

OTTIMIZZAZIONE DEL COMPORTAMENTO TRIBOLOGICO DELLE GUARNIZIONI IN PTFE PER IL SETTORE FOOD & BEVERAGE



Intervento a cura di Federica Amenta, Responsabile R&D e produzione dell'area PTFE di ATP.

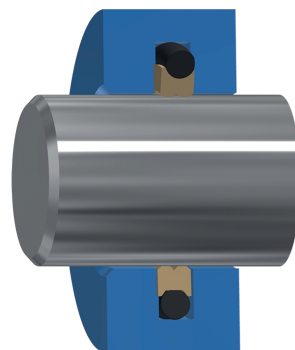
Federica è entrata a far parte della famiglia ATP nel 2016, laureata in ingegneria dei materiali ed attualmente dottoranda in "Ingegneria Industriale e del Territorio" presso l'Università degli studi di Modena e Reggio-Emilia. Recentemente ha partecipato all'evento Innovations using Fluoropolymers organizzato da Skz Das Kunststoffzentrum dove Federica ha esposto i vantaggi delle guarnizioni in PTFE nel settore Food & Beverage.

STUDIO APPLICATIVO

Nel seguente documento viene affrontato lo studio di una determinata applicazione, partendo dalla valutazione delle condizioni operative tipiche del settore Food & beverage all'illustrazione dell'approccio di ATP nell'ottimizzazione del comportamento tribologico del materiale.

L'applicazione è una guarnizione rotante in PTFE rinforzato, energizzata con un O-Ring.

L'obiettivo è quello di migliorare il **comportamento ad usura** del componente.



OBBIETTIVO: Aumentare del 30% la vita utile della guarnizione e diminuire del 20% il coefficiente e la coppia di attrito

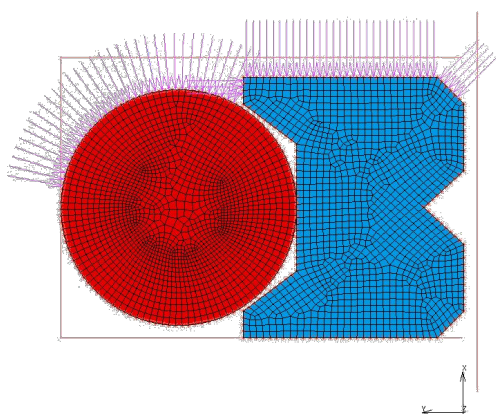
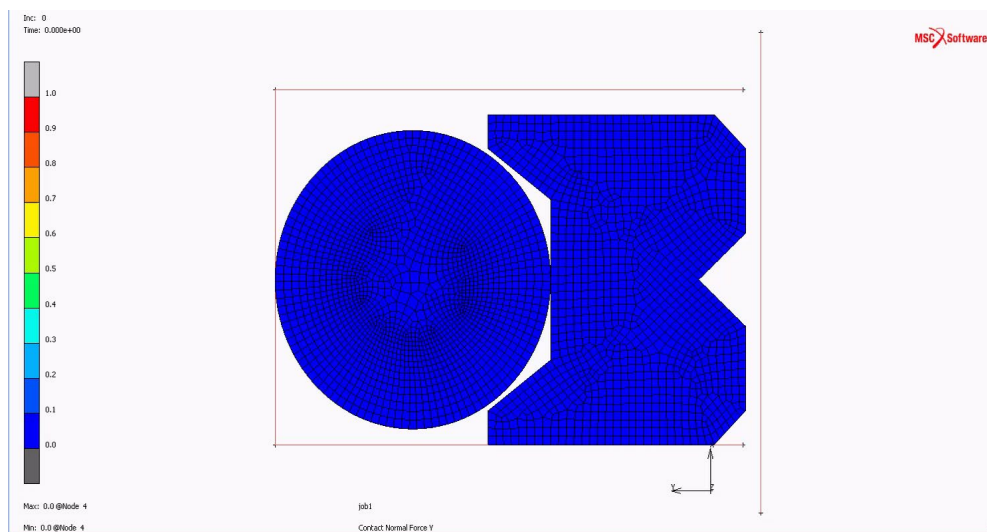
Lo studio ha previsto l'ottimizzazione del profilo della guarnizione mediante un'analisi FEM con l'obiettivo di individuare una geometria in grado di garantire una maggiore durata della guarnizione,

determinata da basse tensioni nell'area di contatto, ma sufficiente a garantire la funzione di tenuta.

