

Metallurgia delle Polveri: applicazioni e potenzialità dei componenti sinterizzati

COMPONENTI IN ALLUMINIO SINTERIZZATO

Ing. Alessandro Salemi
(www.sinteris.it)



Sinterizzazione dell'Alluminio

unisce i vantaggi di



```
graph TD; A[unisce i vantaggi di] --> B[leghe di alluminio]; A --> C[metallurgia delle polveri];
```

leghe di alluminio

metallurgia delle polveri

Vantaggi delle leghe d'Alluminio

- Basso peso specifico (circa 2,7 gr/cm³)
- Elevata resistenza alla corrosione
- Caratteristiche meccaniche notevoli
- Buona resistenza all'usura
- Ottima resistenza alla fatica
- Alta conducibilità termica ed elettrica

Vantaggi della metallurgia delle polveri

- Bassi costi di produzione
- Buon controllo delle tolleranze senza lavorazioni successive
- Possibilità di ottenere forme complesse a costo limitato
- Utilizzo totale del materiale (assenza di sfridi)

Vantaggi della metallurgia delle polveri di alluminio rispetto all'acciaio sinterizzato

- Basse pressioni di compattazione per l'eccellente comprimibilità delle polveri
- Forte risparmio energetico per le basse temperature di sinterizzazione

Fasi della metallurgia delle polveri

- Preparazione delle polveri
- Pressatura
- Sinterizzazione
- Calibratura
- Trattamenti termici
- Lavorazioni meccaniche eventuali

Preparazione delle polveri

Le polveri di alluminio sono addizionate con elementi di lega che consentono la sinterizzazione e migliorano le caratteristiche meccaniche delle leghe in particolare dopo trattamento termico.

- | | |
|--------------|--|
| Magnesio | Consente la sinterizzazione dei grani d'alluminio per le proprietà chimiche e fisiche nei confronti dell'ossido che ricopre i grani di polvere. Migliora la resistenza alla corrosione e favorisce il trattamento termico. |
| Rame | Favorisce la sinterizzazione in fase liquida e migliora le caratteristiche meccaniche dopo sinterizzazione e dopo trattamento termico. |
| Zinco | Migliora le caratteristiche meccaniche, soprattutto se associato al magnesio, e favorisce il trattamento termico. |
| Silicio | Incrementa la durezza e la resistenza ad usura dopo sinterizzazione. |
| Lubrificanti | Sono indispensabili perchè migliorano la comprimibilità e lo scorrimento della polvere nella fase di pressatura. |

Pressatura

La miscela di polveri è compattata in precisi stampi metallici su presse per la metallurgia delle polveri tradizionale. La comprimibilità di queste polveri è eccellente permettendo di raggiungere densità elevate con basse pressioni.

Alluminio

Porosità	Pressione
10 %	2 ton/cm ²
5 %	4 ton/cm ²

Ferro

Porosità	Pressione
10 %	4,5 ton/cm ²
5 %	7,5 ton/cm ²

I pezzi al verde hanno sufficiente resistenza per consentire una facile manipolazione degli stessi (5 – 10 MPa).

Sinterizzazione

I pezzi pressati sono sinterizzati in azoto puro (dew point < - 45°C) con temperatura strettamente controllata. A seconda delle miscele utilizzate la temperatura di sinterizzazione varia tra i 540°C e i 640°C per un tempo tra i 20 e i 30 minuti.

La fase di sinterizzazione deve essere preceduta da una fase di eliminazione del lubrificante tipicamente tra i 380°C e i 420°C per 20 minuti circa (sempre in azoto).

Composizione	Delubrificazione		Sinterizzazione	
	Temp. °C	Tempo	Temp. °C	Tempo
AlCuSiMg	380 - 420	20 min.	590 – 600	20 min.
AlCuMg	380 – 420	20 min.	600 – 610	20 min.
AlZnMgCu	Direttamente in sinterizzazione		600 – 610	20 min.

Calibratura

La calibratura è spesso necessaria per ottenere buone tolleranze dimensionali sui particolari.

