

ОДРЕДУВАЊЕ НА ТОПЛИНАТА НА КРИСТАЛИЗАЦИЈА НА МЕТАЛИТЕ ОД КРИВИТЕ ТЕМПЕРАТУРА — ВРЕМЕ

Г. Синадиновски

Одредувањето на топлината на кристализација со калориметрички и други познати методи поврзано е со користење на сложена апаратура и долготрајни мерења, а така добиените резултати се оптоварени со значителни погрешки. Во случајов е предложена една релативно брза и едноставна метода што се одликува со задоволувачка точност. Во предложената метода се користи кривата на ладење (крива температура — време) на определена маса течен метал поставен во сад што се најдува во средина чија топлопроводност може да се занемари. Температурата се мери со термоелемент со висока осетливост, а кривата на ладење се запишува на траката од автоматски писач. Од така добиената крива се добиваат сите потребни податоци за пресметување на топлината на кристализација на дадениот метал.

При константен притисок кристализацијата на металот се врши на определена температура наречена температура на кристализацијата. Топлината λ што се ослободува при кристализација на единица маса на течниот метал се вика латентна топлина на кристализацијата. Процесот на кристализацијата се одвива во услови на стационарна рамнотежа при кои, ослободената топлина $\lambda (dm/dt)$ при кристализација на масата dm на течниот метал точно ги надоместува загубите на топлина dq_1 и dq_2 што во тек на времето dt тврдата и течната маса на металот на температурата на кристализација со зрачење ги предаваат на околината. Кон овие загуби се додаваат и загубите dq_3 на садот во кој се врши кристализацијата. Во услови на стационарна рамнотежа ќе имаме

$$\lambda \frac{dm}{dt} = dq_1 + dq_2 + dq_3 \quad (1)$$

Ако величините dq_i ги изразиме преку соодветните специфични топлини c_i , маси m_i и брзини на ладење v_i земени на температурата на кристализација, се добива

$$\lambda \frac{dm}{dt} = m_1 c_1 v_1 + m_2 c_2 v_2 + m_3 c_3 v_3 \quad (2)$$

Нека ја означиме со m_0 масата на течниот метал пред почетокот на кристализацијата, а масата на стврднатиот метал во моментот t од почетокот на кристализацијата со m , од (2) следи

$$\lambda \frac{dm}{dt} = m c_1 v_1 + (m_0 - m) c_2 v_2 + m_3 c_3 v_3 \quad (3)$$

Решењето на диференцијалната равенка (3) го има следниот вид

$$m = \frac{1}{c_1 v_1 - c_2 v_2} \left(A e^{\frac{c_1 v_1 - c_2 v_2}{\lambda} t} - m_0 c_2 v_2 - m_3 c_3 v_3 \right) \quad (4)$$

Интеграционата константа A се одредува од условот дека во моментот $t = 0$ кога започнува процесот на кристализација целата маса е теч и затоа $m = 0$, што ќе даде

$$A = m_0 c_2 v_2 + m_3 c_3 v_3 \quad (5)$$

Замената на (5) во (4) дава

$$m = \frac{m_0 c_2 v_2 + m_3 c_3 v_3}{c_1 v_1 - c_2 v_2} \left(e^{\frac{c_1 v_1 - c_2 v_2}{\lambda} t} - 1 \right) \quad (6)$$

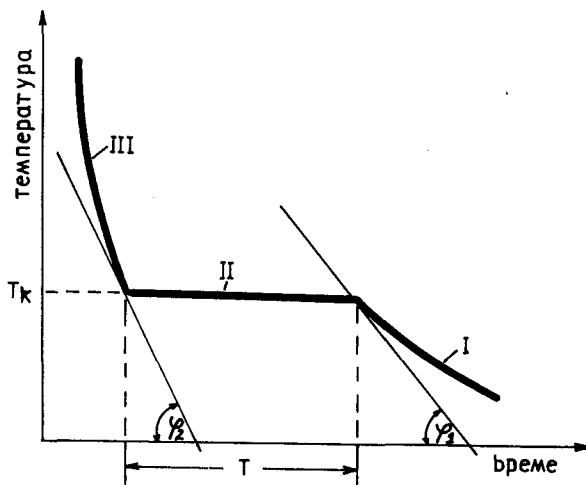
Земајќи го предвид и вториот услов дека, во моментот $t = T$ завршил процесот на кристализација при што масата на тврдиот метал е $m = m_0$, од равенката (6) може да се одреди вредноста на λ , т.е.

