

Miglioramenti nella lavorazione di materiali plastici con rivestimenti Lunac

Sommario:

Svariati particolari di macchine per la lavorazione delle materie plastiche quali viti, adattatori, cambi filtri, teste di estrusione ed altro, si trovano spesso a dover affrontare problemi come degrado del polimero, adesione dello strato limite, usura o corrosione. I rivestimenti Lunac molto spesso permettono di ridurre o anche eliminare totalmente questi tipici problemi. I soli rivestimenti in vetro metallico, i nostri Lunac, applicati mediante processi galvanici speciali offrono le seguenti caratteristiche:

- Ridotta energia superficiale, con principale conseguenza di una migliore caratteristica antiadesione.
- Un legame rivestimento-substrato pari ad una saldatura.
- Nessuna formazione di microfratture.
- Lo sforzo di pulizia è significativamente ridotto, sostanzialmente in ogni situazione.
- Buona resistenza a shock termici.
- Moderata resistenza all'usura nel caso di Lunac 1.
- Insuperabile resistenza a usura e abrasione nel caso di Lunac 2 +.
- Lunac 2 + può essere lucidato moderatamente.
- Lunac 1 può essere lucidato a valori di rugosità estremamente ridotti.
- Lunac 2+ offre generalmente un'ampia protezione alla corrosione. Sia Lunac 2 hc + che Lunac 1 offrono generalmente una elevata protezione contro la corrosione. Questi ultimi due rivestimenti resistono anche alla maggior parte dei polimeri fluorurati e clorurati e possono sostituire le costose leghe di Nichel.



Effetti osservati con i pezzi rivestiti in Lunac:

- *Il rischio di formazione di particelle nere o di striature con materie plastiche particolarmente sensibili al degrado (come PVC o PC) è spesso ridotto o annullato con un rivestimento Lunac 1.*
- *Lo sforzo per lucidare Lunac 1 (HRc 65) è minimo e può fornire superfici otticamente perfette ($Ra\ 0,005 - 0,03\ \mu m$) quando applicato su un substrato con rugosità iniziale $<Ra\ 0,2\ \mu m$.*
- *Lunac 2+ è molto duro ($Hv\ 1150 = HRc\ 72 / 2100$) ed è notevolmente resistente all'usura abrasiva. La resistenza all'usura aumenta fino a 80 volte rispetto agli ottoni.*
- *Quasi senza eccezioni, le parti possono essere pulite con una notevole facilità, riducendo gli sforzi rispetto alle superfici non rivestite con Lunac. Tuttavia, è importante tener conto che con superfici in Lunac 1 altamente lucidato per alte prestazioni, anche attrezzi di pulizia delicatamente abrasivi generano pur leggeri graffi che compromettono la precedente qualità di lucidatura.*
- *Sulle superfici scorrevoli, il rivestimento Lunac 2+ previene fortemente i fenomeni di usura per sfregamento e usura adesiva (ad es. cambiafiltri o stampi registrabili). Grazie a questa specifica caratteristica anti-usura, si presenta la possibilità di ridurre le tolleranze di accoppiamento tra le parti scorrevoli.*
- *I rivestimenti Lunac possono essere fratturati lasciando solidificare le materie plastiche dure (ad es. PC, PA, poliestere, ecc.) sulla superficie Lunac o avviando la macchina senza adeguato riscaldamento preliminare. Prima di fermare completamente l'impianto, spurgare il canale o mantenere la temperatura a $200\ ^\circ C$.*

Applicazioni Lunac:

Le parti di macchine per la lavorazione di plastica con rivestimento Lunac 1 mostrano per la maggior parte la seconda miglior capacità di flusso del fluido (vicina ai rivestimenti in PTFE). Di solito il rivestimento viene applicato localmente su tutte le superfici di flusso e, nel caso di materie plastiche corrosive, anche alcuni millimetri intorno ai bordi dei condotti. A differenza dell'acciaio, le parti rivestite con Lunac 1 sono resistenti a quasi tutte le materie plastiche che potrebbero produrre acidi generando superfici a tenuta ermetica e resistenti alla corrosione, che tenderanno pochissimo o per niente ad ossidarsi/scurirsi (superfici ossidate/scurite sono in genere meno favorevoli reologicamente). Dopo il rivestimento i bordi vengono per lo più affilati per impedire la turbolenza alle interfacce. A differenza di quanto accade alle superfici in acciaio o in cromo duro, le materie plastiche non possono praticamente

infiltrarsi dentro una superficie in Lunac. Per questo motivo in caso di rivestimento di superfici già usate in acciaio o cromate, queste necessitano in primo luogo di una pulizia meccanica profonda (fino a 40 μm) prima di una (ri)placcatura (si elimina il materiale/atomii adsorbiti nella microstruttura del substrato). Per il Lunac 1 lo spessore di rivestimento più usuale è di 45-60 μm ; nel caso di Lunac 2+ invece è di 45-120 μm . Se il rivestimento viene applicato alla vite dell'estrusore e a tutti i componenti della macchina a valle la maggior parte dei casi di presenza di "particelle nere" (ad esempio nell'estrusione di policarbonato) è ampiamente eliminata, soprattutto con Lunac 1 (vedi figura 1). Un altro buon motivo per applicare Lunac 1 alle parti di macchine da lavorazione in plastica è la riduzione della formazione di linee di striatura nelle lastre/film e di frattura del flusso fuso (fish eye). Lunac 1 può essere indurito fino a HRC 65 per offrire una buona resistenza ai graffi. Tuttavia, la resistenza all'usura generalmente moderata limita la sua applicazione a materie plastiche prive di particelle abrasive. L'estremamente dura versione semi-ceramica del Lunac 2+ garantisce una insuperata resistenza all'usura (abrasiva e adesiva) ed alla graffiatura. Le parti rivestite in Lunac 2+ non sono così facili da lucidare ai valori così bassi ottenibili dal Lunac 1 e presentano anche una resistenza alla corrosione un po' meno elevata del Lunac 1. Nonostante Lunac 1 e 2+ presentino un totale legame al substrato, si suggerisce comunque di prestare attenzione a non danneggiare i bordi, a causa della struttura comunque moderatamente fragile dei rivestimenti.

