

Medidas de Pontos Isoelétricos sem o Uso de Analisador de Potencial Zeta

Dennis Dinger*

Dinger Ceramic Consulting Services, 103 Augusta Rd, C. P. 29631, Clemson - SC, USA

**e-mail: dennis@dingerceramics.com*

Resumo: Ponto isoelétrico (IEP) é uma característica fundamental de cada pó cerâmico. Conhecendo o IEP e o pH da suspensão durante o processo, pode-se prever o comportamento de cada pó. O método de medida do IEP descrito neste artigo é um modo fácil e barato para identificar o ponto isoelétrico de amostras de pós sem a necessidade de um analisador de potencial zeta caro. Tudo o que é necessário para este ensaio é um intervalo de tempo, um suporte completo com tubos de ensaio, soluções de ácido e base, e um pHmetro ou um papel medidor de pH.

Palavras-chaves: *ponto isoelétrico, potencial zeta, reologia de suspensões*

1. Introdução

O fluxo de partículas em suspensão é significativamente afetado pelas suas cargas eletrostáticas superficiais. Partículas de cargas iguais se repelem. Partículas de cargas contrárias se atraem. É sabido que suspensões podem ser floculadas ou defloculadas por meio do controle de cargas eletrostáticas superficiais dos pós em suspensão. Elevadas cargas superficiais (sejam positivas ou negativas) causam defloculação. Baixas cargas superficiais (zero ou próximas de zero positivas ou negativas) causam floculação.

O modo inicial de se controlar cargas superficiais em partículas é controlar o pH da suspensão. O conhecimento do ponto isoelétrico de cada espécie do pó em suspensão mais o conhecimento (ou controle) do pH da suspensão permite que o controle de tais cargas seja alcançado. Cada partícula terá inicialmente uma carga superficial que é positiva, negativa ou neutra, simplesmente porque a partícula está suspensa em água e a suspensão tem um valor de pH que está abaixo, acima ou é exatamente (respectivamente) o ponto isoelétrico daquela partícula.

Neste artigo, nós vamos discutir o ponto isoelétrico (IEP), potencial zeta e um modo de se medir IEP sem a necessidade de usar um analisador de potencial zeta.

2. Ponto Isoelétrico

Cada espécie de partícula tem um único ponto isoelétrico, IEP, que é definido como o pH no qual a partícula em suspensão tem carga eletrostática superficial igual a zero. Por exemplo, o IEP da sílica é próximo do pH 2. O IEP da Alumina, em contrapartida, está próximo do pH 9 – 9.5. Cada pó tem um IEP que varia com sua composição – e particularmente, em função do (s) cátion (s) dominante (s) no pó.

Embora cada pó tenha um único IEP, todas as partículas se comportam similarmente em valores de pH acima e abaixo do seu próprio IEP. Em pHs menores que o IEP da partícula, a partícula carregará uma carga eletrostática positiva. Em pHs maiores que o IEP da partícula, a partícula carregará uma carga eletrostática negativa. Quando se ajusta o pH a partir do IEP de um pó para valores mais ácidos, a concentração excessiva de íons H^+ produz cargas eletrostáticas superficiais positivas. Quando se ajusta o pH a partir do IEP de um pó para valores mais básicos, a concentração excessiva de íons OH^- produz cargas eletrostáticas superficiais negativas.

3. Efeitos Práticos do IEP

Que efeito prático isso tem nas suspensões? Considere um pó contendo uma mistura de pós de sílica e alumina. Se o pH da sus-

pensão é aproximadamente neutro (pH ~ 7), todas as partículas de sílica terão adquirido cargas eletrostáticas superficiais negativas. Todas as partículas de alumina, no entanto, terão adquirido cargas eletrostáticas superficiais positivas. A razão para isso é que o pH 7 é mais básico que o IEP da sílica (pH ~ 2), mas é mais ácido que o IEP da alumina (pH ~ 9). Como resultado, em pH ~ 7 as partículas da sílica e da alumina terão cargas opostas e serão atraídas umas pelas outras, mas elas irão repelir outras partículas do mesmo tipo que elas. Ou seja, partículas de sílica repelirão partículas de sílica; partículas de alumina repelirão partículas de alumina; mas partículas de sílica e partículas de alumina se atrairão. A natureza e a força das forças atrativas e repulsivas serão funções do tamanho das partículas, das áreas superficiais, da composição da mistura, e da magnitude das cargas eletrostáticas superficiais de ambos os tipos de partículas.

