



Indice

1. Definizione.....	02
2. La reologia in ceramica.....	03
3. Come si studia la reologia delle sospensioni ceramiche.....	03
4. Comportamenti reologici delle sospensioni ceramiche.....	04
a. Newtoniano.....	04
b. Plastico.....	04
c. Pseudo-plastico.....	05
d. Dilatante.....	05

1. Definizione

La reologia è la disciplina che analizza il moto e la deformazione dei corpi naturali.

Si tratta di un ramo della fisica che studia l'origine, la natura e le caratteristiche di deformazione dei materiali sotto l'azione di forze esterne, con particolare riguardo alla classe dei fluidi non newtoniani***.

Il suo compito primario è dunque di definire le correlazioni tra le cause (le forze) e gli effetti (le deformazioni e i flussi), individuando i meccanismi che generano i diversi comportamenti su scala microscopica e molecolare.

***PRINCIPALE DIFFERENZA TRA FLUIDI NEWTONIANI E FLUIDI NON NEWTONIANI

Fluido Newtoniano: fluido la cui viscosità rimane costante al variare della velocità di moto (del fluido stesso).

Fluido non Newtoniano: fluido che non possiede un valore definito di viscosità, al variare della velocità di moto del fluido stesso.





ZSCHIMMER & SCHWARZ
CERAMCO

3 | 6

2. Reologia in ceramica

In ceramica, quando si parla di reologia, ci si riferisce di norma alle caratteristiche fisiche delle sospensioni acquose utilizzate all'interno dei processi produttivi.

Di seguito le più rappresentative:

- BARBOTTINE DA IMPASTO
- SMALTI
- ENGOBBI
- INCHIOSTRI DIGITALI
- SOSPENSIONI DI GRANIGLIE VETROSE

Al fine di ottenere risultati ottimali a livello applicativo, l'analisi e la gestione delle caratteristiche reologiche delle sospensioni è a tutti gli effetti imprescindibile.

Se prendiamo ad esempio una barbottina da impasto, un adeguato studio reologico potrebbe essere funzionale a fornire stabilità al sistema e rendere la barbottina opportunamente gestibile sia in fase di movimentazione all'interno dello stabilimento che durante il processo di atomizzazione (per mezzo degli spray dryer).

3. Come si studia la reologia delle sospensioni ceramiche

Le sospensioni ceramiche vengono studiate con opportuni strumenti chiamati **reometri** in grado di raccogliere tutte le informazioni che riguardano le caratteristiche di scorrimento del fluido preso in esame.

Dette proprietà vengono attentamente esaminate così da verificare e assicurare che vi siano le corrette condizioni per utilizzare in modo appropriato la sospensione all'interno di un determinato processo produttivo.

Ogni realtà produttiva (e ancor più specificatamente, ogni linea di produzione), infatti, presenta differenti parametri ed è ad essi a cui occorre fare riferimento nella valutazione reologica.

Nella maggior parte dei casi è necessario intervenire su diversi aspetti della reologia del fluido così da impartirgli le caratteristiche di cui la specifica applicazione necessita. Risulta pertanto evidente, che la medesima sospensione può (e deve) possedere caratteristiche reologiche differenti, sulla base delle esigenze applicative.

I principali parametri reologici presi solitamente in esame in campo ceramico sono:

- **VISCOSITÀ**: proprietà di un materiale che esprime la facilità (o difficoltà) con cui esso fluisce quando è sollecitato da forze esterne
- **LIMITE DI SCORRIMENTO**: valore che rappresenta la forza minima - definita sforzo di taglio - applicata a un fluido per metterlo in movimento
- **TIPO DI COMPORTAMENTO REOLOGICO**: plastico, pseudo-plastico o newtoniano

Una volta terminata l'analisi, i dati raccolti dal reometro vengono visualizzati mediante un grafico bidimensionale avente sull'asse verticale (ordinate) lo SFORZO DI TAGLIO* e sull'asse orizzontale (ascisse) il GRADIENTE DI VELOCITÀ**.



ZSCHIMMER & SCHWARZ
CERAMCO

4 | 6

Lo SFORZO DI TAGLIO* rappresenta la forza impressa al fluido per generare un movimento.
Il GRADIENTE DI VELOCITÀ** è una grandezza fisica relativa alla velocità di movimento del fluido.

La viscosità è rappresentata sul grafico dalla pendenza della curva ed è la risultante del rapporto tra sforzo di taglio e gradiente di velocità.

4. Comportamenti reologici delle sospensioni ceramiche

I comportamenti reologici delle sospensioni ceramiche possono essere di quattro diverse tipologie.

a) COMPORTAMENTO NEWTONIANO

Comportamento reologico lineare.

Il valore di viscosità è costante al variare dello sforzo di taglio e/o del gradiente di velocità applicato. Olio e acqua sono i due esempi più rappresentativi: questi fluidi, siano essi mescolati velocemente o lentamente, non modificano in alcun modo la loro viscosità.

In ambito ceramico, il comportamento newtoniano è ben rappresentato dagli inchiostri digitali.

Essi, infatti, devono essere necessariamente newtoniani per garantire applicazioni corrette per mezzo delle testine della stampante digitale.

Se l'inchiostro presentasse un comportamento plastico o pseudo plastico, il sistema di impulso piezoelettrico (sistema di creazione/formazione della goccia d'inchiostro) potrebbe infatti non essere efficace. In altri termini potrebbero presentarsi problemi di definizione di stampa o, nel peggiore dei casi, di mancata formazione della goccia d'inchiostro. La testina di stampa, in sostanza, potrebbe non essere in grado di sparare l'inchiostro verso la superficie del supporto ceramico crudo.

