

DA CONSEGNARE AL COORDINATORE DEL CORSO PER LA PRESENTAZIONE DEL DOTTORANDO AL GIUDIZIO DEL COLLEGIO DEI DOCENTI IN VISTA DELL'ESAME FINALE

SCHEMA INFORMATIVA SULLE ATTIVITA' DEL TRIENNIO

- Cognome e Nome **Irene Pessolano Filos**
- Titolo di studio posseduto **Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica**
conseguito in data **11 aprile 2019** presso l'Università/**Politecnico di Torino**
- Dottorato di Ricerca in **INGEGNERIA MECCANICA**
- Ciclo **35°** - Anni accademici di riferimento **2019-2022**
- Dipartimento **Meccanica**
- Coordinatore: **Prof. Luca Goglio**
- Tutore **Prof.ssa Raffaella Sesana**
- Titolo della Tesi di Ricerca (in Italiano e/o in Inglese)
Non-destructive techniques for damage analysis in standards and hybrid bearings

A. DESCRIZIONE DELL'ARGOMENTO DELLA TESI (massimo 20 righe)

Le fasi del processo produttivo dei cuscinetti includono la realizzazione e l'assemblaggio dei suoi componenti, anello interno ed esterno, gabbie ed elementi volventi. Difetti superficiali e non, figli del processo produttivo, possono portare l'organo meccanico a cedimento ed indurre rumore durante il funzionamento. Il presente lavoro si focalizza su sfere in acciaio e in ceramica per l'impiego in cuscinetti standard ed ibridi. Il processo di ottenimento della proto-sfera è diverso per i due materiali, ma la fase di rettifica e di lavorazione finale della sfera è la medesima. In entrambi i casi, quindi, le operazioni di abrasione giocano un ruolo fondamentale per garantire un grado qualitativo e vibrazionale ammissibile. Il primo obiettivo perseguito per le sfere in acciaio è stato quello di ricostruire l'intero processo di lappatura delle sfere. L'acquisizione dei disegni tecnici di ciascun componente ha permesso la realizzazione di un modello tridimensionale della macchina. Questo è stato utilizzato per tracciare la firma vibrazionale della macchina e sviluppare un modello dinamico per correlare l'influenza dei vari organi della macchina sulla qualità uscente del prodotto finito. Un modello statistico che correlasse i principali parametri di processo con i termini qualitativi è stato sviluppato nell'ottica di un miglioramento del processo. Inoltre, è stato sviluppato un modello ad elementi finiti che simulasse il processo di abrasione della sfera. Nonostante i continui miglioramenti al processo produttivo e avanzamenti tecnologici, gli elementi volventi presentano difetti superficiali. L'influenza di questi è stata studiata sperimentalmente, numericamente e statisticamente su vibrazione e rumore del cuscinetto. Un approccio sperimentale ed analitico è stato utilizzato per la ricerca di nuovi materiali abrasivi per migliorare in termini di costi e tempi il processo di sfere in ceramica.

B. ATTIVITA' DI RICERCA SVOLTA NEL TRIENNIO

B.1 descrizione complessiva e sintetica dell'attività di ricerca

L'attività di ricerca è stata svolta in collaborazione con l'azienda TSUBAKI NAKASHIMA nella sede di Pinerolo (To). Le linee di ricerca sviluppate si dividono in due macro-attività, una legata alle sfere in acciaio 100Cr6 e l'altra relativa alle sfere in ceramica in Nitruro di Silicio Si_3N_4 . L'obiettivo del primo filone è quello di migliorare il processo di produzione e il prodotto dal punto di vista qualitativo. L'obiettivo del secondo filone è di cercare soluzioni alternative al tradizionale processo di produzione delle sfere ceramiche; studio preliminare sulla caratterizzazione termica ed elettrica di provini Si_3N_4 .

B.2 argomenti di ricerca specifici affrontati

Influenza vibrazionale del macchinario sulla qualità della sfera (rotondità, ondulosità e deformazioni plastiche). Influenza dei parametri di processo (pressione di spinta, velocità di rotazione della mola, portata di refrigerante) sulla qualità del prodotto finito e potenza abrasiva. Studio di un modello FEM per simulare l'usura della sfera durante la produzione, definire quindi parametri ottimali di produzione e diminuire la variabilità del processo. Influenza dei difetti superficiali su rumore e vibrazione del cuscinetto. Influenza della potenza abrasiva di differenti rivestimenti per la produzione di sfere ceramiche su rugosità superficiale e velocità di rotazione. Studio di fattibilità di una nuova tecnica di deposizione di polveri diamante su acciaio e alluminio. Analisi termica ed elettrica su Si_3N_4 ottenuto con diversi processi produttivi.

