

RELATÓRIOS TÉCNICOS

TECNOLOGIA DE SECAGEM DE LEITE

SEI-CONTRERAS
INGENIERIA

TECNOLOGIA DE SECAGEM DE LEITE. CÂMARA DE SECAGEM SPRAY DE 3 ESTÁGIOS.

A descoberta de secagem por spray constituiu um avanço sumamente importante na produção de desidratados sensíveis ao calor, ao possibilitar a secagem de soluções em lapso muito curto e a temperaturas de produto relativamente baixas. A aplicação do processo a grande escala começou a partir de 1920 principalmente na indústria de laticínios e na produção de detergentes. Desde então, foram introduzidos uma série de avanços tais como a incorporação do leite vibrofluidizado, para completar a secagem do produto que sai da câmara, e o processo de instantaneização-aglomeração para a aglomeração simultânea com a secagem, que possibilita obter o produto de alta dispersibilidade, etc. No entanto, um dos maiores avanços foi a incorporação de um leite estático no fundo da câmara de secagem, dando origem às denominadas plantas de secagem em 3 estágios.

Comparação da câmara de secagem spray de 3 estágios com a câmara tradicional de 2 estágios.

Descrição e funcionamento da câmara tradicional de 2 estágios de secagem (gráfico 1)

Uma corrente de ar aquecida no gerador G entra na câmara de secagem C pela parte superior. Previamente, o ar passa por um conduto circular distribuído dentro da câmara pela ação de um sistema de serpentina. Todo esse percurso faz com que o ar quente circule com um movimento de rotação, sendo distribuído uniformemente em todo o volume da câmara.

Simultaneamente, é introduzida na câmara a vazão de líquido a ser seco, e que, na maioria dos casos, trata-se de um solvente com um conteúdo de sólidos dissolvidos. A função da câmara de secagem é eliminar o solvente por evaporação e coletar o pó constituído pelos sólidos dissolvidos.

O líquido a ser seco (S) é admitido através de um dispositivo atomizador que mediante um disco que gira a velocidade muito alta (na ordem de 10.000 rpm) pulveriza este líquido.

A configuração da planta é tal que o ar quente entra em contato com a nuvem de líquido pulverizado. Este encontro ocorre na parte superior da câmara na área próxima ao teto.

A mistura de ar quente e líquido finamente pulverizado é o princípio fundamental do funcionamento de uma câmara de secagem spray em 2 estágios, já que nestas condições ocorre uma rápida evaporação do solvente (água na maioria dos casos). Em decorrência da rápida evaporação, as partículas dos sólidos contidos na solução secam a baixa temperatura, apesar de que o ar quente ingressa a temperaturas da ordem de 160 a 250°C, conforme o produto a ser processado. Elementos sensíveis ao calor, como os sólidos contidos no leite, extratos vegetais, proteínas, corantes, conservantes, etc. conseguem secar sem que a sua temperatura ultrapasse os 50°C a 60°C e em um período muito curto (15 a 30 seg.)

Os sólidos continuam a sua secagem ao longo da câmara, arrastados pelo ar que é direcionado ao conduto por onde sai para o ciclone; e daí, aspirado pelo ventilador F, é exaurido para a atmosfera.

O pó produzido, por sua vez, é dividido em duas correntes.

- A) As partículas mais grosseiras e pesadas, já com avançado processo de secagem, caem em secador de leito vibrofluidificado (Hv), no qual atingem a sua umidade final. A saída do leito Hv é o final do processo, sendo coletado o pó após a sua passagem por um crivo (Z).
- B) O pó mais fino é arrastado pelo ar no seu caminho para o ciclone, separando-se do mesmo pela ação centrífuga gerada pela admissão do ar. O pó fino cai no fundo do ciclone onde um dispositivo o direciona para uma corrente de ar, recirculando-o para a sua instantaneização-aglomeração, sendo que o pó de descarga do ciclone é fino demais, prejudicando algumas das suas qualidades tais como a dispersibilidade.