Ciò significa che quando si produce un inchiostro è fondamentale conferire alla sospensione un comportamento che sia il più newtoniano possibile.

b) COMPORTAMENTO PLASTICO

Comportamento contraddistinto da un preciso limite di scorrimento, ovvero da un valore di sforzo di taglio (la forza applicata per generare il movimento) al di sotto del quale il materiale (nel nostro caso, il fluido) si comporta come un solido.

Cosa significa?

Quando il fluido è in posizione statica si presenta con una compattezza quasi solida. Se allo stesso fluido viene impresso un movimento (mediante l'applicazione di uno sforzo di taglio) la sua consistenza si ammorbidisce assumendo le caratteristiche di un liquido. Un esempio classico di fluido con comportamento plastico è la crema pasticciera.

In ambito ceramico, parlare di fluidi con comportamento plastico significa parlare prevalentemente di barbotine da impasto e di sospensioni acquose di graniglia. Queste ultime – quando si trovano in fase di riposo – devono essere in grado di mantenere la graniglia in perfetta sospensione: parlando in modo figurato devono sostanzialmente comportarsi come solidi piuttosto rigidi.

Nel momento invece in cui la sospensione viene messa in movimento per essere applicata, il fluido



ZSCHIMMER & SCHWARZ
CERAMCO

5 | 6

deve necessariamente destrutturarsi, comportandosi come un fluido pseudo plastico: diminuisce la viscosità all'aumentare – graduale – della quantità di moto (o del gradiente di velocità).

In ceramica, al momento della sprayatura, la velocità alla quale è sottoposto il fluido (barbottina o sospensione di graniglia) è piuttosto elevata e la viscosità è pertanto molto bassa. L'abbassamento della viscosità è ciò che garantisce la corretta nebulizzazione della sospensione.

Al fine di garantire una reologia come quella descritta, è necessario l'utilizzo di ausiliari chimici in grado di agire sul sistema così da garantire:

- Azione sospensivante in grado di assicurare il limite di scorrimento
- Azione legante per conferire coesione e omogeneità
- Pseudo plasticità

In assenza di appositi ausiliari la graniglia tenderebbe a sedimentare, esattamente come la sabbia nell'acqua, compromettendo l'applicazione della sospensione.

Nel caso delle barbottine da impasto è importante evidenziare che, poiché le argille contenute in formulazione sono caratterizzate da uno spiccato comportamento plastico, è necessario aggiungere ausiliari chimici in grado di sopprimere o quantomeno ridurre drasticamente sia il limite di scorrimento che l'eccessiva viscosità, portando il sistema da gelificato a fluido.

c) COMPORTAMENTO PSEUDO-PLASTICO

Comportamento caratterizzato dalla diminuzione della viscosità all'aumentare dello sforzo di taglio o del gradiente di velocità. A differenza del comportamento plastico – però – siamo in assenza di limite di scorrimento e dunque in assenza di uno sforzo iniziale. L'assenza di limite di scorrimento fa sì che il fluido, in posizione statica, si comporti come un liquido. Pertanto, per metterlo in movimento, occorre uno sforzo molto basso, prossimo allo zero.

L'esempio più rappresentativo di questa categoria di fluidi (e semplice da comprendere) è costituito dalle resine autolivellanti per pavimenti.

Gli smalti per applicazioni ad airless sono tutti caratterizzati da comportamenti pseudo plastici. Questi smalti sono per lo più sospensioni acquose di particelle vetrose estremamente fini, di origine naturale. La dimensione e le caratteristiche chimico-fisiche delle particelle che si trovano in sospensione sono tali da non richiedere limite di scorrimento al sistema (se non minimamente accennato) essendo la sedimentazione, in fase di riposo, molto lenta e graduale.

L'assenza di limite di scorrimento garantisce un ottimo livellamento in fase applicativa. Di fatto la curva reologica ha lo stesso andamento del comportamento plastico con una sola macro differenza: l'assenza di limite di scorrimento.

d) COMPORTAMENTO DILATANTE

Particolare comportamento reologico in cui la viscosità aumenta all'aumentare del gradiente di velocità.

Un esempio per tutti: la pasta elastica usata per fare la pizza, quando viene movimentata e dunque lavorata, tende ad essere più "compatta", meno fluida e più viscosa. Se lasciata a riposo tende a "colare" presentando quindi una minore viscosità.



ZSCHIMMER & SCHWARZ
CERAMCO

6 | 6

In ceramica, i comportamenti dilatanti sono molto rari e sostanzialmente non richiesti/ricercati in quanto risultano del tutto inadatti ai processi produttivi essendo essi potenzialmente motivo di importanti difetti di natura tecnica e applicativa.

Essendo tale comportamento opposto a quello pseudo-plastico (all'aumentare della velocità di moto la viscosità incrementa progressivamente) la nebulizzazione della sospensione tramite le cannette spray diventa difficoltosa, se non impossibile.

Per meglio capire questo tipo di comportamento prendiamo in prestito un esempio dal mondo del motociclismo o, più in generale, degli sport estremi. Esistono oggi in commercio tute protettive realizzate con materiali con caratteristiche tecniche dilatanti: quando esse si trovano in posizione di riposo conservano una certa morbidezza che consente il movimento a chi le indossa. In caso di urto (e quindi in concomitanza con un aumento della velocità di moto) s'induriscono immediatamente, proteggendo da eventuali contusioni.

www.zschimmer-schwarz-ceramco.it
www.ceramco.it
www.zslab.it