



# PREPARAZIONE MATERIE PRIME E FORMATURA DI PIASTRELLE CERAMICHE

**INTRODUZIONE: LE MATERIE PRIME PER LA PRODUZIONE DELLE PIASTRELLE CERAMICHE**

Mariano Paganelli

## **PARTE PRIMA: LA PREPARAZIONE DELLE MATERIE PRIME**

### **Capitolo 1. LA FORMULAZIONE DELL' IMPASTO E LA MACINAZIONE: PRINCIPI GENERALI**

1. Generalità
2. La formulazione dell'impasto
3. Macinazione: principi generali
  - 3.0 Generalità
  - 3.1 La superficie specifica
  - 3.2 Perché si macina
  - 3.3 Determinazione della dimensione limite
  - 3.4 Principi
    - a) Per urto
    - b) Per schiacciamento
    - c) Per taglio
    - d) Azione chimico-fisica
  - 3.5 Lavoro di macinazione

### **Capitolo 2. LA PREMACINAZIONE**

1. Lo stoccaggio delle materie prime
  - 1.1 Variabilità delle materie prime
  - 1.2 Stagionatura
  - 1.3 La prima vagliatura
2. La prima macinazione
  - 2.1 Scopo
  - 2.2 Frantoio a ganasce
  - 2.3 Frantoio conico
  - 2.4 Frantoio a cilindri (cilindraia)
  - 2.5 Mulino a molazze
  - 2.6 Frangizolle ad aspi
3. Miscelazione

### **Capitolo 3. LA MACINAZIONE A SECCO**

1. Il processo tradizionale
  - 1.1 Mulino pendolare
  - 1.2 Mulino verticale a rulli
  - 1.3 Mulino ad anelli rotanti
  - 1.4 Mulino a martelli
  - 1.5 Mulino a Pioli
  - 1.6 Mulino a proiezione
  - 1.7 Valutazioni sui mulini per macinazione a secco
2. Vagliatura
3. Ulteriori trattamenti
4. Alcune evoluzioni del processo a secco
  - 4.1 La granulazione del macinato a secco
  - 4.2 Macinazione separata
5. Considerazioni finali

### **Capitolo 4. LA MACINAZIONE AD UMIDO**

1. Presentazione
2. Mulini discontinui
  - 2.1 Descrizione
  - 2.2 La velocità di rotazione
  - 2.3 L'azione macinante
  - 2.4 I corpi macinanti
  - 2.5 Il grado di riempimento
  - 2.6 Il rivestimento interno del mulino
  - 2.7 La barbotina
3. Processi continui
  - 3.1 La macinazione ad umido in continuo
  - 3.2 Il mulino conico
4. Evoluzioni della macinazione ad umido
  - 4.1 La macinazione separata
  - 4.2 La velocità di rotazione variabile
5. Osservazioni finali
6. Orientamenti: Mulini a microsferi per impasti (te lo mando domani)

### **Capitolo 5. L'ATOMIZZAZIONE**

1. L'atomizzazione
2. La dinamica del fluido
  - 2.1 Il moto della barbotina
  - 2.2 La formazione dei grani
  - 2.3 La separazione della polvere
3. La polvere
4. Regolazione
5. Recupero energetico

### **Capitolo 6. FINITURA DELLE POLVERI E DEFERRIZZAZIONE**

1. La colorazione degli impasti
2. La rigranulazione
  - 2.1 Principio
    - a) Rigranulazione a secco
    - b) Rigranulazione a secco per azione meccanica
    - c) Rigranulazione ad umido
  - 2.2 Il granulatore

### 3. La deferrizzazione

## **Capitolo 7. DESCRIZIONE DEI GRANI E VAGLIATURA**

1. Forma delle particelle
2. Vagliatura
  - 2.1 Vagliatura su rete
  - 2.2 Separatori ad aria
    - 2.2.1 Separatori statici
    - 2.2.2 Separatori dinamici
    - 2.2.3 Cicloni
  - 2.3 Filtri
3. Curve granulometriche
  - 3.1 Distribuzione granulometrica
  - 3.2 Curva granulometrica cumulativa
  - 3.3 Influenza della durata di macinazione
  - 3.4 Curva granulometrica cumulativa ideale
  - 3.5 Controllo della distribuzione granulometrica