L'analisi FEM è stata effettuata con l'obiettivo di:

- Simulare il comportamento della guarnizione in specifiche condizioni operative
- Calcolare la forza normale agente sulla superficie di contatto

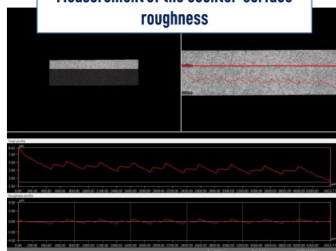
È possibile utilizzare un'analisi bidimensionale della sezione trasversale della guarnizione poiché la geometria è di tipo assialsimmetrico.



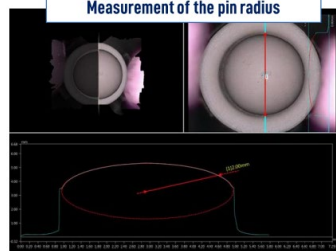
L'analisi FEM ha inoltre permesso di calcolare la forza di contatto che agisce sul punto di tenuta, il cui valore è di fondamentale importanza per l'esecuzione della prova tribologica **pin on disk**, al fine di identificare il materiale con il miglior comportamento ad usura nel tempo e il coefficiente d'attrito più basso.

Durante la prova è stata misurata la temperatura nella zona di contatto, inserendo una termocoppia all'interno del pin, con l'obiettivo di valutare l'influenza del calore sviluppato all'interfaccia sull'usura e sul coefficiente d'attrito del materiale.

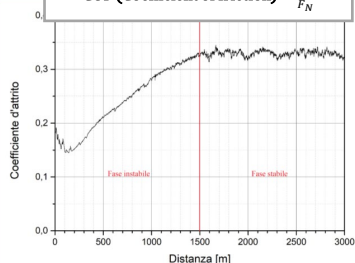
Measurement of the counter-surface roughness



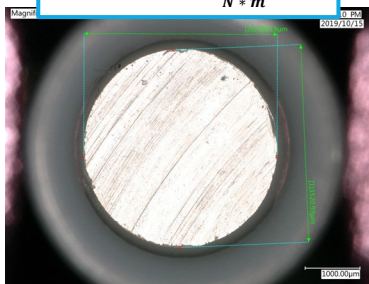
Measurement of the pin radius



COF (Coefficient of friction) = $\frac{F_T}{F_N}$



Wear Rate = $\frac{mm^3}{N \cdot m}$



Preparazione della misurazione:

Preparazione dei campioni (pulizia del pin e del disco)

Raccolta dei dati dei campioni prima delle prove tribologiche

1) Raggio del pin

2) Rugosità delle contro-superfici

Misurazione

Realizzazione della misurazione ad un determinato carico, velocità, distanza di strisciamento (durata della prova)

Valutazione dei risultati

Raccolta dei dati dei campioni dopo le prove tribologiche

1) Diametro della superficie usurata

Illustrazione del COF sui diagrammi

Calcolo del tasso di usura

TEST TRIBOLOGICO

Sono state effettuate prove tribologiche sui seguenti materiali:

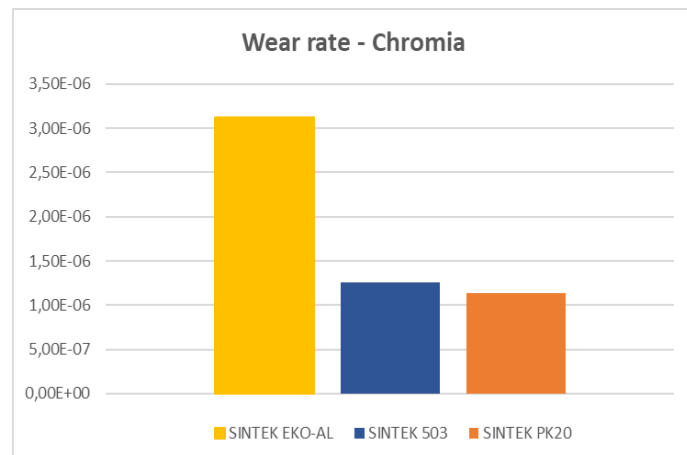
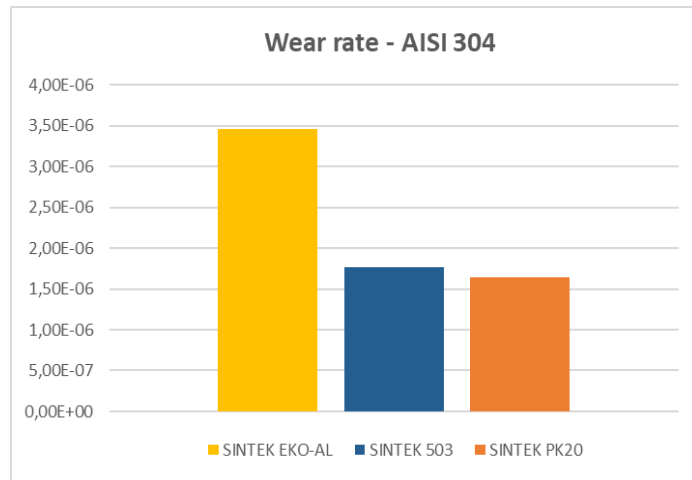
- SINTEK EKO-AL
- **SINTEK PK20**
- **SINTEK 503**

