontale a umido hanno dato la finitura di aspetto più gradevole, mentre il buratto magnetico ha prodotto una superficie opaca. Il buratto a vibrazione non ha dato una finitura

sufficientemente buona in un tempo ragionevole. Questi risultati sono stati confermati dai profili delle superfici. Tutti i sistemi di brillantatura hanno fatto aumentare la durezza della superficie dei campioni. La burattatura a vibrazione e quelle nel buratto rotativo orizzontale a umido e nel buratto magnetico hanno fatto aumentare la durezza della superficie dell'oro a 14 K in media dell'8% e quella dell'argento 925 del 22%, ma con il buratto a disco la durezza è aumentata rispettivamente solo del 2% e 13%. In generale, quanto più dura è la superficie, tanto migliore è la lucidatura che si ottiene nella successiva finitura e ciò tende a favorire l'uso del buratto rotativo orizzontale a umido e del buratto magnetico. Se un aumento della durezza della superficie fosse considerato dannoso, sarebbe preferibile la brillantatura nel buratto a disco.

## Trovate il tesoro nascosto nel vostro sistema di produzione

**J. Tyler Teague, Consulente, JETT Research, USA**

Nei limiti di questo breve riassunto è impossibile trattare tutti gli aspetti di questa ampia memoria. Il punto principale è che molte abitudini e molte pratiche di fabbricazione fanno sprecare tempo e denaro e che l'applicazione di alcuni semplici concetti di matematica, chimica e fisica può far risparmiare denaro. Sono stati portati molti esempi, basati sull'esperienza dell'oratore, di modi per migliorare la qualità dei getti e ridurre i costi. Sono stati trattati con dettagli pratici l'identificazione dei difetti e la loro eliminazione in ogni fase del processo, dalla produzione delle cere alla calcinazione. Usando le leggi di Pascal sulla pressione esercitata da un metallo o da una lega fusi, l'autore ha dimostrato che si possono fare significativi risparmi riprogettando il sistema alimentatore-materozza, in modo da ridurre il quantitativo di rottame proveniente dal colaggio. Tutti i produttori di getti per gioielleria possono trarre considerevoli vantaggi dalla lettura di questo articolo.

## Come aumentare subito i profitti eliminando gli ostacoli al flusso produttivo

**Andrea Hill, Direttore, The Bell Group, Inc., USA**

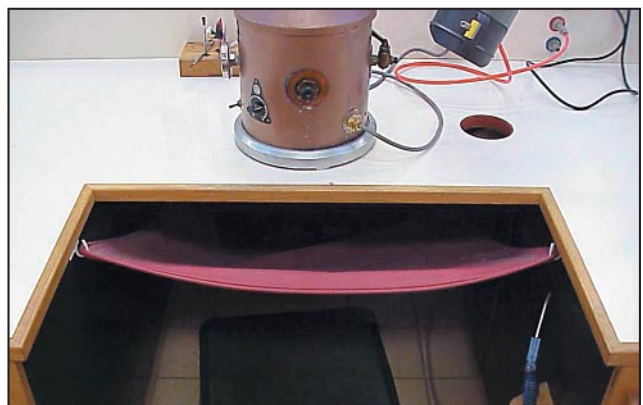
Come flusso produttivo si intende "la velocità con la quale il sistema produce profitti attraverso le vendite". Ostacoli come politiche aziendali restrittive, insufficienti risorse, processi inefficienti e problemi di comunicazione impediscono di aumentare il flusso produttivo. La teoria dei vincoli considera questi ostacoli come strozzature o "colli di bottiglia". Ms. Hill ha esaminato cinque fasi per identificare ed eliminare le strozzature. In queste fasi si usano "Processi mentali", che corrispondono ai seguenti "Modelli logici":

- Albero della situazione presente
- Albero della situazione futura
- Nube in evaporazione
- Albero dei prerequisiti
- Albero della transizione.

La memoria è stata illustrata con esempi tratti dal processo di colaggio.



**Figura 11** - Gruppo di 4 posti di lavoro. Le varie linee di alimentazione salgono dal pavimento fino al centro del gruppo



**Figura 12** - Scivolo per la raccolta dei modelli in cera scartati

## Buona progettazione dell'ambiente di lavoro = Miglior qualità dei prodotti = Maggiori profitti

**Apollonius Nooten-Boom II, Amministratore Delegato, Hean Studio Ltd., U.K.**

Questa memoria si riferisce al modo di migliorare l'ambiente di lavoro e rendere più efficienti gli impianti per la produzione. Gli investimenti sull'ambiente di lavoro hanno effetto positivo sulla manodopera e sulla produttività. L'oratore ha descritto lo stile architettonico dell'edificio da lui progettato, sottolineando che per la parte interna è essenziale una buona progettazione sia della zona di ricezione che dei laboratori (fig. 11 e 12). Una progettazione innovativa con materiali moderni permette di ottenere alti livelli di sicurezza associati con una buona estetica del progetto. Nello spazio di questo riassunto non è possibile presentare degnamente questa memoria, perché sarebbe necessario vedere l'eccellente serie di fotografie che ha accompagnato la presentazione. Queste sono pubblicate negli Atti. Non occorre precisare che questa impostazione innovativa della progettazione e costruzione di una fabbrica ha ottenuto molti commenti favorevoli.