B.3 risultati più rilevanti ottenuti nel triennio

CUSCINETTI STANDARD	Risultati
Analisi vibrazionale lappatrice	Individuazione dei principali parametri di processo con effetto sulla finitura e difettologia superficiale
Analisi statistica parametri di lappatura	Modello per ottimizzazione dei parametri di processo - Individuazione di nuovi parametri di processo che portano ad un maggiore tasso di materiale asportato e miglioramenti in termini geometrici (diametro e ovalità della sfera)
Analisi FEM processo abrasivo	L'asportazione di materiale ha andamento lineare sia in caso di strisciamento che strisciamento - rotolamento. RCF è trascurabile e non si verifica durante il processo
Analisi difetti superficiali e rumore	Riproduzione ripetibile ed affidabile dei principali difetti di produzione - deformazioni superficiali e graffi a gruppi non hanno influenza sul rumore - al crescere della severità del difetto cresce il rumore, ma comunque si mantiene inferiore agli standard ammessi - l'elemento che genera maggiore rumore è l'anello interno - nel caso di combinazione di deformazione plastica e graffi lineare, la prima incide sul rumore - l'uso prolungato degli anelli implica un peggioramento della rugosità superficiale delle sfere ed un aumento del rumore
CUSCINETTI IBRIDI	
Analisi potere abrasivo di polveri diamantate	Le tecniche di deposizione del rivestimento influiscono sulla densità di particelle diamantate, sulla media e dimensione, dando una diversa rugosità superficiale al rivestimento - il principale parametro che influisce sul potere abrasivo del rivestimento è la velocità di rotazione, all'aumentare di questa aumenta il volume asportato - particelle abrasive più grandi incrementano il tasso di usura delle sfere ceramiche.
Nuove tecniche di deposizione di	La variazione della rugosità superficiale della particelle di diamante rivestite con Ti è maggiore rispetto a quelle rivestite con Ni - Ti è più

Polveri diamantate	sensibile all'abrasione - i rivestimenti di danneggiano maggiormente ad alte velocità - il potere abrasivo del Ti è maggiore, ma >Ni si danneggia di meno ed è più resistente all'abrasione
Analisi termica ed elettrica Si3N4	Per bassi contributi di energia termica fornita al provino non si evidenziano differenze nei diversi provini - i modelli termici restituiscono valori di k e cp simili a quelli riscontrati in letteratura - la temperatura massima rilevata sui provini è correlata con la conduttività termica ed elettrica dei diversi provini ottenuti con diversi processi produttivi

B.4 collaborazioni di ricerca avute con Università, Centri di ricerca ed Industrie nazionali ed internazionali (specificare il quadro entro cui sono avvenute: contratti di ricerca, periodi di formazione, ecc.)

- Collaborazione costante durante il triennio con le due sedi di laboratorio della Tsubaki – Nakashima (sede di Pinerolo, Torino, Italia e sede di Oskaka, Giappone)
- Collaborazione come visiting PhD student con il Trinity College TCD a Dublino – laboratorio del dipartimento di Meccanica
- Collaborazione con l'Università di Bratislava – co-relatrice di un progetto di tirocinio e tesi in Slovacchia

B.5 ulteriori attività di ricerca (progetti e contratti di ricerca nazionali ed internazionali)

No

B. 6 brevetti conseguenti l'attività di ricerca

No

B. 7 altre attività che si ritengono degne di menzione

Attività di coordinamento dei tesisti e borsisti e di coordinamento aziendale delle attività di ricerca e sviluppo con l'università. Attività di coordinamento progetto Tsubaki - Nakashima - SKF

C. ATTIVITA' DI FORMAZIONE

C.1 partecipazione ad attività interne di supporto alla didattica (specificare su quali corsi, e se eventualmente il dottorando sia stato nominato cultore della materia)

Esercitazione di laboratorio nel corso "Structural mechanics" – Cod. Ins. 01TUZND

C.2 corsi e seminari più significativi seguiti (interni, esterni, ecc. - indicare solo il tipo ed il numero)

No

C.3 periodi di formazione esterni al Politecnico (tipo di formazione, luogo e durata)

Corso volto all'utilizzo autonomo del macchinario "Cold spray" per la deposizione di rivestimenti diamantati, Dublino Trinity Collage, Settembre – Dicembre 2021.

D. PUBBLICAZIONI FATTE E IN CORSO (indicare il numero e il tipo: riviste nazionali ed internazionali, congressi, capitoli libri ecc.)

- Contributo in Atti di convegno: Experimental analysis of the influence of defects on bearing rolling balls on noise and vibrations – IRF 2020 7th International Conference Integrity-Reliability-Failure
- Contributo in Atti di convegno: Quantitative comparison of amplitude and phase thermal responses on steels and ceramics through active thermography techniques - IRF 2020 7th International Conference Integrity-Reliability-Failure

- Contributo in Atti di convegno: Micro-inclusions and load effects on metal fatigue: a modified life estimation model through experimental and analytical investigation - IRF 2020 7th International Conference Integrity-Reliability-Failure
- Articolo in rivista: New Abrasive Coatings: Abraded Volume Measurements in Ceramic Ball Production – Journal of Manufacturing and Material Processing
- Articolo in rivista: Abrasion Power of Ti and Ni Diamond-Coated Coatings Deposited by Cold Spray – Metals
- ASTM Bearing and Transmission Steels Technology Symposium: Experimental and statistical study on the noise contribution, generated by distributed and concentrated surface defects of rolling bodies in bearings
- ASTM Bearing and Transmission Steels Technology Symposium: Precessional slip and micro inclusion effect on fatigue life of bearing rolling element: an integrated life estimation model through experimental and analytical investigation
- ASTM Bearing and Transmission Steels Technology Symposium: Simulating and validating the effect of distributed manufacturing surface defects of rolling elements on bearing noise

Data,
Torino, 20 ottobre 2022

Irene Pessolano Filis
(firma del dottorando)