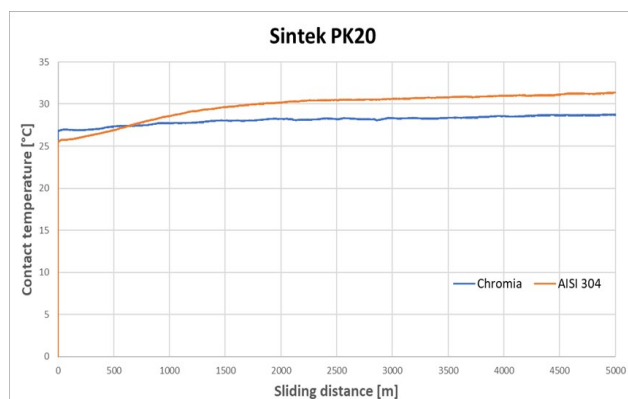
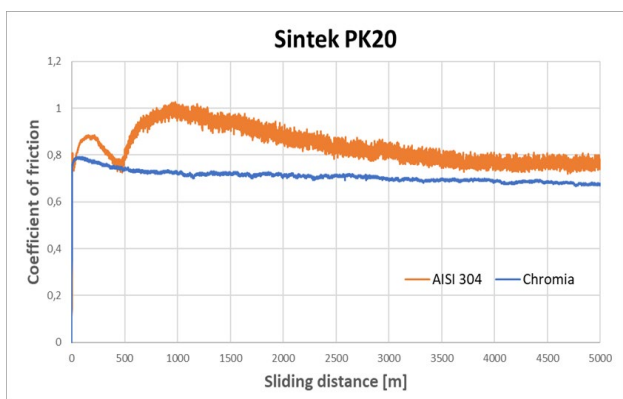
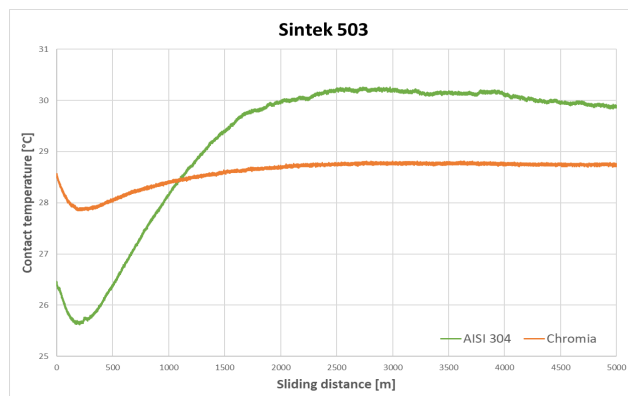
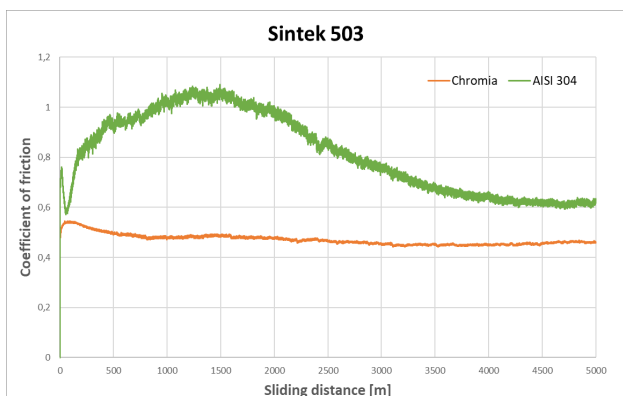
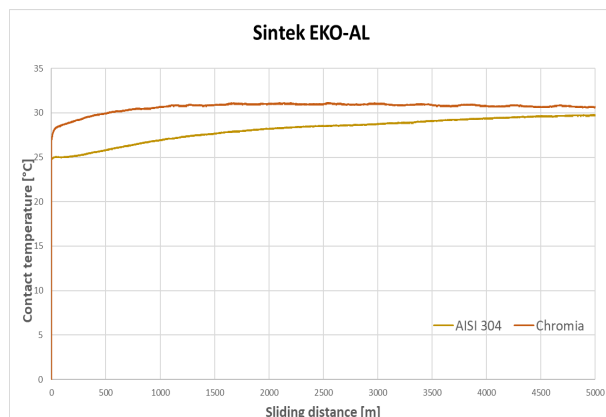
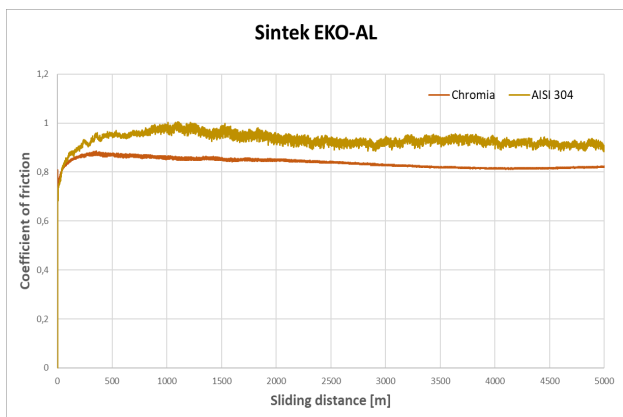
Gli ultimi due sono dei compound speciali ATP

Sono state impostate le seguenti condizioni operative:

| | | |
|----------------------|----------|---------|
| Load (N) | 60 | |
| Speed (m/s) | 0,2 | |
| Liquid | Dry | |
| Sliding distance (m) | 5000 | |
| Counter-surface | AISI 304 | Chromia |

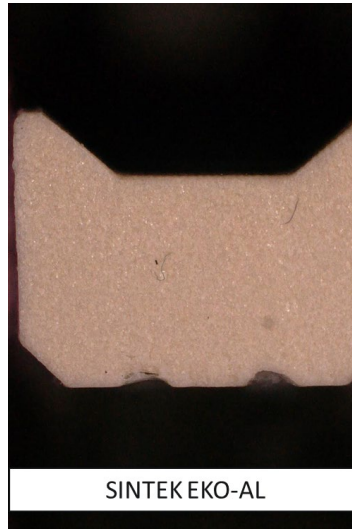
Analizzando i risultati delle prove tribologiche si è constatato che entrambi i compound speciali ATP hanno un tasso d'usura notevolmente inferiore rispetto al Sintek EKO-AL sia contro AISI 304 sia contro la superficie rivestita in Cromia. Tutti i materiali hanno in generale un comportamento tribologico migliore quando si trovano in contatto con la Cromia.





Dai grafici che mostrano l'andamento del coefficiente d'attrito e della temperatura di contatto al variare della distanza di strisciamento, si è evidenziato inoltre che il Sintek 503 è il materiale con il minore coefficiente d'attrito e la minore temperatura di contatto specialmente contro la superficie rivestita in Cromia. Questo fenomeno può essere spiegato dalla composizione chimica del materiale, costituito da filler particolari in grado di dissipare il calore durante il contatto.

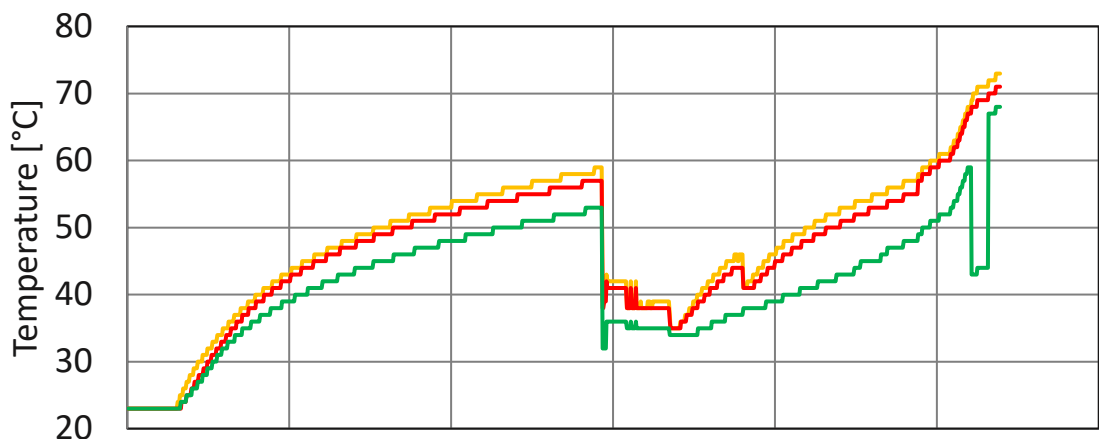
BENCH TEST



Per verificare la corrispondenza con i risultati ottenuti dalle prove tribologiche, sono state effettuate prove su componenti reali, montati all'interno di un collettore rotante, misurando con una sonda la temperatura di contatto sviluppata sullo stelo rivestito in cromia.

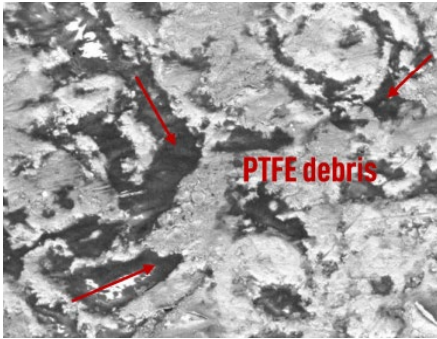
I rilievi effettuati al termine della prova mostrano che il pattino realizzato in Sintek EKO-AL ha uno spessore ridotto rispetto agli altri, evidenziato soprattutto dalla profondità delle gole di contenimento del grasso.

Questi risultati hanno confermato dunque quanto già evidenziato dalle prove tribologiche.



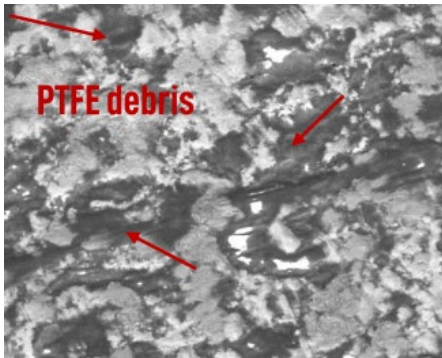
— SINTEK PK-20 — SINTEK 503 — SINTEK EKO-AL

CONCLUSIONE



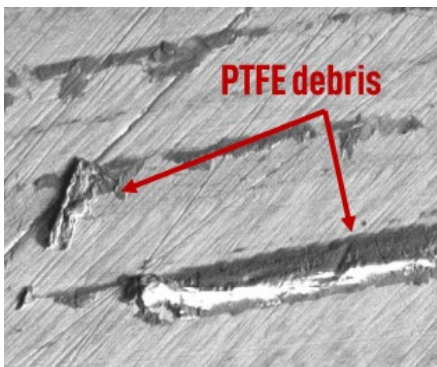
Sintek PK20 è il materiale con il miglior comportamento tribologico a contatto con la superficie rivestita di Cromia. I residui di PTFE, che formano il cosiddetto "tribofilm", tendono a riempire le porosità caratteristiche della contro-superficie promuovendo il contatto polimero-polimero e una maggiore stabilità del tribofilm stesso.

Lo spessore delle guarnizioni e di conseguenza anche la superficie di contatto si mantengono quasi inalterate; ciò si traduce in una maggiore quantità di calore sviluppato all'interfaccia con lo stelo.



Sintek 503 ha quasi lo stesso comportamento di Sintek PK20, in termini di tasso d'usura, ed un coefficiente d'attrito più basso rispetto agli altri due materiali, specialmente contro la superficie rivestita in cromia. Questo fenomeno è dovuto alla composizione chimica del materiale, caratterizzato da filler speciali in grado di dissipare il calore

sviluppato nella zona di contatto; ciò si traduce in una riduzione della temperatura che si sviluppa all'interfaccia tra stelo e guarnizione.



Sintek EKO-AL è il materiale con il peggior comportamento tribologico in quanto caratterizzato da un elevato tasso d'usura e alto coefficiente d'attrito sia contro la superficie di AISI 304 che contro la superficie rivestita in cromia. Questo fenomeno, come visibile da immagini SEM, è riconducibile ad una minore stabilità del tribofilm.

La superficie di contatto si riduce sempre di più: questo comporta però una riduzione del calore sviluppato e quindi della temperatura di contatto all'interfaccia guarnizione-stelo.