هفته بیست و سوم: حل تمرینات باقیمانده فصل، رفع اشکال و توضیحات اضافه به همراه حل مسائل جهت رفع ابهامات و آزمون فصل

این جلسه از قسمت‌های زیر تشکیل شده است.

۱ـ حل تمرینات باقیمانده فصل و تمرینات اضافی

۲ـ امتحان کلاسی از فصل پنجم

۳ـ حل امتحان کلاسی

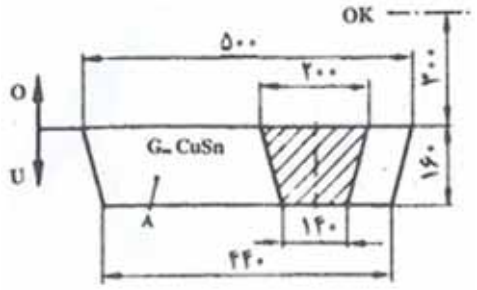
قسمت اول درس

تمرین ۱۲ نیز در کلاس حل گردد.

سؤالات زیر جهت تمرین در کلاس ارایه می‌شود.

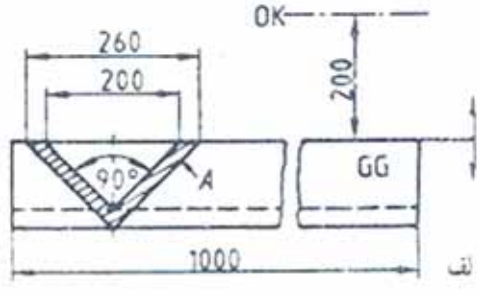
(مسائل می‌تواند در برگه‌های جداگانه تهیه و در اختیار هنرجویان گذاشته شود.)

۱ـ با توجه به شکل زیر، نیروی وارد بر سطح A را تعیین کنید در صورتی که مذاب از یک نوع آلیاژ مس و قلع (G-CuSn) با چگالی $\rho = ۸۲۰۰ kg/cm^۳$ باشد $g \approx ۱۰ m/s^۲$.



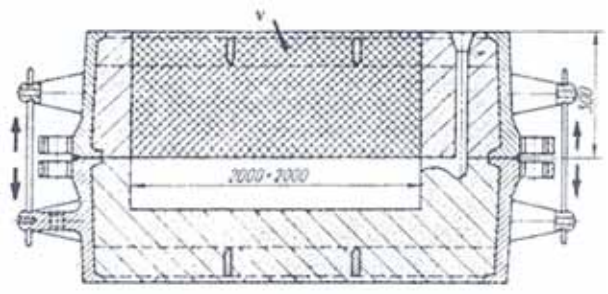
شکل۱-۲۳

۲ـ با توجه به شکل زیر نیروهای وارد بر کف و سطح فوقانی قالب را محاسبه و تعیین کنید. $\pi = ۳/۱۴۱۶$ و $\rho = ۶۸۰۰ kg/m^۳$ چگالی چدنGG و $g = ۹/۸ m/s^۲$.



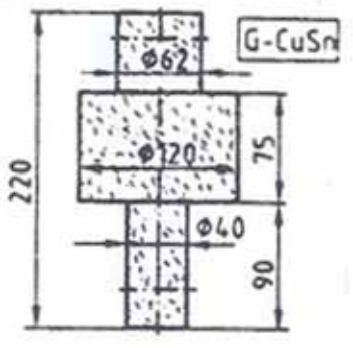
شکل۲-۲۳

۳ـ با توجه به شکل زیر اگر محفظه قالب از مذاب چدن به چگالی $۶۸۰۰ kg/m^۳$ پرشود، اوّلاً نیروی وارد بر سطح فوقانی قالب (نیروی سقفی) چه اندازه خواهد بود؟ ثانیاً با محاسبه نشان دهید که این نیرو با وزن مذاب چدنی که هم حجم قسمت هاشورخورده (V) است برابر خواهد بود (حجم ستون فرضی از مذاب). ثالثاً میله‌های مهارکننده دوطرف لنگه درجه‌ها حداقل چه نیرویی را باید تحمل کنند؟ از وزن درجه فوقانی و ماسه محتوی آن در مقابل بزرگی نیروی بالابرنده، صرفنظر می‌شود $g \approx ۱۰ m/s^۲$.