## **Capitolo 8. STOCCAGGIO E TRASPORTO POLVERI**

1. Stoccaggio in sili
2. Estrazione dai sili/ alimentazione trasporti
3. Dosaggio
  - 3.1 Dosatore a contrappeso
  - 3.2 Dosatore a pale
  - 3.3 Dosatore a rullo
  - 3.4 Dosatori a coclea
  - 3.5 Dosatori a nastri pesatori
  - 3.6 Osservazioni
4. Il trasporto delle polveri
  - 4.1 La demiscelazione
  - 4.2 La scorrevolezza
  - 4.3 L'abrasione
5. Trasporto a nastro
  - 5.1 Nastri trasportatori
  - 5.2 Dispositivi di carico
  - 5.3 Dispositivi di scarico
6. Trasporto pneumatico
  - 6.1 Principi
  - 6.2 Principali applicazioni nell'industria ceramica
7. Trasporto in sili
8. Trasporto in sacchi

## **Capitolo 9. DIFETTI DELL'IMPASTO**

1. Difetti delle materie prime
2. Difetti di preparazione
  - 2.1 Macinazione insufficiente od eccessiva
  - 2.2 Dosaggio errato
  - 2.3 Disomogeneità nella polvere
  - 2.4 Umidità scarsa od eccessiva
  - 2.5 Forme dei grani non corretta
  - 2.6 Presenza di grumi
  - 2.7 Inquinamento della polvere
3. Inconvenienti connessi alla conduzione del ciclo produttivo
  - 3.1 Intasamento dei trasporti

- 3.2 Perdite di polvere durante i trasporti
- 3.3 Demiscelazione
- 3.4 Perdita di scorrevolezza (frantumazione dei grani)
- 3.5 Abrasione

## **Capitolo 10. I CONTROLLI NEL CICLO TECNOLOGICO DI PREPARAZIONE DEGLI IMPASTI**

- 1. Controlli sulle materie prime
- 2. Controllo della macinazione
  - 2.1 Controllo della distribuzione granulometrica
  - 2.2 Controllo del residuo
  - 2.3 Controllo della densità apparente
  - 2.4 Controllo della forma dei grani
- 3. Controllo dell'impasto
  - 3.1 Controllo dell'umidità
  - 3.2 Controllo della scorrevolezza
  - 3.3 Test di pressatura

## **APPENDICI**

### **Appendice A. Superficie specifica**

### **Appendice B. Confronto fra i diversi processi di macinazione**

### **Appendice C. Consumi e risparmi energetici**

- 1. Macinazione
  - 1.1 Macinazione a secco
  - 1.2 Macinazione ad umido
  - 1.3 Risparmi
- 2. Atomizzazione
  - 2.1 Consumi
  - 2.2 Dispersioni di calore nell'ambiente
  - 2.3 Recupero di calore
- 3. Conduzione
  - 3.1 Continuità dell'alimentazione
  - 3.2 Cambio articolo
  - 3.3 Accensione/spegnimento
  - 3.4 Manutenzione
- 4. La co-generazione
  - 4.1 Principio
  - 4.2 Bilancio energetico di un impianto di cogenerazione

### **Appendice D. Principi di reologia**

### **Appendice E. Essiccazione a spruzzo: tempi di caduta delle gocce**

### **Appendice F. Andamento della frantumazione nel tempo: analisi teorica semplificata**

# PARTE SECONDA: LA FORMATURA

## Capitolo 1. LA FORMATURA

1. Generalità
  - 1.1 La formatura ad umido
2. Estrusione
  - 2.1 Filiere per estrusione
  - 2.2 Difetti tipici
3. Formatura per estrusione e pressatura (stampaggio)
4. Formatura per pressatura di pasta umida (stampaggio)