Il particolare sinterizzato viene ripressato in uno stampo opportunamente dimensionato e per deformazione plastica ne ricopia la forma.

Questa fase è relativamente semplice grazie all'ottima duttilità dell'alluminio.

Trattamenti termici

I particolari in alluminio sinterizzato possono essere trattati termicamente in modo analogo ai pezzi ricavati con le tecnologie tradizionali.

I trattamenti termici normalmente utilizzati sulle leghe di alluminio prevedono una permanenza ad alta temperatura seguita da una tempra quindi una fase di invecchiamento.

Trattamento	Temperatura di solubilizzazione	Tempo di permanenza	Temperatura invecchiamento	Tempo
T4	495 – 505°C	30 min.	Ambiente	30 giorni
T6	495 – 505°C	30 min.	160°C	18 ore
T76	470°C	60 min	130°C	24 ore

Lavorazioni eventuali

I particolari in alluminio sinterizzato possono essere lavorati meccanicamente in maniera analoga ai particolari ottenuti con la tecnologia tradizionale.

La lavorazione meccanica si rende necessaria solo in casi particolari

- Filettature
- Esecuzione di sottosquadri
- Tolleranze e rugosità che richiedono rettifica o lappatura

Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche delle leghe di alluminio ottenute con la metallurgia delle polveri sono paragonabili a quelle ottenute con le tecnologie tradizionali. L'alta plasticità dell'alluminio e la possibilità di pressarlo a densità elevate favoriscono l'ottenimento di tali risultati.

Condizione	Rm (a seconda degli elementi di lega e della densità)	Durezza (a seconda degli elementi di lega e della densità)
Sinterizzato	120 – 270 MPa	55 – 100 HB
Trattato termicamente	210 – 400 MPa	75 – 150 HB

Esperienze effettuate in Sinteris: Materiale

I test sono stati effettuati con una miscela fornita dalla Ecka Granules del tipo Alumix 123.

Alumix 123	
Al	resto
Cu	4,5%
Si	0,7%
Mg	0,5%
Lubrificante	1,5%

Esperienze effettuate in Sinteris: Pressatura

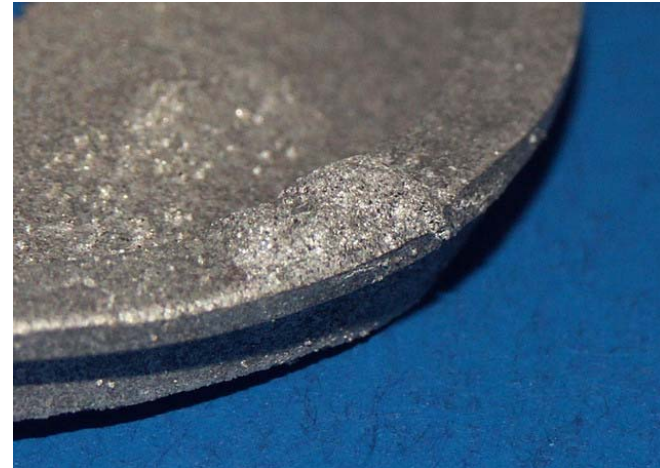
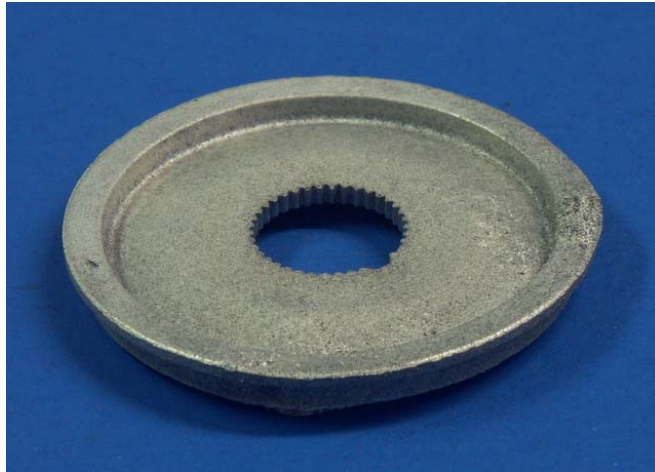
Le attrezzature già in nostro possesso e il know-how della tecnologia della metallurgia delle polveri di ferro si sono rivelate perfettamente adeguate alla pressatura delle polveri di alluminio.