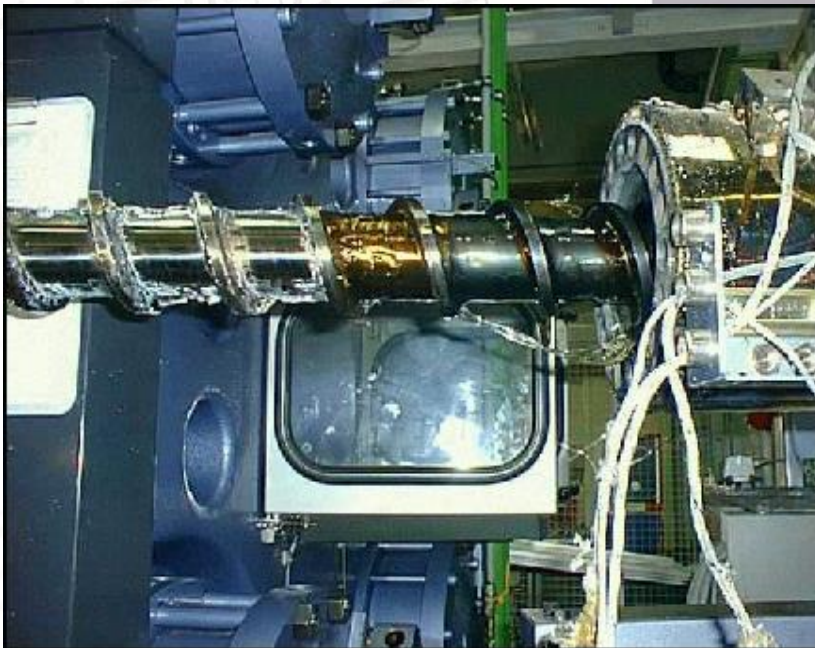


Fig. 1: Vite di lavorazione policarbonato per lenti di fari automobilistici. La parte sinistra della vite è stata rivestita con Lunac 1. Il lato destro della vite è rimasto non rivestito. Il polimero sulla parte sinistra della vite non si è scurito / degradato, è stato facile da rimuovere e privo di particelle nere. Notare la discolorazione del polimero e dell'acciaio al livello della parte di ingresso a destra, cioè nella zona non trattata della vite. La nuova vite e gli adattatori trattati con Lunac 1 hanno ridotto il numero di parti rifiutate a causa delle particelle nere dal 12% allo 0%. In questa applicazione il ritorno sull'investimento per il rivestimento Lunac 1 è stato quindi piuttosto breve.

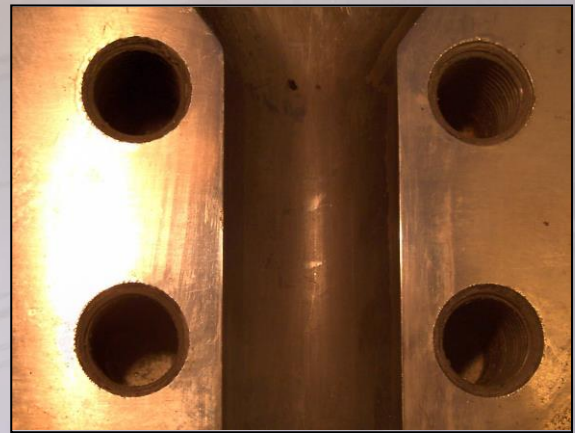
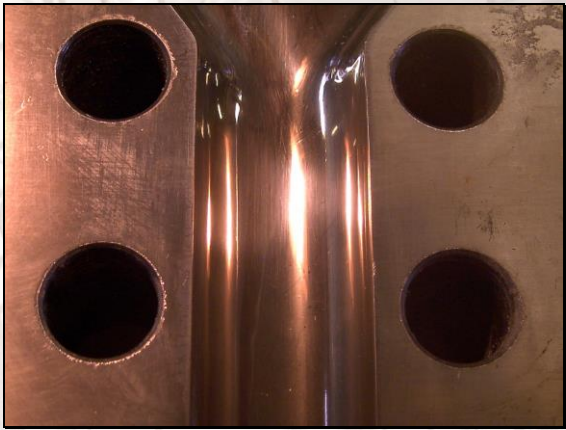
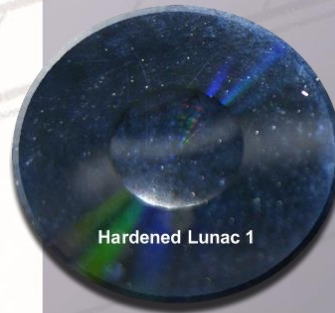


Figure 2. Queste immagini superiori rappresentano il canale principale di una testa di estrusione lastra, rivestita e non rivestita (a destra). Questi stampi hanno lavorato la stessa tipologia di polimero HIPS per 3 anni. A destra la testa con superficie in acciaio al carbonio non rivestita è annerita e moto irregolare. Questo effetto aumenta l'attrito ed ha influenzato notevolmente il flusso del polimero generando la formazione di striature. L'immagine a sinistra mostra una testa esposta a condizioni simili, ma con un rivestimento Lunac 1. Il coefficiente di attrito ridotto così come l'aspetto superficiale non è cambiato dalla messa in servizio. Nota: L'eventuale deformazione (flessione) dei labbri deve essere limitata a causa della moderata fragilità del Lunac 1, che è lo 0,11% di allungamento alla frattura.