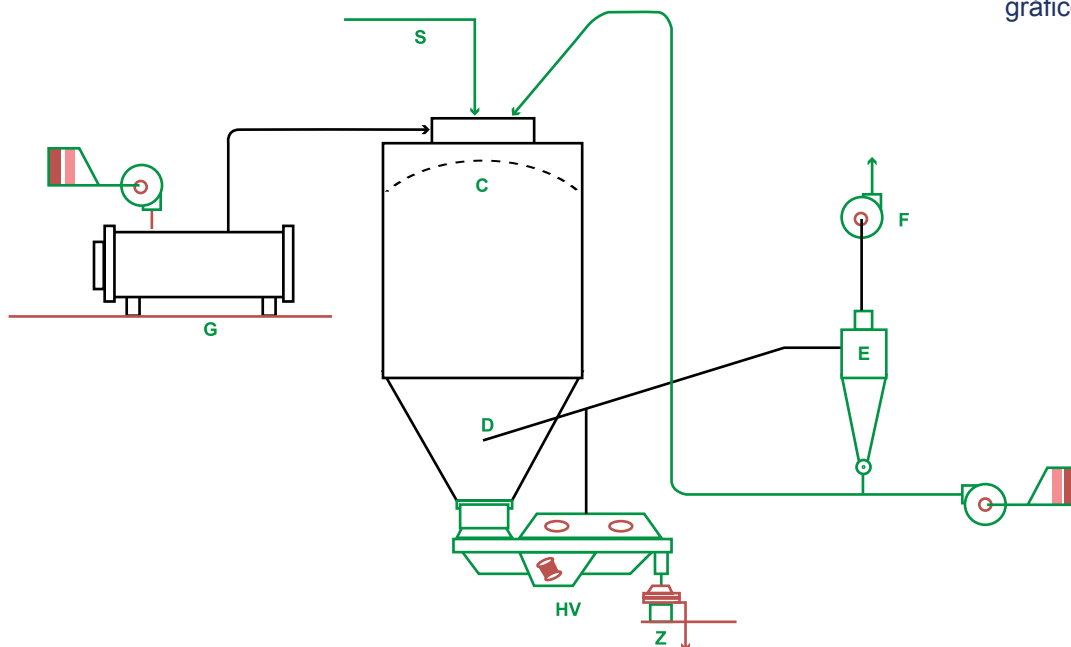


gráfico 1

Conforme descrito, neste tipo de câmara, a secagem é realizada em 2 estágios. O primeiro na câmara propriamente dita e o segundo, no leito fluidizado (Hv) que recolhe o pó que sai da câmara. Este leito fluidizado recebe uma corrente de ar quente que tem 2 funções: produzir a fluidização do pó e concluir a secagem. (2º estágio)

A secagem na câmara inclui o estágio de secagem a velocidade e temperatura constantes próxima ao bulbo úmido do ar, e grande parte do período de secagem de velocidade decrescente (ou por difusão) o que faz necessário manter altas temperaturas de saída no ar secante. Conforme será visto ao tratar a câmara de 3 estágios, esta saída de ar a alta temperatura é uma das diferenças que contribuem à diminuição do consumo energético, sendo que na de 3 estágios a temperatura de saída de ar é menor.