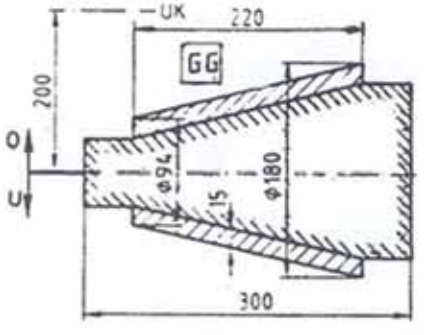
شکل۳-۲۳

۴ـ ابعاد و مشخصات ماهیچه خشک عمودی (ایستاده) در شکل زیر نشان داده شده است، نیروی ارشمیدس (نیروی رانش مذاب) بر آن چه اندازه است $\pi = ۳/۱۴$ و $g = ۹/۸ m/s^۲$.



شکل۴-۲۳

۵ـ در شکل زیر با توجه به ابعاد و مشخصات داده شده نیروهای وارد بر هر تکیه‌گاه ماهیچه را محاسبه و تعیین کنید $\pi = ۳/۱۴۱۶$ و $g = ۹/۸ m/s^۲$.



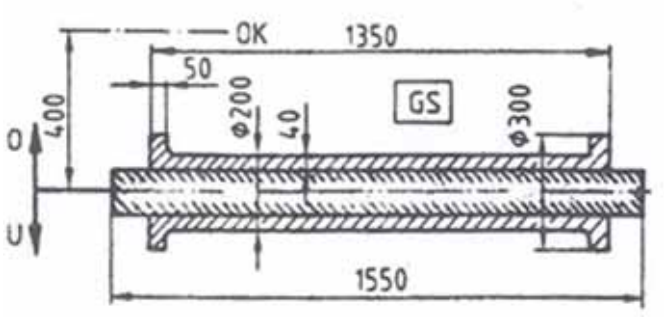
شکل۵-۲۳

۶ـ شکل زیر نحوه قالب‌گیری قطعه فولادی به چگالی $7000 kg/m^3$ را نشان می‌دهد. اگر چگالی ماسه ماهیچه $1200 kg/m^3$ باشد، مطلوب است:

الف) وزن حقیقی ماهیچه و نیروی ارشمیدس وارد بر ماهیچه، وزن ظاهری ماهیچه و نیروی وارد بر هر ریشه ماهیچه برحسب kN و $\pi = ۳/۱۴۱۶$ و $g = ۹/۸ m/s^2$

ب) نیروی وارد بر سطح فوقانی قالب برحسب kN

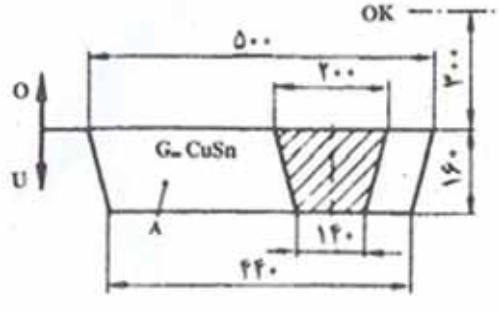
ج) نیروی بالابرنده درجه فوقانی برحسب kN



شکل۶-۲۳

حل برخی سؤالات داده شده و پاسخ‌گویی به سؤالات هنرجویان:

۱ـ با توجه به شکل زیر، نیروی وارد بر سطح A را تعیین کنید در صورتی که مذاب از یک نوع آلیاژ مس و قلع (G-Cusn) با چگالی $8200 kg/cm^3$ باشد $\rho = 8200 kg/cm^3$ $g \approx ۱۰ m/s^2$.