Hardened Lunac 1



Hardened electroless nickel



Figure 3. Una testa multistrato per la lavorazione di polimero PFA, altamente corrosivo (a circa 400 °C) è stata completamente rivestita con un strato di Lunac 1 di spessore 35-55µm. Solo i rivestimenti resistenti alla corrosione esenti da microfratture riescono a resistere a queste condizioni. Questo componente era stato precedentemente rivestito con nichelatura chimica (electro-less), ma tale rivestimento è stato rimosso dopo brevissimo tempo all'apparizione dei primi fenomeni di corrosione. Il nichel chimico infatti tende a formare micro-fratture all'indurimento (l'indurimento si genera spontaneamente al raggiungimento di una temperatura di 290 °C), tali difetti espongono quindi il substrato alla corrosione galvanica. D'altra parte va tenuto conto che con la nichelatura chimica la distribuzione del rivestimento nelle strutture con recessi più profondi è significativamente migliore rispetto alla distribuzione del rivestimento di cromatura dura ed anche del Lunac. Questo particolare dopo la rimozione della nichelatura è stato rivestito in Lunac 1 e così ha dato prova di resistere efficacemente alle pesanti condizioni corrosive cui è esposto.

Proprietà anti adesione:

L'effetto antiaderente non è solo governato dall'energia di superficie, ma anche dall'inerzia della superficie e dalla sua levigatezza. Quest'ultimo aspetto è spesso sottostimato. Una sola importante eccezione a queste abituali situazioni è stata registrata nel caso di rilascio perpendicolare di materie plastiche solide (o in corso di solidificazione) che possono trarre particolare profitto da un particolare tipo di rivestimento Lunac 1 di rugosità tra Ra 0.4 μm a 0.65 μm , e una struttura denominata RAD micro-dome: questa superficie è caratterizzata dalla forma a micro sporgenze arrotondate, ma localmente sempre estremamente lisce, che riducono l'effettiva superficie di contatto (favorendo il distacco del polimero processato) senza però presentare spigoli vivi o rugosità affilate.

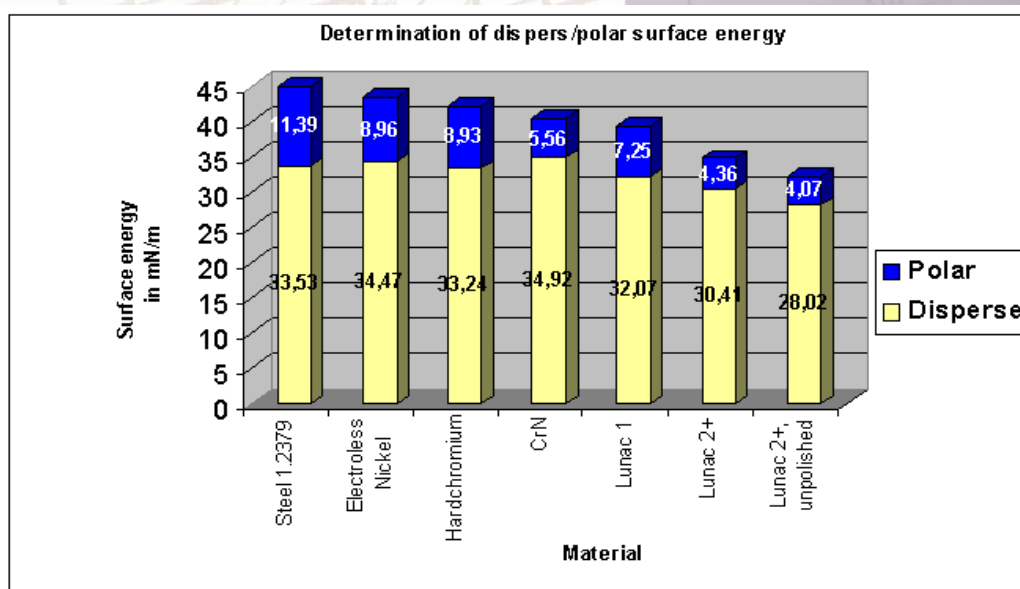


Diagramma 1

Diagrammi 1 e 2: l'influenza positiva di un rivestimento con una ridotta energia di superficie sul flusso di fusione è limitata ma misurabile (diagramma sopra, Università di Duisburg, Germania). In molti casi il flusso di fusione trae maggior vantaggio dalla presenza di superficie lucidata a valori estremamente bassi: è l'effettiva lucidabilità elevata di un rivestimento il vantaggio principale per il miglior flussaggio (diagramma inferiore). In tale diagramma sono confrontate le capacità di cambio colore tra differenti rivestimenti: su analoghe teste di prova con differenti rivestimenti è fatto estrarre per brevissimo tempo del polimero colorato di blu; viene quindi misurata la quantità di plastica trasparente sufficiente a rimuovere il colore azzurro ad un medesimo livello.

