

MCoCge07-001

Equivalência entre os métodos volumétrico e calorimétrico para a avaliação da dinâmica do processo de hidratação de pastas de cimento Portland

Martin, R.V.(1); Nazarre, D.J.(1); Chotoli, F.F.(1); Lima, S.S.(1);

(1) IPT;

O cimento é o componente ativo mais importante do concreto. Seu endurecimento é uma reação química de hidratação, exotérmica, que provoca uma contração de volume das amostras. Aditivos podem ser adicionados ao cimento para alterar a dinâmica desta reação, melhorando suas propriedades e mitigando seus problemas. Métodos normalizados são usados para monitorar a hidratação, sendo o mais comum a calorimetria de condução isotérmica, que mede o fluxo de calor gerado em pequenas amostras da pasta do cimento. O gráfico no tempo do fluxo de calor apresenta tipicamente diversos picos, que integrados no tempo, resultam no calor total acumulado na reação. Por sua vez, o método volumétrico mede a retração da amostra normalmente submersa em água. Este método é bastante trabalhoso e sujeito a erros, pois exige leituras periódicas durante vários dias do menisco de um tubo graduado, que monitora o nível do banho. Enquanto calorímetros (Ex.: TAM Air) são ferramentas relativamente comuns na indústria cimenteira, não há no mercado instrumentos que atendam adequadamente as análises volumétricas. Neste trabalho, desenvolvemos um equipamento totalmente automatizado com esta finalidade. O equipamento realiza simultaneamente leituras de retração e fluxos de calor em diversas amostras (6 transdutores volumétricos e 2 calorímetros) com elevada resolução, em intervalos de tempo ajustáveis e praticamente sem limite de tempo máximo. Os resultados podem ser acompanhados em tempo real local ou remotamente. Tanto para a análise volumétrica, quanto para a análise calorimétrica, não há anisotropia de forma, pois as amostras são exatamente iguais: pequenos tubos de ensaio preenchidos com 25 cm³ da pasta, imediatamente após o seu preparo. O sistema mede variações inferiores a 0,5 µl, indicando uma resolução de 20 ppm. As medidas iniciais apresentaram valores típicos de dV/V_{inicial} (%) em torno de 5 % de contração após 48 h do início da reação. O resultado mais interessante nesta fase inicial de operação do equipamento mostrou que o gráfico da integral no tempo do fluxo de calor, que é o calor total acumulado na reação, tem uma correlação linear com a curva de contração no tempo. As duas expressões da mesma reação, apesar de medidas através de propriedades totalmente distintas (calor e volume) apresentaram uma surpreendente correlação linear com $R^2 = 0,999$. Em princípio, isso indica que constantes podem ser previamente determinadas para a obtenção da contração no caso do laboratório contar com apenas um calorímetro, ou da mesma forma, os picos do fluxo de calor podem ser determinados pelo cálculo da derivada da curva de contração, se a medida for realizada apenas por transdutores volumétricos, e assim, dispensando a necessidade dos calorímetros. Novas medidas estão em curso para verificar se estas correlações podem ser generalizadas para pastas com cargas diversas de aditivos e outros tipos de cimentos e argamassas.