شکل۷-۲۳

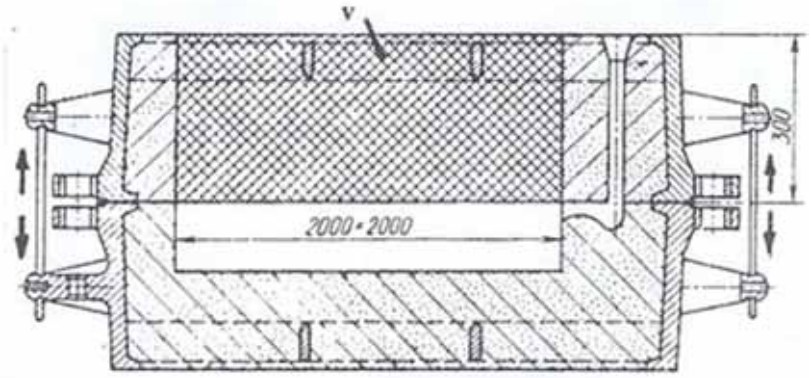
$$F_S = \rho \times g \times h_s \times A'$$

$$A' = \frac{L_1 + L_2}{2} \times h = \frac{۰/۵ + ۰/۴۴}{2} \times ۰/۱۶ = ۰/۰۷۵۲ m^2$$

$$h_s = H + h' = ۰/۳ + \frac{۰/۱۶}{2} \Rightarrow h_s = ۰/۳۸ m$$

$F_S = ۶۸۰۰ kg/m^۳ \times ۱۰\ m/s^۲ \times ۰/۳۸ m \times ۰/۰۷۵۲ m^۲ = ۲۳۴۳/۲۳۲ N$

۲ـ با توجه به شکل زیر اگر محفظه قالب از مذاب چدن به چگالی $۶۸۰۰ kg/m^۳$ پرشود، اولاً نیروی وارد بر سطح فوقانی قالب (نیروی سقفی) چه اندازه خواهد بود؟ ثانیاً با محاسبه نشان دهید که این نیرو با وزن مذاب چدنی که هم حجم قسمت هاشورخورده (V) است برابر خواهد بود (حجم ستون فرضی از مذاب). ثانیاً میله‌های مهارکننده دوطرف لنگه درجه‌ها حداقل چه نیرویی را باید تحمل کنند؟ از وزن درجه فوقانی و ماسه محتوی آن در مقابل بزرگی نیروی بالابرنده، صرفنظر می‌شود $g \approx ۱۰\ m/s^۲$.



شکل۸-۲۳

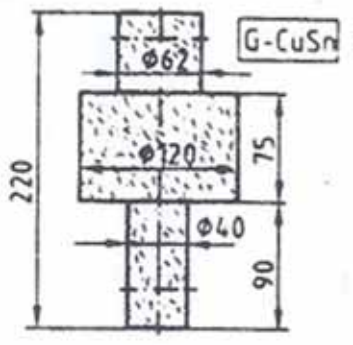
$F_N = \rho \times g \times h_m \times A = ۶۸۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳ \times (۲ \times ۲) = ۸۱۶۰۰ N$

$V = ۲ \times ۲ \times ۰/۳ = ۱/۲ m^۳$

$F_{N'} = \rho \times g \times v = ۶۸۰۰ \times ۱۰ \times ۱/۲ = ۸۱۶۰۰ N$

$$W' = \frac{۸۱۶۰۰}{۲} = ۴۰۸۰۰ N$$

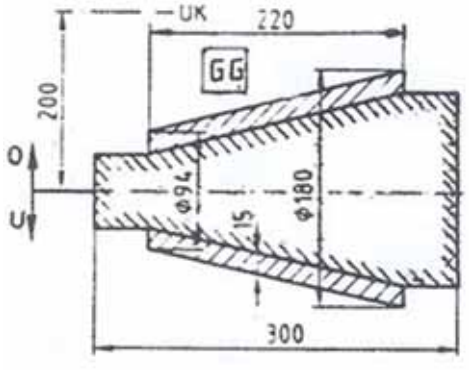
۳ـ ابعاد و مشخصات ماهیچه خشک عمودی (ایستاده) در شکل زیر نشان داده شده است. نیروی ارشمیدس (نیروی رانش مذاب) بر آن چه اندازه است. $\pi = ۳/۱۴$ و $g = ۹/۸\ m/s^۲$



شکل۹-۲۳

$$F_A = \rho \times g \times V = ۸۴۰۰ \times ۹/۸ \times \frac{۳/۱۴}{۴} = \left[(۰/۱۲^۲ - ۰/۰۴^۲) \times ۰/۰۷۵) + (۰/۶۲^۲ - ۰/۰۴^۲) \times ۰/۰۰۵ \right] = ۱۸۵/۶۸۰۹N$$