I particolari pressati erano perfettamente integri e abbiamo potuto verificare, pressando delle barrette normalizzate per le prove di flessione, che la resistenza al verde era sistematicamente superiore a 10 MPa.



Esperienze effettuate in Sinteris: Pressatura

L'ostacolo principale è rappresentato dall'inquinamento da polvere di ferro, normale in un'azienda che produce sinterizzati ferrosi. Il ferro nella fase di sinterizzazione provoca reazioni esotermiche che portano a craterizzazioni dovute a fusioni localizzate.



Esperienze effettuate in Sinteris - Sinterizzazione

Per sinterizzare i pezzi di prova ci si è appoggiati in un primo momento al fornitore della polvere (Ecka Granules) quindi si è individuata una azienda di trattamenti termici di Bologna (TTM) che ci ha permesso di produrre i primi piccoli lotti.

Anche se poco utilizzata la sinterizzazione dell'alluminio è una realtà consolidata soprattutto negli Stati Uniti. I costruttori di forni di sinterizzazione europei sono già in grado di fornire impianti adeguati alla sinterizzazione di questo tipo di materiale.

Analisi di mercato

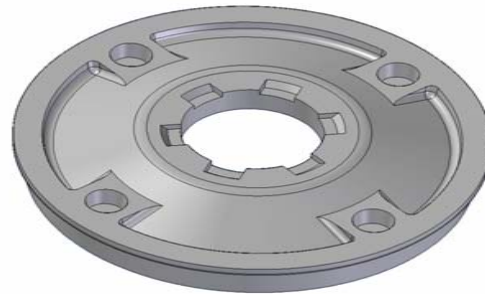
Per prima cosa si è cercato di individuare in quali dei particolari oggi prodotti in Sinteris l'acciaio sinterizzato può essere efficacemente sostituito dall'alluminio. I settori presi in esame sono in primo luogo quelli dell'automobile e del motociclo (tutti settori dove è richiesta leggerezza).

In un secondo momento si sono analizzate le applicazioni tipiche dell'alluminio tradizionale e si è valutata la competitività della tecnologia della metallurgia delle polveri.

Tendi cinghia: puleggia e coperchio

In questo tipo di applicazioni l'utilizzo dell'alluminio offre due vantaggi molto importanti:

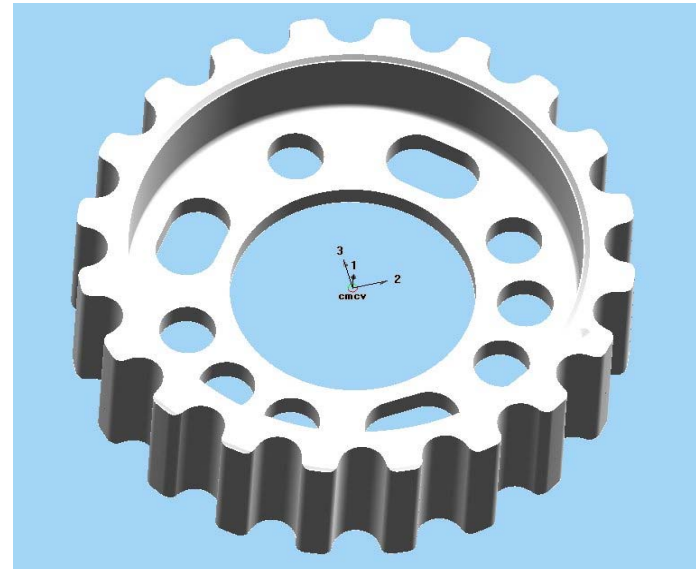
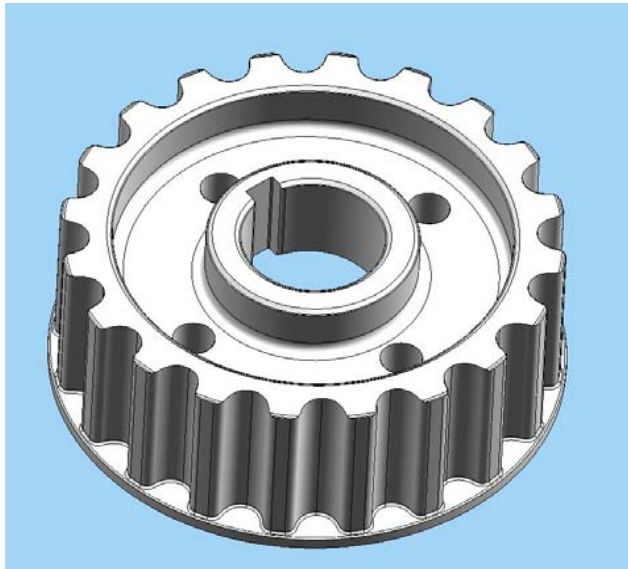
- la resistenza alla corrosione dell'alluminio evita la necessità di trattamenti superficiali tipo Geomet o Dacromet (coperchio)
- la massa volumica bassa dell'alluminio permette un importantissimo risparmio in peso (160 gr invece degli attuali 400 gr)