## **Progettazione dell'alberello e tecnica di preparazione dello stampo refrattario per il colaggio a induzione del platino**

**Jurgen Maerz, Direttore per l'Istruzione Tecnica, Platinum Guild International, USA**

Jurgen Maerz ha mostrato con l'uso di esempi pratici come con il platino si possano colare alberelli alti usando un alimentatore centrale sottile. Le altre tecniche innovative da lui discusse includevano "l'alberello inclinato", con il quale si tiene conto della rotazione dell'apparecchiatura di colaggio, per ottenere il massimo riempimento. I vantaggi elencati sono meno cricche nel refrattario, meno bave, rimozione del refrattario più facile e maggiori rese con costi inferiori.

## **Effetto di differenti polveri refrattarie e differenti temperature del cilindro sul colaggio di leghe di Pt**

**Peter Lester, Auriel Alloys, Stephanie Taylor e Rainer Süß, Mintek, Sud Africa (presentata da Rainer Süß)**

È stata studiata l'interazione tra tre differenti refrattari e tre comuni leghe di platino per colaggio, ciascuna con tre differenti temperature del cilindro. Due dei refrattari erano stati messi a punto per uso odontoiatrico e l'altro, a legante fosfati, per l'industria della gioielleria. Riassumendo, è stato trovato che la lega Pt-5% Ru è poco adatta per il colaggio, mentre la lega Pt-5% Co è molto versatile. I refrattari per uso odontoiatrico presentano il vantaggio di poter essere riscaldati in modo violento, riducendo i tempi per la produzione, ma sono difficili da eliminare. Il refrattario per gioielleria può essere raffreddato in acqua ed è facile da asportare. Tuttavia si afferma che i refrattari per uso odontoiatrico sono molto adattabili e possono essere usati con temperature del cilindro più basse.

## **La gioielleria cinese attraverso i secoli**

**David Humphrey, David Humphrey Fine Jewels Ltd., USA**

Questa memoria offre una panoramica dell'evoluzione della gioielleria in Cina dal periodo neolitico al tempo presente ed in essa è compresa anche una discussione delle tecniche metallurgiche e di lavorazione, oltre ai tipi ed alle origini dei materiali usati dai cinesi lungo la loro storia. La relazione è stata illustrata con fotografie e con esempi reali. Alla fine si trova un ampio elenco di citazioni.

## **Trattamenti delle gemme: come accorgersi se le gemme sono state trattate**

**Julie Nash e Arthur Skuratowicz, Anton Nash LLC, USA**

Questa memoria vuole dare ai produttori un modo per capire le caratteristiche microscopiche che indicano o dimostrano che una gemma è stata trattata. Sono state descritte le varie tecniche di trattamento termico, trattamento di diffusione, riempimento delle fratture, irradiazione, coloritura, foratura con laser e trattamento ad alta temperatura ed alta pressione, riportando esempi per le gemme di uso comune. In conclusione, è stato discusso l'atteggiamento dei gioiellieri rivenditori al dettaglio e

dei consumatori riguardo al trattamento delle gemme. Si dovrebbe dare ai consumatori un'informazione completa, in modo che sappiano esattamente cosa stanno comprando.

## **Premi**

I premi per la ricerca sono stati assegnati a Ian McKeer, Dieter Ott, Jörg Fischer-Bühner, Martin Moser, Greg Raykhtsaum e Dr. G. Ingo. I premi per la tecnologia sono stati assegnati a Tina Wojtkielo, Sherris Cottier Shank, Massimo e Tiziana Aloisio e Mark Grimwade. Il premio per l'ingegneria applicata è stato assegnato al Dr. John Wright ed un premio per la collaborazione nella ricerca a Jörg Fischer-Bühner.

Gli Atti di questo 16° Simposio annuale di Santa Fe sono stati editi da Eddie Bell e pubblicati da Met-Chem Research, P.O. Box 67347, Albuquerque, New Mexico 87193-7347. Questi atti si possono richiedere a: "The Santa Fe Symposium", 7500 Bluewater Road NW, Albuquerque, New Mexico 87121-1962, USA, Fax: 001 505 839 3248. Sito web: [www.santafesymposium.org](http://www.santafesymposium.org); e-mail: [ct@tbgr.riogrande.com](mailto:ct@tbgr.riogrande.com)