۴ـ در شکل زیر با توجه به ابعاد و مشخصات داده شده نیروهای وارد بر هر تکیه‌گاه ماهیچه را محاسبه و تعیین کنید $\pi = ۳/۱۴۱۶$ و $g = ۹/۸\ m/s^۲$



شکل ۱۰-۲۳

$$w_k = \rho \times g \times V_k$$

$$V_k = V_۱ + V_۲ + V_۳ \Rightarrow V_k = \left[(\frac{\pi d^۲}{۴} \times h_۱) + \frac{h_۲}{۳}(A_۱ + \sqrt{A_۱ A_۲} + A_۲) + (\frac{\pi D^۲}{۴} \times h_۳) \right]$$

$$V_k = \left[(\frac{۳/۱۴ \times ۰/۰۶۴^۲}{۴} \times ۰/۰۴) + \frac{۰/۲۲}{۳}(\frac{۳/۱۴ \times ۰/۰۶۴^۲}{۴} + \sqrt{\frac{۳/۱۴ \times ۰/۰۶۴^۲}{۴} + \frac{۳/۱۴ \times ۰/۱۵^۲}{۴}} \times ۰/۰۴) \right] =$$

$$\left[(۰/۰۰۰۱۲۸) + ۰/۱۱ \times (۰/۰۰۳۲ + \sqrt{۰/۰۰۳۲ + ۰/۰۱۷۶} + ۰/۰۱۷۶) + (۰/۰۰۱۰۱) \right] =$$

$$\left[(۰/۰۰۰۱۲۸) + (۰/۰۱۸۱) + (۰/۰۰۰۷۶) \right] = ۰/۰۱۸۹ m^۳$$

$$W_k = ۱۲۰۰ \times ۹/۸ \times ۰/۰۱۸۹ = ۲۲۲/۲۶۴N$$

$$F_A = \rho g V', V' = V_۲$$

$$F_A = ۶۷۰۰ \times ۹/۸ \times ۰/۰۱۸۱ = ۱۱۸۸/۴۴۶N$$

$$W' = W_k - F_A = ۲۲۲/۲۶۴ - ۱۱۸۸/۴۴۶ = -۹۶۶/۱۸۲ \uparrow$$

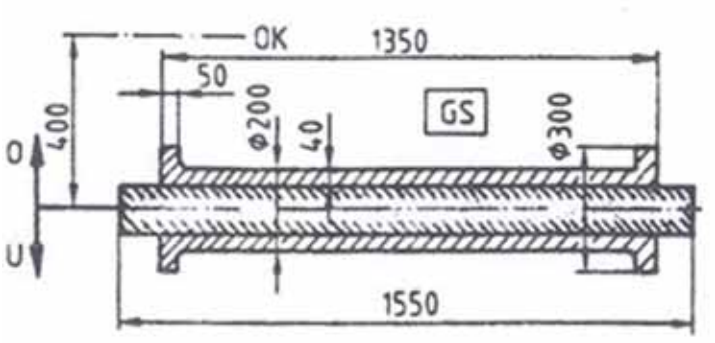
$$\frac{W'}{۲} = \frac{۹۶۶/۱۸۲}{۲} = ۴۸۳/۰۹۱N$$

۵ـ شکل صفحه بعد نحوه قالب‌گیری قطعه فولادی به چگالی $۷۰۰۰ kg/m^۳$ را نشان می‌دهد. اگر چگالی ماسه ماهیچه $۱۲۰۰ kg/m^۳$ باشد، مطلوب است:

الف) وزن حقیقی ماهیچه نیروی ارشمیدس وارد بر ماهیچه، وزن ظاهری ماهیچه وارد بر هر ریشه ماهیچه برحسب $\pi = ۳/۱۴۱۶ kN$ و $g = ۹/۸\ m/s^۲$

ب) نیروی وارد بر سطح فوقانی قالب برحسب kN

ج) نیروی بالابرنده درجه فوقانی برحسب kN



شکل ۱۱-۲۳

$$w_k = \rho \times g \times V_k = ۱۲۰۰ \times ۹/۸ \times \frac{۳/۱۴ \times ۰/۱۲^۲}{۴} \times ۱/۵۵ = ۲۰۶/۰۴N$$

$$F_A = \rho \times g \times V' = ۷۰۰۰ \times ۹/۸ \times \frac{۰/۱۲^۲ \times ