

La corrosione della cassa di zinco tumulata

di Fabio Fornaciari (*)

Premessa

Nella tumulazione delle salme, in Italia, ai sensi dell'art. 77 del D.P.R. 10.09.1990, n. 285 Regolamento di polizia mortuaria nazionale, si utilizza la duplice cassa, una di legno (con funzioni di supporto meccanico e di protezione nel trasporto) e una metallica.

Generalmente il metallo utilizzato è lamiera zincata.

Scopo del presente articolo è valutare la resistenza alla corrosione della cassa di zinco, in quanto non è infrequente nei cimiteri trovare situazioni di percolazioni di liquami cadaverici o di cosiddetto "scoppio della bara di zinco".

Il fatto è noto anche a livello di legislatore, in quanto lo stesso si è preoccupato di prescrivere la impermeabilità ai liquidi nei loculi e l'inclinazione verso l'interno del piano di appoggio dei feretri nei loculi in modo da evitare la fuoriuscita di liquido (vds. Art. 76, commi 6 e 7).

Fenomeni putrefattivi e corrosivi dello zinco

Per analizzare la corrosione della cassa di zinco, bisogna tenere conto dell'ambiente che si sviluppa all'interno di essa e dei problemi connessi alla sua determinazione.

Bisogna tenere conto dell'aleatorietà legata ai fenomeni di scheletrizzazione del cadavere.

Infatti, l'atmosfera all'interno della cassa è determinata in prima analisi dai prodotti delle reazioni che avvengono nel cadavere post-mortem.

Queste reazioni di dissoluzione delle sostanze organiche in composti chimici più semplici quali CO_2 , H_2 , CH_4 , H_2S e prodotti fetidi (mercaptani, scatolo, indolo, ecc.), che portano alla putrefazione del cadavere, dipendono da molteplici fattori.

Infatti, l'andamento putrefattivo è funzione dei seguenti parametri:

1. ambiente in cui si conserva il cadavere (temperatura, grado di umidità, ventilazione);
2. stato biologico proprio dell'individuo all'atto del decesso (età, sesso, presenza di condizioni causate da processi infettivi);
3. trattamenti effettuati sul cadavere quali:
 - a) l'autopsia, che a causa della disidratazione può portare alla mummificazione o può favorire in modo marcato la corificazione del cadavere a causa delle impurezze di arsenico contenute nello zinco della cassa;
 - b) trattamenti conservativi, che consistono soprattutto nell'iniezione di una soluzione di 500 cc. di formaldeide generalmente al 24% (aldeide formica - HCHO 30% - 36 vol.), un disinfettante, il quale dà formaldeide, che uccide la flora batterica. Inoltre, la formalina, disidratando, tende ad acuire il problema della corificazione.

Proprio per effetto dell'elevato numero di variabili, risulta impossibile indicare soprattutto la quantità dei prodotti (gas e liquami) presenti in una cassa e a volte si ha difficoltà anche ad indicarne la qualità, cioè il tipo di composti presenti nell'ambiente.

Comunque, alla luce delle ricerche in campo medico-legale, alcuni Autori ritengono che siano presenti: CO_2 , H_2 , CH_4 , H_2S , O_2 e sostanze aromatiche quali scatolo e indolo, che determinano all'interno della cassa un ambiente a pH lievemente acido.

La presenza di questi composti mette in evidenza la natura "ostile" dell'ambiente dal punto di vista chimico e corrosionistico nei confronti dello zinco.

Oltre a questo, bisogna tenere conto degli effetti meccanici che si hanno sulla cassa di zinco per opera dei composti gassosi.

Infatti, dopo aver introdotto la salma, poiché la cassa in seguito al processo di saldatura è a tenuta stagna, a causa delle sovrappressioni generate, che in certi casi possono arrivare fino a 2.5 atm. (assolute), si può arrivare allo scoppio della cassa.

La gravità di questo problema consiglia l'utilizzo di una valvola tarata che mantenga entro certi limiti prestabiliti il valore della sovrappressione: 0.03 atm. (relative). Sperimentalmente, si è notato che questo valore della sovrappressione ha causato ancora una volta lo scoppio di alcune casse e per questo, alcuni Autori hanno suggerito di portare il valore massimo della sovrappressione da 0.03 atm. (relative) fino a 0.01 atm. (relative) per diminuire ancora di più l'incidenza del fattore meccanico sulla rottura delle casse.

La concomitanza di questi due fenomeni (corrosivo e meccanico cioè di trazione sulla cassa dovuta alla sovrappressione) può portare alla rottura prematura della cassa di zinco in certi punti.

Inoltre, bisogna tenere conto di altri due fattori negativi che possono influenzare il fenomeno di degradazione della cassa: lo stato metallurgico del manufatto e lo stato superficiale della lamiera.

Infatti, la cassa di zinco viene prodotta partendo da una lamiera, che successivamente viene piegata e saldata. Ovviamente, nelle zone di piegamento si ha un incrudimento del materiale con conseguente aumento delle difettosità (dislocazioni) e si possono generare delle tensioni residue, che si vanno a sommare a quelle dovute alle sovrappressioni.

Lo zinco, se esposto all'aria in condizioni idonee, forma sulla superficie uno strato passivante e anticorrosivo. Questo processo è noto come "stagionatura". Ovviamente, se il manufatto non è fornito in questo stato, la sua resistenza alla corrosione risulta notevolmente compromessa.

I problemi che possono insorgere da questi fattori metallurgici sono da imputare alla ditte fornitrici di zinco, per cui da queste ultime è opportuno richiedere: la certificazione del produttore delle lastre, le specifiche delle caratteristiche chimiche e meccaniche garantite dal produttore delle lastre e la garanzia scritta del fornitore che le lastre di zinco sono state adeguatamente stagionate.

Alla luce di queste considerazioni e tenendo conto del fatto che le rotture della cassa si verificano nella maggioranza dei casi negli spigoli o sulla parete laterale della cassa in corrispondenza della superficie di separazione tra i liquami cadaverici e la zona gassosa (effetto menisco) esaminiamo il processo di corrosione dello zinco in ambiente acido.

Infatti, alcuni Autori sostengono che l'ambiente, a causa delle reazioni di putrefazione, tende a diventare acido già dal 2°-3° giorno e per di più bisogna tenere conto del trattamento conservativo effettuato sul cadavere cioè l'iniezione di formalina. Infatti la formaldeide, a contatto con il liquido proveniente dai fenomeni della decomposizione del cadavere, liquido che come detto in precedenza presenta un pH lievemente acido, può, in condizioni particolari, subire ossidazione ad acido formico molto aggressivo verso lo zinco, con formazione di formiato di zinco e conseguente fenomeno corrosivo.

Consideriamo ora le reazioni chimiche che si hanno nei processi sopracitati.

1. OSSIDAZIONE DELLA FORMALDEIDE AD ACIDO FORMICO



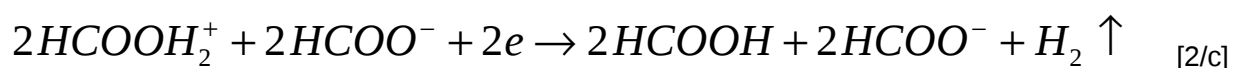
2. REAZIONE DELL'ACIDO FORMICO CON LO ZINCO E FORMAZIONE DI FORMIATO DI ZINCO



Per ogni processo di corrosione, come quello della reazione [2], si può fare riferimento a due semireazioni differenti:

1. *ossidazione anodica* del metallo (nel nostro caso lo zinco) con cessione di elettroni, come si può vedere dalla reazione [2/a];

2. *riduzione catodica* dell'agente ossidante (nel nostro caso i cationi H^+ o meglio $HCOOH_2^+$; poiché stiamo esaminando il caso di corrosione in ambiente acido) con acquisizione di elettroni come si può vedere dalla reazione [2/c].



Gli elettroni ceduti nella reazione [2/a] sono acquisiti nella reazione [2/c] e in questo modo si sviluppa il processo di corrosione dello zinco in ambiente acido con formazione di formiato di zinco (schematizzato nella reazione [2]).

Si è fatto riferimento all'acido formico, proveniente dalla formalina, come agente ossidante del processo corrosivo poiché, a causa dell'elevata quantità iniettata nel corpo del cadavere, questa sostanza può influenzare notevolmente l'ambiente.

Per meglio comprendere l'importanza della reazione [2] sul processo di degradazione della cassa di zinco è importante esaminare anche l'aspetto legislativo.

Infatti, l'esecuzione del trattamento conservativo sul cadavere viene regolamentata dal D.P.R. del 10.09.1990, n. 285, che all'art. 32 prescrive:

1. *Per il trasporto di cui all'art. 30, nei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre, le salme devono essere sottoposte a trattamento antiputrefattivo mediante l'introduzione nelle cavità corporee di almeno 500 cc di formalina F.U. dopo che sia trascorso l'eventuale periodo di osservazione.*
2. *Negli altri mesi dell'anno tale prescrizione si applica solo per le salme che devono essere trasportate in località che, con il mezzo di trasporto prescelto, si raggiungano dopo 24 ore di tempo, oppure quando il trasporto venga eseguito dopo 48 ore dal decesso.*
3. *Le prescrizioni del seguente articolo non si applicano sui cadaveri sottoposti a imbalsamazione.*

Come si può facilmente evincere dal testo sopra riportato, le prescrizioni imposte dalla legge sono molte restrittive, per cui si può affermare che l'iniezione di formalina venga effettuata almeno nel 70-80% dei casi di decesso.

Conclusioni

A questo punto, visti gli effetti negativi dell'acido formico sulla cassa di zinco si può tentare di risolvere il problema in due modi differenti:

1. variando lo spessore della cassa di zinco;
2. cambiando la sostanza da iniettare nel cadavere.

Nel primo caso l'intervento è abbastanza semplice e consiste nell'utilizzare una lamiera di spessore maggiore. Si tratterebbe di passare da una lamiera di zinco n° 12, di spessore mm. 0.66 attualmente utilizzata nella produzione delle casse, all'impiego di lamiera del n° 13, di spessore mm. 0.74.

Questo però comporta un aumento del 12% del peso della cassa di zinco (circa 2 kg.) e un incremento seppur lieve del costo di produzione della cassa a causa della maggior difficoltà nel piegare lamiere di spessore maggiore.

La seconda soluzione sicuramente risolverebbe il problema in modo definitivo.

Infatti, se la formalina porta dei problemi sullo zinco, sarebbe conveniente utilizzare una sostanza diversa che non attacchi lo zinco.

Inoltre, anche se questo comporterebbe uno sforzo ancora maggiore, si potrebbe cercare di individuare una sostanza che, dopo una prima azione antiputrefattiva sulla salma della durata massima di 15-30 giorni, oltre a non essere nociva allo zinco, abbia un'azione favorente i processi di scheletrizzazione della salma.

Poiché non risulta che esistano dalla letteratura tecnica dati sulla velocità di corrosione dello zinco esposto ad ambienti quali gas, vapori e liquami di decomposizione cadaverica, risulta evidente come le valutazioni per quanto basate su dati presi obiettivamente dalla letteratura tecnica e su informazioni di esperti di medicina legale, dovrebbero essere consolidate da prove di laboratorio, eventualmente a carattere accelerato (camera climatica, camera a nebbia salina) o anche basate su moderni metodi elettrochimici (misura della velocità di corrosione mediante la determinazione della resistenza di polarizzazione).

Fino ad allora i consigli pratici che si possono dare sono i seguenti:

- a) controllare periodicamente con un calibro che lo spessore delle casse di zinco sia non inferiore a quello stabilito dalla legge (mm. 0,66), infatti non è infrequente che taluni impresari di pompe funebri si riforniscano da ditte che per risparmiare utilizzano lastre di zinco del n° 8 o 10 (e non del n° 12);
- b) orientarsi su valvole certificate per sovrappressioni interne basse;
- c) verificare la inclinazione del piano di posa del loculo verso la parte opposta a quella dove vi è l'apertura per l'introduzione del feretro;
- d) accertarsi sull'utilizzo di tecniche o di materiali che garantiscano la impermeabilità (duratura nel tempo) ai liquidi cadaverici.

Laddove i manufatti siano vetusti o quando economicamente la soluzione sia conveniente, si possono utilizzare appositi contenitori (di materiale adeguato e non corrosivo) da collocare sotto il feretro, per raccogliere eventuali percolazioni esterne al loculo di liquidi cadaverici.

(*) Libero professionista specializzato in ingegneria dei materiali