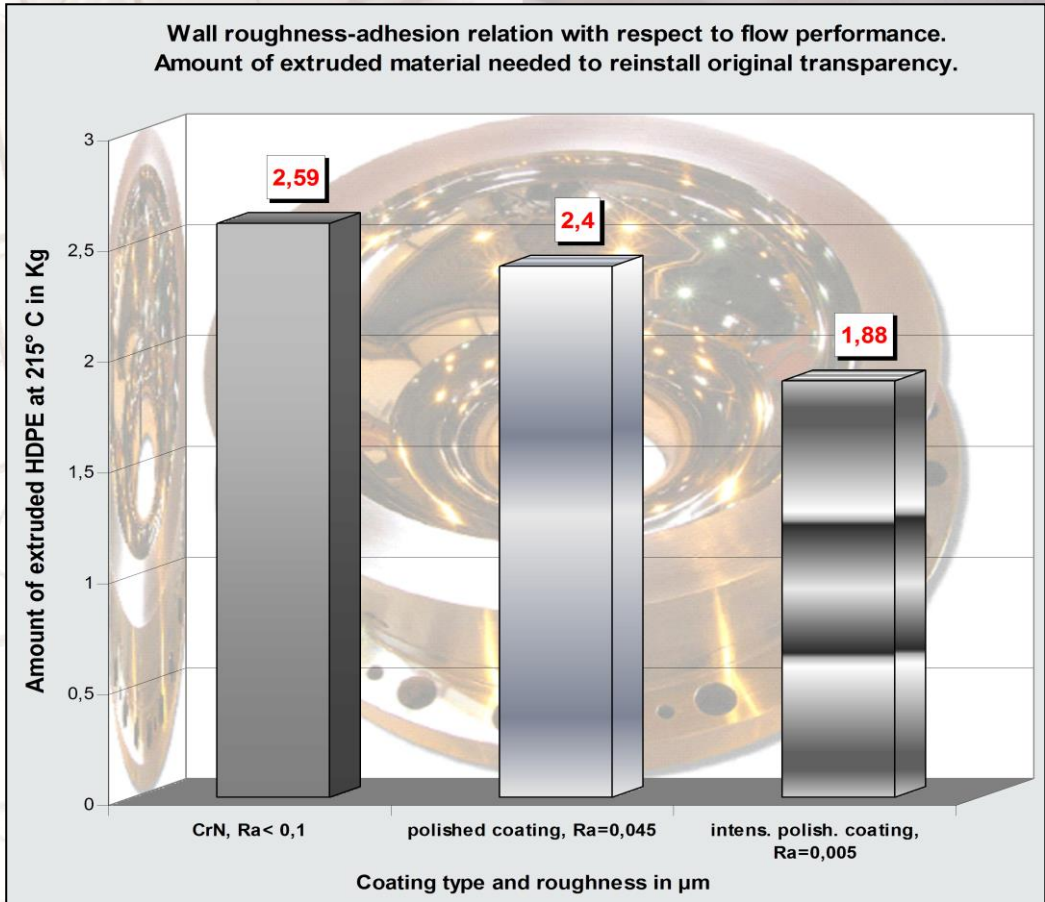


Diagramma 2



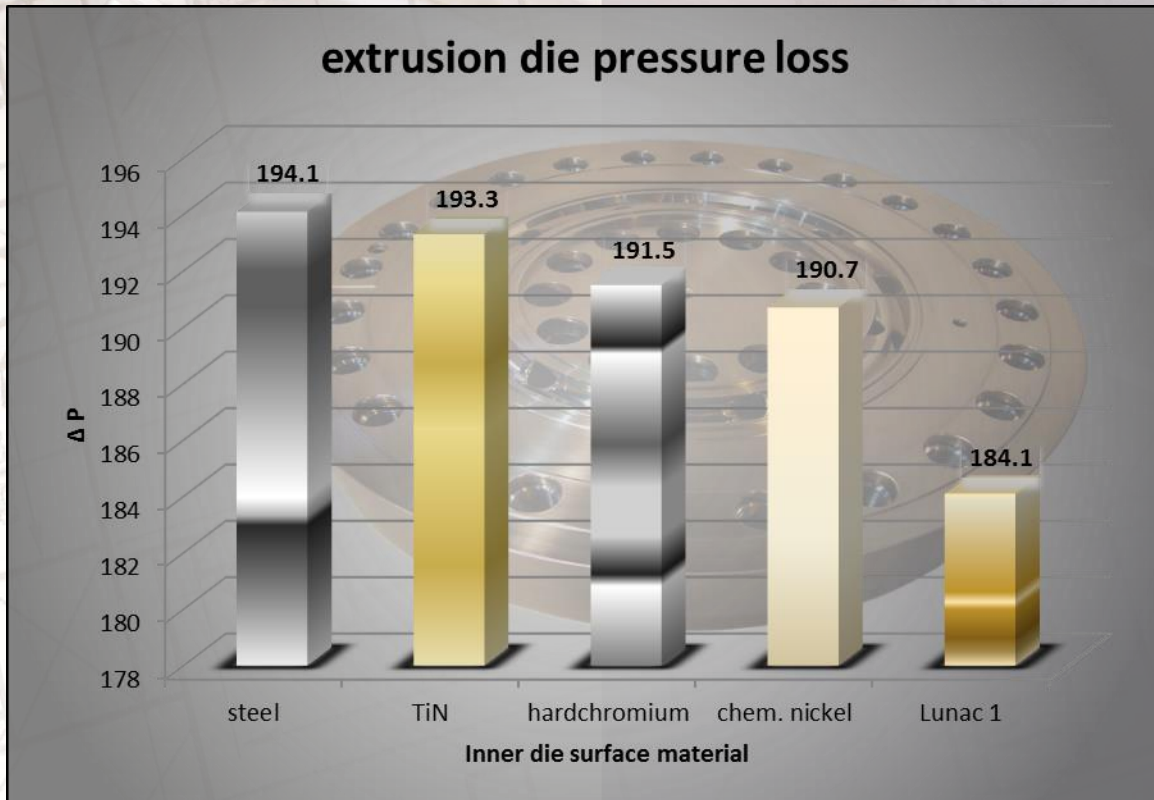


Diagramma 3. Questo studio compara l'influenza di vari rivestimenti (ottimamente lucidati ove possibile) sul flusso di fusione in una testa di estrusione di normale utilizzo industriale.