Pulegge di distribuzione

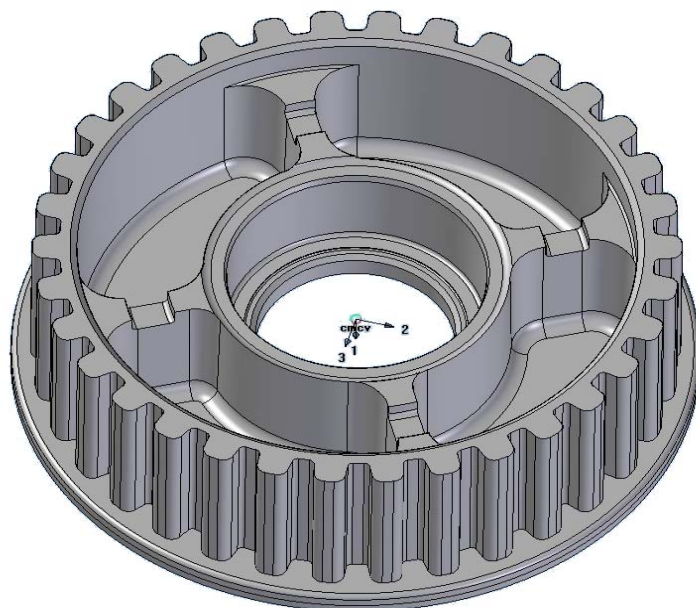
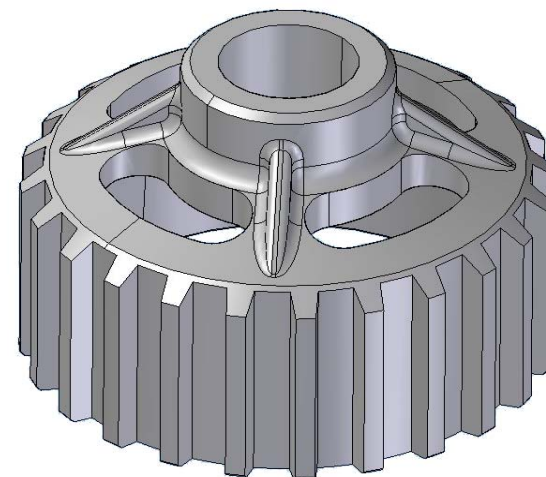
Questo tipo di puleggia è più sollecitata della puleggia di un tendi cinghia ma ancora in modo compatibile con le caratteristiche meccaniche dell'alluminio.

Come nel caso precedente abbiamo un forte risparmio in peso (60 gr invece di 160 gr) e possiamo evitare i trattamenti superficiali anti corrosione.



