



IZRADA DIFERENCIJALNOG KALORIMETRA ZA ISTRAŽIVANJE PROCESA HIDRATACIJE CEMENTA

DEVELOPMENT OF LABORATORY DIFFERENTIAL CALORIMETER TO INVESTIGATE CEMENT HYDRATION PROCESS



Neven Ukrainczyk, Suzana Sabo

University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology, Marulićev trg 19, Croatia

(e-mail: nukrainc@fkit.hr)

U ovom radu predložen je relativno jednostavan laboratorijski postupak izrade i baždarenja diferencijalnog kalorimetra. Kalorimetar će poslužiti za istraživanje (kinetike i topline) hidratacije cementa. Mjerenje topline ovim kalorimetrom započinje od trenutka dodavanja termostatisane vode pomoću šprice.



Slika 1. Slog (30) termoparova.



Slika 3. Izrađeni diferencijalni kalorimetri.

Tijelo diferencijalnog mikrokolorimetra sastoji se iz dvije ćelije (staklene ampule po 10 mL), mjerne i referentne koje su međusobno spojene s 30 termoparova K-tipa debljine žice od 0,2 mm. U mjernoj ćeliji se odvija hidratacija, dok je u referentnoj ćeliji inertni uzorak. Elektromotorna sila termosloga, koja je proporcionalna toku topline, kontinuirano se prikuplja digitalnim mikro-voltmetrom (20 bita, 8 kanala, rezolucije 1 μ V) koji je povezan s računalom.

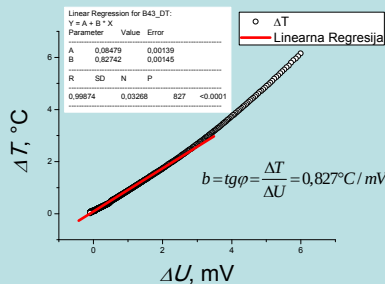
Za opis nestacionarnih toplinskih procesa u kalorimetru primijenjen je model s usredotočenim parametrima. Oslobođanjem poznate količine Joule-ove topline (I^2R) određivani su slijedeći parametri kalorimetra:

- α - konstanta propusnosti topline [$J^\circ C/h$],
- β - konstanta hlađenja [h^{-1}],
- C_p - toplinski kapacitet [$J^\circ C$] i
- b - konstanta proporcionalnosti temperatura-napon za termoslog diferencijalnog kalorimetra [$^\circ C/mV$].

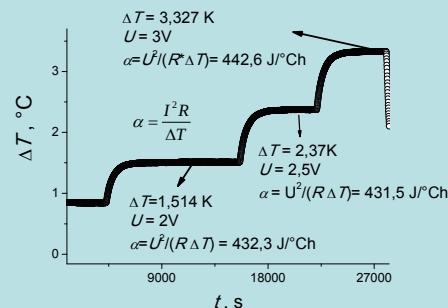
Oslobođena toplina = Akumulacija + Gubici:

$$Q(t) = \frac{C_p}{m} \left(\Delta T(t) + \beta \int_0^t \Delta T(t) dt \right)$$

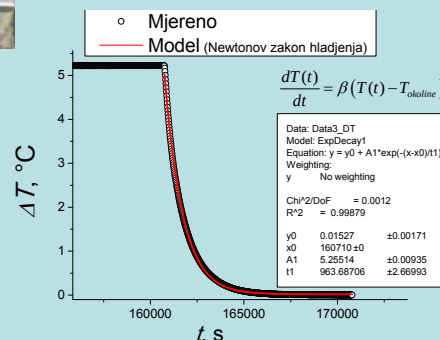
$$C_p = \frac{\alpha}{\beta}$$



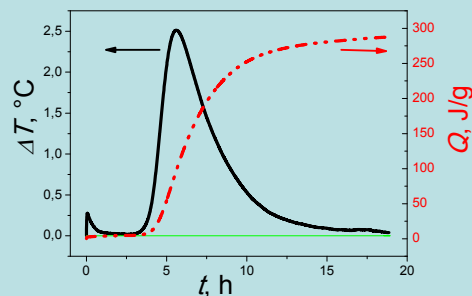
Slika 2. Osetljivost termosloga.



Slika 4. Određivanje konstante propusnosti topline, α [$J^\circ C/h$] diferencijalnog kalorimetra



Slika 5. Određivanja konstante hlađenja, β [h^{-1}] diferencijalnog kalorimetra



Slika 6. Hidratacije aluminatnog cementa u diferencijalnom kalorimetru.

Parametri kalorimetra određeni su unosom poznate količine Jouleove topline pomoću el. otpornika koji je ugrađen u hidratiziranu cementnu pastu.

Izrađenim i baždarenim diferencijalnim kalorimetrom istražena je hidratacija aluminatnog cementa. Ovaj uređaj nalazi primjenu kod sustavnih istraživanja kinetike hidratacije cementa te utjecaja raznih dodataka kao što su usporivači, ubrzivači, polimeri itd.