Sezione di passaggio del canale di flusso: 2,645 mm² Temperatura: 205 °C Portata: 18 kg/h
 Lunghezza canale: 196 mm Polimero: LDPE 5021

Resistenza alla corrosione:

A causa della struttura molto compatta dei Lunac e della buona resistenza alla corrosione in genere di Lunac 1 e del nuovo Lunac 2hc+, si è generata una possibile applicazione molto interessante (figure 6 e 7). Invece di utilizzare particolari realizzati in costose leghe di nichel, che sono anche difficili da lavorare, può essere impiegato acciaio al cromo, che è generalmente più resistente e certamente di miglior lavorabilità. La resistenza alla corrosione è coperta dal rivestimento Lunac 1 o 2hc+. Nel caso di viti molto piccole +/- D25 mm, sulle creste delle viti di estrusione è necessario applicare uno strato molto sottile di rivestimento Lunac. Nelle viti più grandi le creste devono essere preventivamente rivestite in Stellite 12 prima dell'applicazione del Lunac, che viene poi rimosso dalle creste, lasciando in tale zona esposta la Stellite 12. Nonostante il pieno legame, la natura fragile dei rivestimenti Lunac spesso non sopporta bene carichi concentrati molto elevati, come in questa zona di contatto del diametro esterno. Lunac 1 inizia a scurirsi da 340 °C (in modo più evidente nel caso di fluoropolimeri). A partire da 400°C, i rivestimenti Lunac iniziano ad essere diffusi nel substrato metallico, ma in gran

parte saranno ancora in grado di affrontare le condizioni prevalenti durante l'estrusione del fluoropolimero.

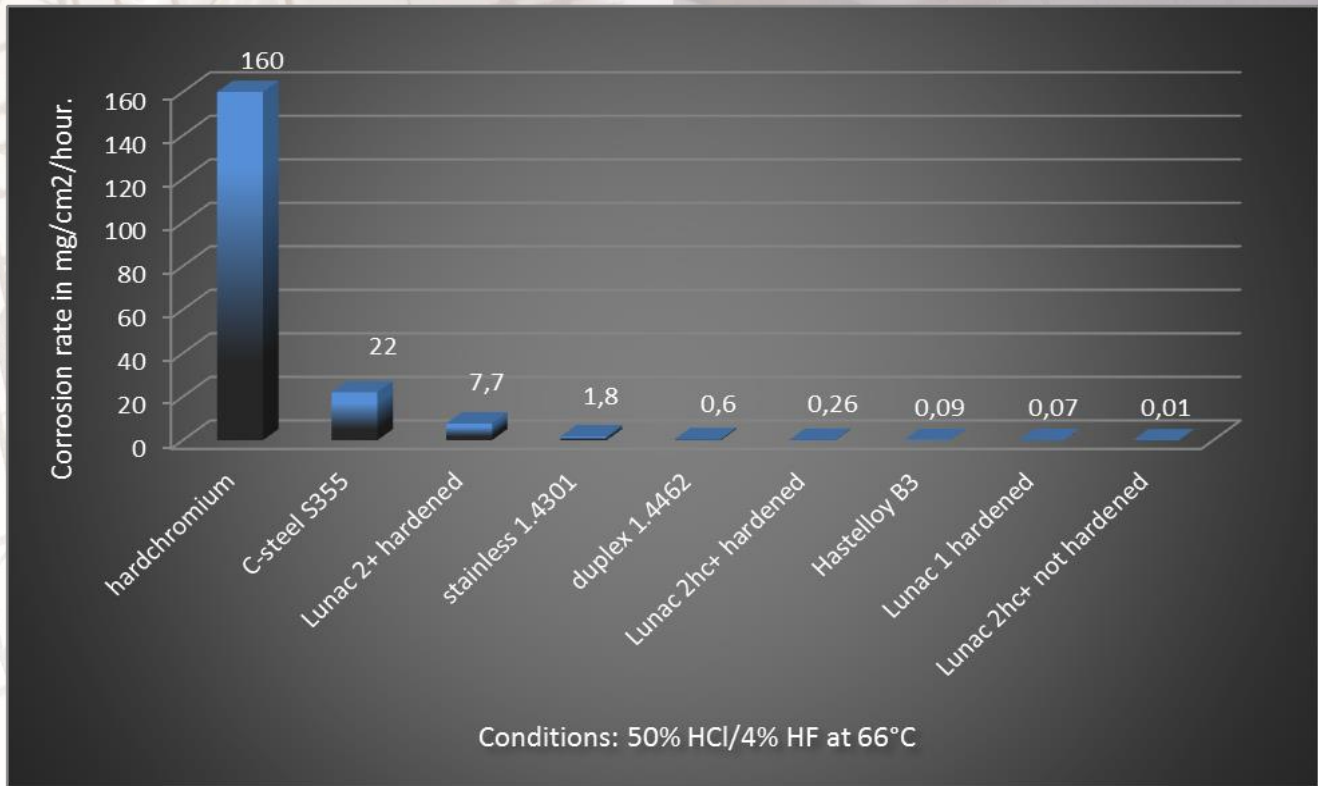
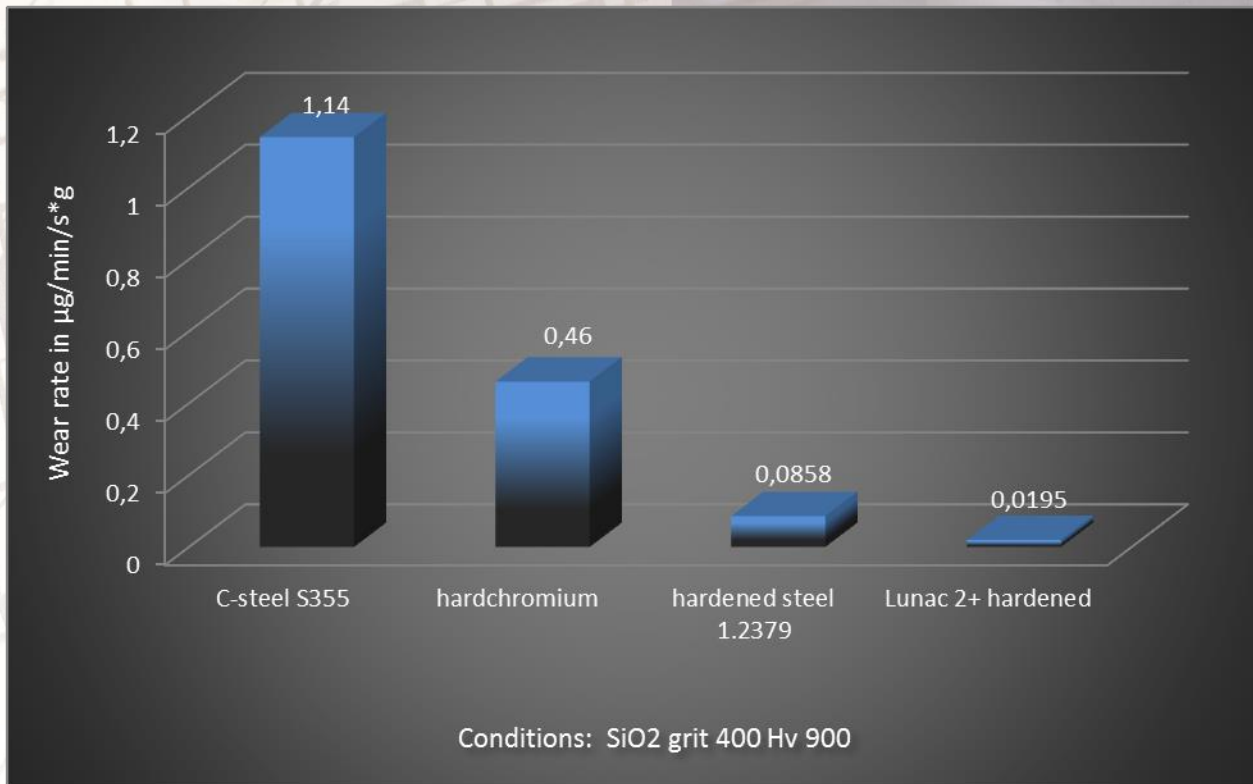


Diagramma 4. Diagramma comparato di resistenza a corrosione dei vari rivestimenti Lunac rispetto ad altri materiali o rivestimenti. (Nota: in questo test il Lunac 1 mostra una resistenza alla corrosione 110 volte superiore al Lunac 2+)



Figure 4 e 5. Rivestimento Lunac 1 in sostituzione di superleghe di nichel. A sinistra la vite nuova dopo il rivestimento; sopra dopo 4 mesi di lavoro a contatto con fluoropolimero PFA. Non è stato registrato alcun effetto di corrosione. Il materiale di base è un acciaio inox 17-4 PH con rivestimento delle creste delle viti in Stellite 12 (per le viti più grandi di Ø25mm).

Resistenza all'usura:



Nota: Il tasso di usura del cromo duro dipende fortemente dalla natura dell'abrasivo. Per esempio il cromo duro si comporta meglio in un test di usura abrasivo in presenza del ben più duro SiC (rispetto all'SiO₂ di questo test). Il Lunac 2+ non presenta questa dipendenza in maniera rilevante. La resistenza all'usura del Lunac 1 invece è paragonabile agli acciai al carbonio.

WMV ha impiegato grandi risorse per raccogliere feedback dai nostri clienti negli ultimi 20 anni, in merito al percepire un effettivo miglioramento rispetto alla resistenza antiaderente e alla corrosione (e nel caso di Lunac 2+ anche la resistenza all'usura) che stavano cercando. Controllate la nostra esperienza oggettiva e costantemente aggiornata delle applicazioni Lunac sul nostro sito web alla seguente pagina:

http://wmv.nl/downloads/Plastic_processing_experiences_2017_April.pdf

Distribuzione del rivestimento e placcatura di superfici interne:

Entrambi i rivestimenti Lunac 1 che 2+ mostrano una capacità di distribuzione circa 6 volte superiore al cromo duro e di conseguenza soffrono molto meno del fenomeno dell'ispessimento delle zone di bordo. WMV con i rivestimenti Lunac crea diversi deflettori di corrente e di specifici anodi di supporto per profili interni profondi.

I rivestimenti Lunac possono essere applicati ai fori interni piccoli fino a $\varnothing 5$ mm nel caso di una lunghezza totale di circa 50 mm. Fori da $\varnothing 70$ mm fino a 3.000 mm di lunghezza sono stati riempiti con una precisione di circa il 10%.

Procedura di rivestimento viti:

Viti con cresta del filetto ad alto carico concentrato

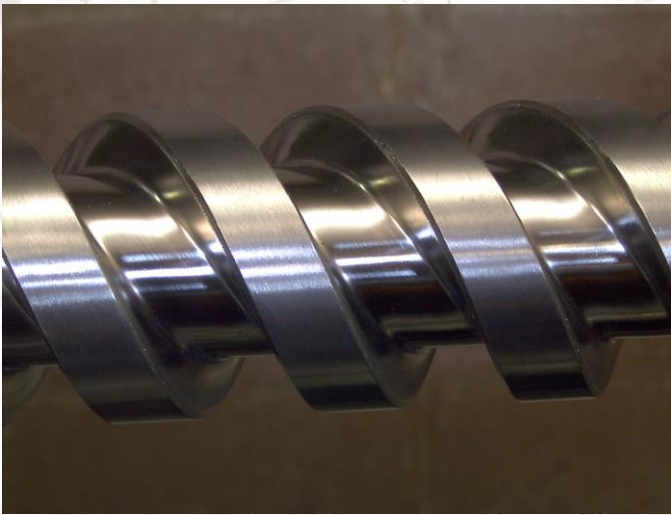
Come già accennato nel caso di viti di grande diametro, un rivestimento di protezione in Stellite 12 per le creste delle viti, combinato con un rivestimento Lunac 1 / 2+ nelle altre zone offre il più affidabile sistema di applicazione WMV Lunac. Le viti così rivestite possono affrontare carichi concentrati sulle creste e impedire fenomeni di usura, pur continuando ad offrire tutte le proprietà caratteristiche del Lunac al resto della vite. Il rivestimento Lunac è quindi applicato nella superficie del nocciolo della vite fino al bordo delle creste.

Procedura di rivestimento:

1. Preparazione di una vite con lega di acciaio non più dura di HRc 50 con sovrasspessore del diametro esterno delle creste di + 0.3-0.6 mm, ma con il canale del nocciolo a misura e rugosità già finale ($Ra < 0.2 \mu m$).
2. Viene quindi applicato sulla vite il rivestimento Lunac 1 di 45-65 μm ed è lucidato quindi a valori molto bassi di rugosità; in alternativa si applica il rivestimento di Lunac 2+ di 75-150 μm , poi moderatamente lucidato. Le creste della vite, che presentano il rivestimento Lunac sostanzialmente non ancora indurito, vengono ora rettificate fino al diametro finale richiesto. Ne deriva che le creste rettificate di una quantità superiore allo spessore del rivestimento Lunac, ritornano ad esporre il riporto in Stellite. A questo punto, per il risultato ottimale, si può ora indurire il rivestimento Lunac dopo la rettificazione finale, portando alla massima durezza a 320 °C per 5 ore o senza trattamento termico specifico lasciando la vite ad indurirsi nel cilindro dell'estrusore quando la temperatura di processo è superiore o pari a quella di indurimento appena menzionata.

Solo le viti più piccole ($< D30$) con bassi carichi concentrati sulle creste possono essere completamente rivestite senza il riporto in stellite.

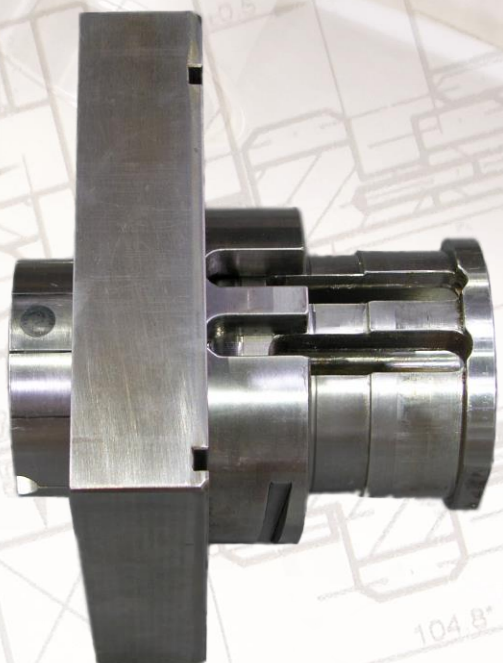
Le viti temprate ($> \text{HRc } 50$) sono sovente rivestite in Lunac con successo, ma WMV continua ad avvisare del rischio di un non affidabile legame tra rivestimento e substrato, specialmente nel caso delle viti nitrurate. Se lo strato nitrurato è rettificato di almeno $40 \mu\text{m}$, diventa possibile ottenere un seppur limitato legame tra substrato e rivestimento.



Nel caso delle viti di estrusione abbiamo sviluppato anodi speciali per ottenere rivestimenti spessi anche nelle geometrie più profonde e per poter affrontare plastiche altamente abrasive.

Disco di un granulatore rivestito con Lunac 2+ spessore $100 \mu\text{m}$ dopo rettificata con mola diamantata. I fori sono coperti durante il processo. In questo caso specifico, il granulatore è durato 45 volte più lungo rispetto all'iniziale soluzione in acciaio nitrurato. L'usura adesiva generata dai coltelli non rivestiti è generalmente ridotta (secondo prove di laboratorio di circa 6.25 volte). Questo concetto è molto competitivo con gli inserti in metallo duro.