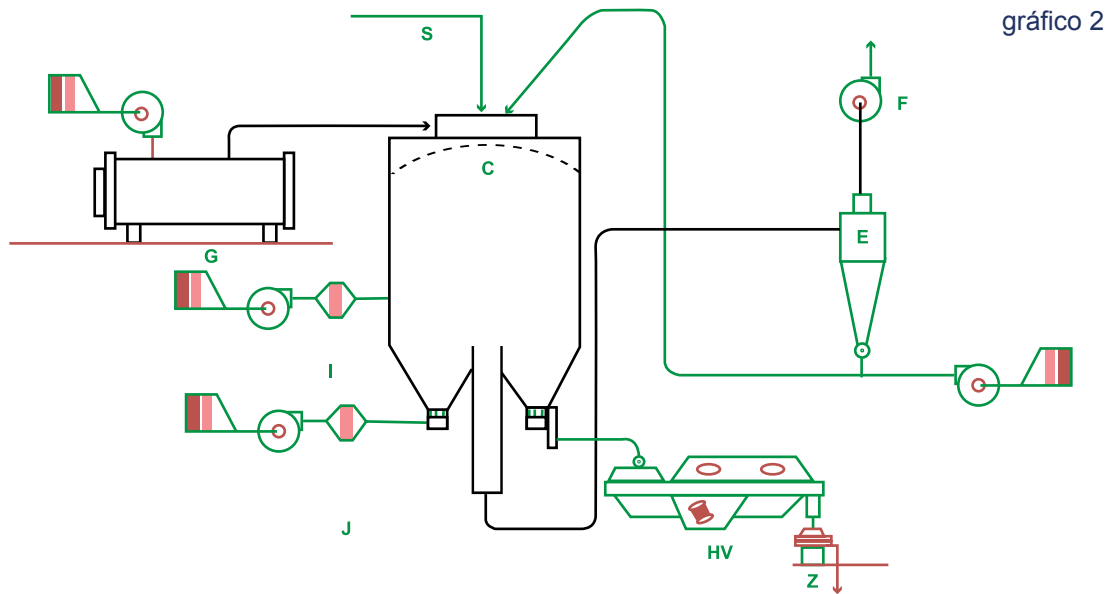


gráfico 2

Descrição e funcionamento da câmara de secagem spray de 3 estágios (Gráfico 2)

A configuração geral de uma planta spray de 3 estágios é semelhante à de 2 estágios no que diz respeito a:

- Geração de ar quente (G)
- Entrada do ar quente na câmara
- Entrada do líquido a ser seco através do atomizador.

A diferença fundamental é a existência de um leito fluidizado estático (K) no interior da câmara, donde cai o pó oriundo do 1º estágio de secagem com um teor de umidade alto. Até esse momento, só foi evaporada a umidade superficial em um lapso muito curto na ordem dos 20 segundos, no qual a temperatura de secagem é constante e próxima à temperatura de bulbo úmido do ar - relativamente baixa (aproximadamente 40°C)

O segundo estágio de secagem consiste na injeção de ar quente na câmara na altura onde finaliza o primeiro estágio (I). No leito fluidizado estático ocorre a evaporação da umidade que requer de maiores períodos de tempo. O pó úmido fluidizado se aglomera ao tempo que vai perdendo umidade.

No terceiro estágio, o pó finaliza a sua secagem em um leito expandido, sendo resfriado até atingir a temperatura de embalagem.

Com a combinação destes 3 estágios, consegue-se dividir a secagem em dois sistemas que são especificamente adequados para a umidade da partícula em cada momento. A umidade superficial é eliminada durante o percurso do pó ao longo da câmara e a umidade interna é eliminada enquanto o pó fica no leito fluidizado estático. A fluidização do leito estático é produzida por uma corrente de ar quente no trocador (J). Esta corrente ingressa ao leito através de uma placa perfurada de design especial. Completada a secagem, o pó pode ser resfriado em leito vibrofluidizado (Hv).

Comparação do funcionamento de uma câmara tradicional e uma de 3 estágios

Para isso, são analisados os itens a seguir:

1. Balanço energético
2. Características do pó
3. Tamanho do equipamento
4. Flexibilidade operacional
5. Estabilidade funcional no que diz respeito à manutenção constante de umidade, densidade e granulometria do produto final.
6. Limpeza

1) Balanço Energético: a energia calórica consumida por uma câmara de 3 estágios é aproximadamente 10 a 20% menos do que a necessária numa câmara tradicional para a mesma produção. Para analisar o aspecto térmico, define-se um rendimento térmico global para um processo adiabático da maneira a seguir:
Rendimento = $(T_{ent} - T_{sat \text{ de saída}}) \times 100 / T_{ent} - T_{amb}$

T_{ent} = temperatura do ar secante

$T_{sat \text{ de saída}}$ = temperatura de saturação adiabática para as condições do ar de exaustão

T_{amb} = temperatura ambiente

Como é possível apreciar, para igualdade de temperatura de entrada e condições ambientais constantes, ao se diminuir a temperatura de saída do ar secante da câmara aumenta o rendimento térmico. Numa planta de 2 estágios, a temperatura de saída oscila entre 85/ 90°C ao tempo que em 3 estágios é reduzida a 75/80°C

2) Características do pó: O sistema de 3 estágios possibilita obter pós aglomerados de alta densidade, de características free-flow e de alta dispersibilidade.

3) Tamanho do equipamento: Para igual produção, uma câmara de 3 estágios é de menor altura do que a tradicional, importando menor custo de obra civil.

4) Flexibilidade operacional: Neste tipo de planta de 3 estágios, é possível usar atomização por discos ranhurados ou por bicos atomizadores e manter um bom controle sobre as características do produto.

5) Estabilidade funcional : Sendo a que a secagem ocorre em 3 estágios consoante diferentes condições da umidade do pó, este tipo de sistema oferece um alto grau de estabilidade funcional.

6) Limpeza: A geometria interna de uma câmara de 3 estágios é especialmente apta para o uso de sistemas de lavagem por dispositivos aspersores.