Se um dos dois constituintes for de tamanho coloidal enquanto o outro consiste majoritariamente de partículas grandes, em pH ~ 7 as partículas coloidais recobrirão as partículas maiores. Se os dois tipos de partículas são relativamente grandes, as forças atrativas entre as partículas farão com que elas se juntem com forças que variam com o tamanho de partícula, área superficial, e magnitude da carga eletrostática superficial.

Um outro exemplo de efeito prático envolve a dispersão de cátions inorgânicos solúveis em uma suspensão de pós. Se um cátion está para ser disperso em uma suspensão, seria mais fácil fazê-lo em um pH abaixo do IEP das partículas no qual as cargas eletrostáticas superficiais são positivas. Desde que as partículas, abaixo de seus IEP's, estejam carregadas positivamente, elas repelirão naturalmente a aproximação de cátions à sua superfície. Isso fará com que seja relativamente fácil alcançar uma dispersão homogênea de cátions em toda a suspensão. Quando o nível desejado de homogeneidade é alcançado, o pH de toda a suspensão pode ser titulado para valores mais altos (isto é, acima do IEP) no qual as cargas superficiais mudarão para valores negativos. Uma vez que isso ocorra, os cátions serão atraídos e adsorvidos pelas superfícies negativas – preservando o nível de homogeneidade já alcançado na mistura. É mais fácil titular e mudar o pH de uma suspensão enquanto se preserva a qualidade da mistura, do que tentar dispersar cátions através de uma suspensão com partículas carregadas negativamente.

4. Aditivos Químicos

Cargas eletrostáticas superficiais de pós podem ser alteradas por uma ampla variedade de aditivos de suspensões. Como nós demonstramos no livro texto PPC (Funk and Dinger, Controle Preditivo de

Processos), concentrações muito baixas de polieletrólitos aniônicos mudaram as cargas superficiais de partículas de alumina de positiva para negativa. Os aditivos orgânicos recobriram as superfícies das partículas de alumina, mascararam as cargas positivas superficiais da alumina, e fizeram com as partículas se comportassem como se elas fossem partículas de aditivos carregadas.

O conceito de IEP, no entanto, se refere a superfícies limpas de partículas – limpas de aditivos químicos de qualquer tipo. Para medir valores de IEP, portanto, devem-se ter pós com superfícies puras e limpas que não estejam contaminadas por qualquer aditivo químico. Sais inorgânicos, assim como aditivos orgânicos, mascaram medidas de IEP.

5. Potencial Zeta

O modo padrão de se medir carga eletrostática superficial é medir o potencial zeta de uma partícula, ζ . Potencial zeta é definido como o potencial eletrostático no plano de cisalhamento de uma partícula. O plano de cisalhamento é uma pequena distância a partir da superfície da partícula. É a distância na qual a camada de fluido presa à superfície da partícula pode ser cisalhada quando a partícula se move através do fluido. A camada de fluido no plano de cisalhamento sempre viaja com a partícula. Todo o fluido fora do plano de cisalhamento, por outro lado, cisalha durante o movimento da partícula e se rearranja quando o movimento da partícula cessa. O potencial zeta é o valor do potencial eletrostático nessa distância a partir da superfície da partícula.