$$\lambda = \frac{(c_2 v_2 - c_1 v_1) T}{\ln \left(\frac{m_0 c_2 v_2 + m_3 c_3 v_3}{m_0 c_1 v_1 + m_3 c_3 v_3} \right)} \quad (7)$$

Од рав. (7) се гледа дека пресметувањето на вредноста на λ се сведува на одредување од кривата на ладење на брзините на ладење v_i на точката на кристализација, како и времетраењето T на кристализацијата. Брзините v_1 и v_2 се одредуваат од тангенсот на аголот што го зафаќаат тангентите повлечени на кривата на ладење во моментите на започнувањето на кристализацијата и веднаш по завршувањето (в. сл. 1). Времетраењето на кристализацијата е јасно дефинирано со хоризонталниот дел на кривата на ладење. Величината v_3 може да се земе како аритметичка средина од v_1 и v_2 .

Проверка на равенката (7) беше извршена на калајот и оловото чии топлини на кристализација се разликуваат за повеќе од два пати. За таа цел беше измерена маса од 0,25 кг калај односно олово и истата се ставаше во отворен сад од алуминиум чија маса изнесуваше 0,049 кг. Мерењето на температурата се вршеше со диференцијален термoeлемент од платина-родиум, а кривата на ладење се запишуваше со помош на автоматски писач (работно подрачје 0,2 милivolти), чија временска оска се движеше со брзина 2,5 cm/минута. Од добиената крива на ладење за калајот беа одредени соодветно за v_1 , v_2 и T вредностите 0,317°C/s, 0,422°C/s и 384 s. Пресметаната вредност за λ спрема равенката (7) изнесуваше 63462 J/kg. На ист начин за оловото беше најдена вредност 26300 J/kg. Во литературата наведените вредности за топлините на кристализацијата се соодветно 61057 J/kg за калајот и 26080 J/kg за оловото и варираат за повеќе од 5% од еден до друг автор.

Релативната грешка при одредувањето на λ која е резултирана од изборот на различни садови во кои се врши кристализацијата на металот, т.е. во зависност од масата m_3 , дадена е со изразот



Сл.1

Крива на ладење: деловите I и III на кривата одговараат на тврдата и течната фаза на металот, а хоризонталата II на процесот на кристализацијата. T -времетраење на кристализацијата, $\text{tg } \varphi_1 = v_1$ и $\text{tg } \varphi_2 = v_2$ се брзини на ладење на тврдата и течната фаза на температурата на кристализација T_k .

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{m_0 v_0 c_3 (c_2 v_2 - c_1 v_1)}{\ln \left(\frac{m_0 c_2 v_2 + m_3 c_3 v_3}{m_0 c_1 v_1 + m_3 c_3 v_3} \right)} \quad (8)$$

Од равенката (8) се гледа дека големината на масата m_3 практички не влијае на вредноста на λ бидејќи таа влегува како количник во аргументот на логаритамска функција која пак слабо се менува со промената на аргументот.

ABSTRACTS

A relatively simple method for determination of the latent heat of crystallisation λ of a metal from its curve of solidification (temperature-time, see fig. 1), is described. According to the proposed method λ is given by the equation (7), where c_i and v_i are the specific heats and velocities of cooling of the liquid and solid metal respectively, close to the temperature of the solidification; T -is the time of solidification. Relation (8) indicates that the value $d\lambda/\lambda$ does not remarkably depend on the value of the mass m_3 of the vessel.