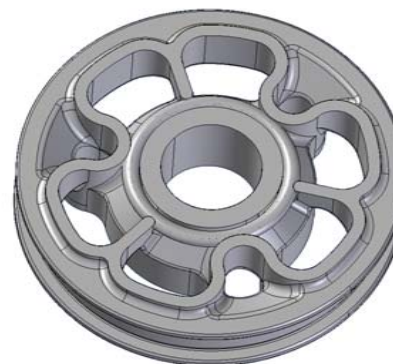
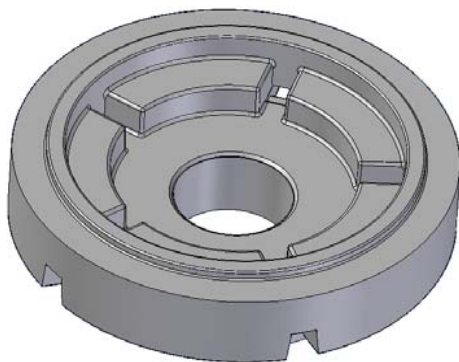
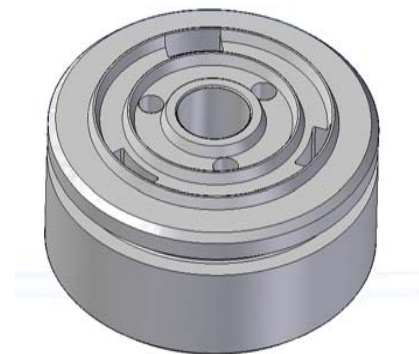
Pulegge di vari tipi

Ogni tipo di puleggia può essere prodotto senza aggravio di costi in alluminio sempre che l'applicazione sia compatibile con le caratteristiche meccaniche del materiale.



Particolari per ammortizzatori

Tutto il settore dell'ammortizzatore fa già largo uso di componenti sinterizzati.
L'utilizzo dell'alluminio permetterebbe una forte riduzione dei pesi con indubbi vantaggi soprattutto per il settore motociclistico.



NUOVE APPLICAZIONI

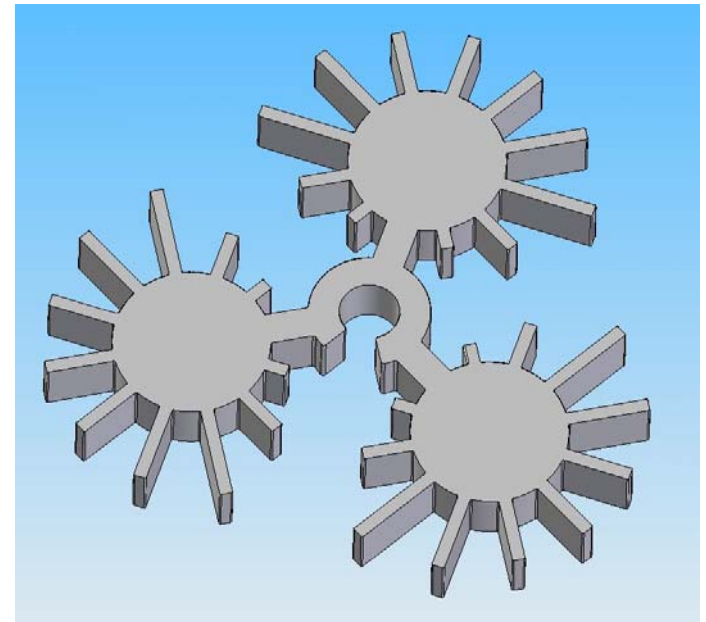
Le applicazioni fin qui analizzate comportano solo la sostituzione dell'acciaio con l'alluminio ma non creano un nuovo mercato per la metallurgia delle polveri.

Il passo successivo è stato analizzare le applicazioni tipiche dell'alluminio per valutare la competitività della metallurgia delle polveri.

Dissipatori di calore

I dissipatori in alluminio sono oggi sempre più utilizzati al posto dei dissipatori in rame per l'ovvio risparmio di costo della materia prima.

La sinterizzazione può essere utilizzata per realizzare dissipatori di geometria complessa in modo concorrenziale rispetto le altre tecnologie tradizionali dell'alluminio soprattutto per le buone tolleranze che si riescono a mantenere.



FINE