## Capitolo 2. LA PRESSATURA

1. Densità, densità apparente, compattezza
2. La potenza della pressa e la pressione specifica
3. Parametri principali del prodotto dipendenti dalla pressatura
  - 3.1 Effetti della pressione specifica sulla densità
  - 3.2 Effetti della pressione specifica sul ritiro
  - 3.3 Influenza dell'umidità delle polveri
  - 3.4 Pressione specifica: valore ottimale
4. La compressione delle polveri e variabilità della pressione specifica
5. Il ciclo di pressatura
6. Le fasi dell'azione di pressatura
  - 6.1 Il riempimento degli alveoli
    - 6.1.1 Il movimento del carrello
    - 6.1.2 Il caricamento
    - 6.1.3 La discesa dei tamponi
  - 6.2 La prima pressata
  - 6.3 La disaereazione
  - 6.4 La seconda pressata
  - 6.5 Estrazione della piastrella
7. Operazioni complementari
  - 7.1 Il riempimento del carrello
  - 7.2 La pulizia dello stampo
  - 7.3 La sbavatura

## Capitolo 3. GLI STAMPI

1. Stampo a punzoni entranti
  - 1 - Piastra di base
  - 2 - Tampone stampo o blocco espulsore
  - 3 - Punzoni inferiori
  - 4 - Matrice o cassetta
  - 5 - Punzone superiore
2. Stampo a specchio
3. Stampo a trasferimento
4. Tamponi isostatici

## Capitolo 4. I CONTROLLI SUL PRODOTTO VERDE

1. Generalità
2. Controllo del peso
3. Controllo dello spessore
4. Determinazione del carico di rottura
5. Determinazione della permeabilità
  - 5.1 Determinazione della distribuzione dei pori
6. Durometro
7. Controlli visivi
8. Controllo della dilatazione dopo pressatura

## 9. Controllo dell'umidità della polvere

### **Capitolo 5. I DIFETTI PIU' COMUNI**

1. Difetti riconducibili a errori di preparazione
2. Difetti riconoscibili sul prodotto verde
  - 2.1 Sfogliature (scatoloni)
  - 2.2 Disuniformità di compattezza (densità)
  - 2.3 Eccessiva espansione
  - 2.4 Incrinature/fratture
  - 2.5 Bave
3. Difetti riconoscibili sul prodotto cotto
  - 3.1 Crepe da estrazione
  - 3.2 Sfogliature
  - 3.3 Cuore nero
  - 3.4 Difetti dimensionali
  - 3.5 Alone
4. Inconvenienti
  - 4.1 Caduta bave (bave ripressate)
  - 4.2 Sporco sullo stampo

### **Capitolo 6. APPLICAZIONI PARTICOLARI**

1. Pressatura di pezzi a spessore non uniforme
  - 1.1 Pezzi speciali (becco di civetta, gradini, spigoli, angoli, ecc.)
2. Rilievo
3. Doppio caricamento
4. Effetti estetici avanzati ottenuti alla pressa
  - 4.1 Decorazione in massa (a tutto spessore piastrella)
  - 4.2 Decorazione a spessore in superficie
  - 4.3 Decorazione per decalcomania
  - 4.4 Decorazione / smaltatura in superficie (decoropressatura)
5. Formatura per asportazione meccanica
  - 5.1 La sagomatura di gradini

### **Capitolo 7. LE MACCHINE**

1. La pressa idraulica
  - 1.1 Corpo pressa o telaio
  - 1.2 Gruppo pressore
  - 1.3 Gruppo di sformatura
  - 1.4 Centrale idraulica
  - 1.5 Quadro elettrico di comando e controllo
2. Il carrello di alimentazione polveri
3. Le operazioni ausiliarie
  - 3.1 Estrazione dalla pressa
  - 3.2 Asportazione delle bave
  - 3.3 Spazzolatura
  - 3.4 Ribaltamento
  - 3.5 Il raccogliore della pressa

### **Capitolo 8. LO SVILUPPO NEL CAMPO CERAMICO**

## **APPENDICI**

### **Appendice G. Il riempimento dell'alveolo da parte del carrello**

- a) Riempimento per gravità da alimentatore semplice
  - b) Riempimento per gravità da carrello alimentatore lungo
  - c) Riempimento per depressione da carrello alimentatore lungo
- Forze agenti sulla polvere durante il movimento del carrello

### **Appendice H. Distribuzione delle sollecitazioni interne durante la pressatura**

### **Appendice I. Pori e degasazione**

#### **Tabelle**

Multipli e sottomultipli

Inclinazioni massime per nastri trasportatori

Coefficienti di attrito su acciaio

Coefficienti di attrito interno ed angoli di riposo