

باسمه تعالی

تمرین ششم را در نظر بگیرید؛ سرد کردن غیرتعدالی بود و توزیع عنصر آلیاژی در مذاب از طریق نفوذ انجام می‌شد. از نفوذ در جامد صرف نظر کردیم و غلظت مذاب (C_L) را در هر فاصله مشخص از فصل مشترک (x) در مرحله پایستگی به دست آوردیم. برای یک آلیاژ دوجزئی تک‌فازی با ترکیب C_0 با فرض $k < 1$ و $m < 0$ (هر دو ثابت)، در مرحله پایستگی:

تمرین هشتم: ثابت کنید که نقطه ذوب تعادلی آلیاژ در فاصله x از فصل مشترک جامد/مذاب (T_L^x) از این رابطه پیروی می‌کند:

$$T_L^x = T^* + mC_0 \left(\frac{k-1}{k} \right) \left[1 - \exp\left(-\frac{Rx}{D}\right) \right]$$

که در آن T^* دما در فصل مشترک، D ضریب نفوذ در مذاب و R سرعت پیشروی فصل مشترک است. توجه: در مرحله پایستگی، غلظت جامد در فصل مشترک برابر ترکیب اولیه مذاب است ($C_S^* = C_0$ و $C_L^* = \frac{C_0}{k}$). توجه: قرارداد کردیم m را به گونه‌ای در نظر می‌گیریم که $(k-1)m$ همیشه مثبت باشد. بنابراین اگر در مقالات و کتب قدیمی و جدید تفاوتی مشاهده کردید، این موضوع را در نظر داشته باشید.

راهنمایی: از تمرین اول می‌دانیم که:

$$m = \frac{T^* - T_L}{C_L^* - C_0} = \frac{T_L^x - T_L}{C_L - C_0}$$

که در آن T_L نقطه ذوب تعادلی آلیاژ با ترکیب C_0 است.

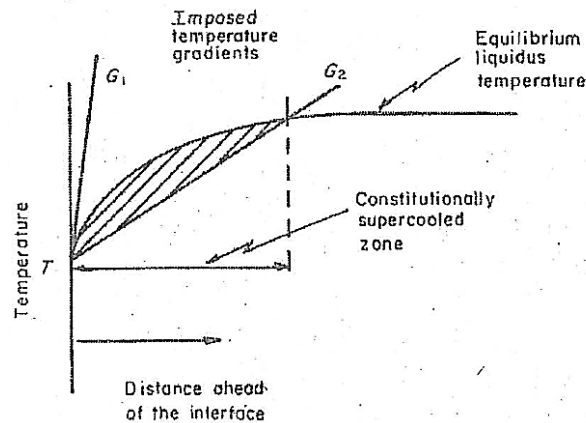
توجه: فرض کنید فصل مشترک صاف است. همچنین از تحت‌تبریدهای جنبشی و فشاری صرف نظر کنید.

تمرین نهم: فرض کنیم که دمای واقعی مذاب (T) در جلوی فصل مشترک به صورت خطی و با شیب G تغییر می‌کند. پس دمای واقعی هر نقطه را می‌توان از رابطه ذیل به دست آورد.

$$T = T^* + Gx$$

شکل نشان می‌دهد که اگر شیب حرارتی (G) از حدی کم‌تر باشد، در جلوی فصل مشترک تحت‌تبرید ایجاد می‌شود. ناحیه هاشورخورده را ناحیه تحت‌تبرید ترکیبی می‌نامند. این ناحیه حد فاصل بین دمای واقعی و نقطه ذوب را در هر نقطه نشان می‌دهد. در واقع تغییر غلظت در جلوی فصل مشترک کمک کرده است تا دمای فصل مشترک به پایین‌تر از دمای توده مذاب بیاید، به عبارتی چون غلظت در فصل مشترک بیش‌تر است مذاب می‌تواند تا دمای پایین‌تری پایدار باقی بماند. در اینجا اگر شیب

حرارتی نداشته باشیم ($G = 0$)، کل مذاب تحت تبرید است. اگر شیب منفی داشته باشیم ($G < 0$)، تحت تبرید با فاصله گرفته از فصل مشترک بیش تر می شود. اما هنگامی که $G > 0$ است، بسته به مقدار آن ممکن است تحت تبرید ایجاد شود (G_2) یا خیر (G_1). در این تمرین به دنبال G مرزی هستیم.



ثابت کنید هرگاه رابطه زیر برقرار باشد، تحت تبرید ترکیبی وجود خواهد داشت:

$$G < \frac{R m C_0 (k - 1)}{D k}$$

نکته آموزشی: میزان تغییر در نقطه ذوب مذاب نسبت به دمای تعادل ($T_e = T_L$)، نقطه ذوب تعادلی آلیاژ با ترکیب C_0) را با ΔT_C نشان دادیم. این ΔT_C نشان می دهد که چقدر تحت تبرید نیاز داریم تا فصل مشترک به عقب برنگردد. اما بسته به پروفیل حرارتی که ما ایجاد می کنیم، مقداری تحت تبرید در جلوی فصل مشترک به وجود می آید که در مورد تحت تبرید ترکیبی، همان ناحیه هاشورخورده است. لذا توجه داشته باشید که «تحت تبرید ترکیبی مورد نیاز» را با «تحت تبرید ترکیبی ایجادشده» اشتباه نگیرید. در اینجا، تحت تبرید ترکیبی مورد نیاز (ΔT_C) برابر با اختلاف T_L و T^* است، اما ناحیه هاشورخورده در واقع تحت تبرید ترکیبی ایجادشده را نشان می دهد.