Potencial zeta tem valores típicos de + 100 mV passando por 0 mV até - 100 mV. Valores para suspensões altamente defloculadas estão associados com potencial zeta com valores absolutos maiores que ~ 60 mV. Isto é, potenciais zeta a partir de + 60 mV até + 100 mV e a partir de - 60 mV até - 100 mV são indicativos de suspensões altamente defloculadas. Floculação normalmente ocorre quando potencial zeta é zero ou próximo de zero – ou seja, entre + 10 mV e - 10 mV.

Normalmente, para medir o potencial zeta mede-se a mobilidade eletroforética (EPM). A EPM de uma partícula é essencialmente proporcional ao potencial zeta. Portanto, por meio da medida da EPM, pode-se determinar o potencial zeta. Para medir a EPM, submetem-se partículas a um campo elétrico constante e então mede-se a velocidade das partículas viajando nesse campo. A velocidade das partículas por unidade de força do campo elétrico define a EPM. O potencial zeta é então calculado a partir da EPM.

Analísadores de potencial zeta tendem a ser instrumentos caros, os quais não são requisitados por operações 24/7 de plantas típicas de produção cerâmica. Ocasionalmente, um engenheiro cerâmico pode querer saber (ou precisará saber) a carga superficial efetiva

de partículas em suspensão ou o IEP de matérias-primas. Além de comprar um analisador de potencial zeta, ou mandar amostras para serem analisadas quando o IEP pode ser útil, como se pode medir o IEP? Isto é explicado na próxima secção.

6. Medidas de IEP

Esse método simples para medir pontos isoelétricos (IEPs) usa tubos de ensaio e um suporte de tubos de ensaio. Misture uma amostra de pó fino com água destilada num béquer relativamente grande. Divida esta suspensão em onze pequenos béqueres que possam armazenar suspensão suficiente para preencher um tubo de ensaio. Usando um pH-metro ou um papel medidor de pH, meça o pH da solução original. Depois, usando ácido nítrico, titule o primeiro béquer até o próximo menor valor inteiro de pH abaixo do pH inicial. Quando o pH desejado for atingido, agite bem a suspensão, e complete um dos tubos de ensaio com ela. Rotule este tubo de ensaio e coloque-o no suporte. Siga este mesmo procedimento para produzir amostras com todos os outros valores inteiros de pH até pH 2. Quando completado, a extremidade esquerda do suporte deverá conter amostras com pH 2, 3, 4, 5, 6 e 7, por exemplo. Repita este mesmo processo com os outros béqueres com titulação com hidróxido de potássio para aumentar o pH até todos os valores inteiros até pH 12. Quando completado, o suporte conterá onze amostras com todos os valores de pH (da esquerda para a direita) de pH 2 até pH 12. O pH da amostra inicial (pó com água destilada) variará com cada pó, logo o número de amostras ajustadas com ácido e o número de amostras ajustadas com base variarão em cada caso.

Deixe os tubos de ensaio em descanso por uma noite ou por um final de semana. Depois, examine os resultados. **O pó no IEP terá floculado e decantado, e o fluido acima do sedimento será límpido.** Esta amostra deverá ter uma camada de sedimento distinta com um líquido sobrenadante límpido. Amostras ao lado desta (tanto na direção de pH 2 e pH 12) estarão cada vez mais bem dispersas com nenhuma linha distinta entre o sedimento e o fluido sobrenadante. A dica para identificar o pH no IEP é que a suspensão estará floculada. Tanto em valores de pH mais altos ou mais baixos do IEP, a suspensão estará mais e mais defloculada, mais bem dispersa, e menos sedimentada.

Se necessário, depois deste primeiro teste, um segundo ensaio pode ser feito no qual o incremento do pH entre os tubos de ensaio é ajustado em 0,2. O tubo de ensaio no centro do suporte deverá conter a suspensão no pH identificado como o IEP a partir do primeiro ensaio. Tubos de ensaio de ambos os lados do tubo central deverão estar ajustados em incrementos de 0,2 a partir do pH do tubo central. Isto permitirá a identificação do IEP ao pH mais próximo em 0,2.