Questi elementi scorrevoli di uno stampo sono stati diffusamente rivestiti in Lunac 2+ (e rettificati in seguito dal diamante per ottenere una perfetta compatibilità). I tipici problemi di grippatura di queste parti sono stati totalmente eliminati ed anche l'usura si è molto ridotta. Inoltre, i prodotti finali sono ora esenti da bave.

Materiali preferiti per rivestimenti Lunac:

Acciaio inossidabile DIN 1.4122 (AISI 420 RM - X39CrMo17-1)

Acciaio inossidabile DIN 1.2316 (X38CrMo16)

Acciaio inossidabile 17-4 PH

Acciaio da bonifica DIN 1.2344 (AISI H13 – X40CrMoV5-1)

Comunque, quasi ogni acciaio non nitrurato può sostanzialmente essere rivestito.

Manutenzione di particolari rivestiti in Lunac 1:

Pulizia di routine o pulizia specifica di utensile di estrusione coperto di polimero carbonizzato

Quasi senza alcuna eccezione, particolari di macchine per lavorazione plastica rivestiti in Lunac 1 sono notevolmente più facili da pulire (pulizia di teste a spirale, coperta da plastica non degradata, come mostrato sotto, in circa ½ ora). Si consiglia di utilizzare utensili in ottone (ad es. spazzole) per eseguire questo lavoro e, se ancora necessario, applicare una minima quantità di pasta per ripristinare l'originale superficie lucida. Consigliamo vivamente di non applicare abrasivi (panni o carte), sabbiature o uso di forni pirolizzatori.

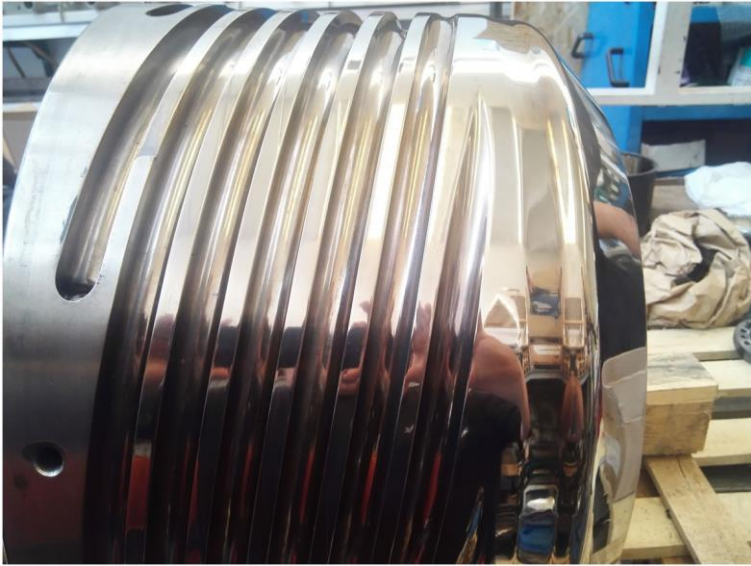
Nel caso in cui le parti di macchine per la lavorazione polimeri siano ricoperte di materie plastiche carbonizzate altamente aderenti (ad esempio una macchina che è stata surriscaldata), il rivestimento Lunac mostrerà ancora la sua natura antiaderente aiutando la pulizia. Nonostante ciò sovente si preferisce passare a metodi di pulizia più radicali. In questi casi si può utilizzare un forno ad N₂ a 400°C, seguita dall'eliminazione dell'ultimo residuo con una omogenea (e breve) lucidatura.



Testa di estrusione a spirale ricoperta di plastica carbonizzata (PE degradato). Prima dell'applicazione di Lunac 1, la pulizia ha necessitato 2 – 2,5 giorni di lavoro eseguiti da una esperta società di ricondizionamento teste per ripristinare la condizione lucida originale di questo particolare.



Stessa testa a spirale dopo 2 ore di trattamento del forno a N₂ a 400 °C. I residui di plastica carbonizzati sono svaniti. La superficie si presenta però scolorita.



La stessa testa a spirale, ma con rivestimento in Lunac 1 dopo 2 - 3 ore di lucidatura per rimuovere le sfumature. Riduzione del tempo di pulizia di circa 9 volte.

Capacità di rivestimento in WMV:

In questo momento la lunghezza massima rivestibile è di 3.930 mm e il diametro è Ø 750 mm.

Naturalmente, possono sorgere circostanze non prevedibili o conosciute e che potrebbero influenzare i risultati attesi. A causa della complessità della lavorazione plastica i risultati con i rivestimenti Lunac non possono essere completamente garantiti. Comunque il sensibile miglioramento della capacità di pulizia è praticamente sempre riscontrato.

L'alto livello di qualità viene ottenuto da operatori specializzati che hanno seguito in WMV uno specifico programma di istruzione interno. Il loro lavoro è supportato da un ampio database tecnico e da un laboratorio di ricerca sui materiali. Le parti rivestite sono sempre accompagnate da rapporti di misurazione. Tutte le procedure di realizzazione di ogni parte sono archiviate per permetterne la riproducibilità.

W.M.V. b.v.
Heliumstraat 1
7463 PL Rijssen
Paesi Bassi
Tel.: +31 548-520681
E-mail: info@wmv.nl

Maggiori immagini ed informazioni nel sito:
http://www.wmv.nl/index_WMV_Italiano.htm
alle pagine Lunac 1 e 2+.

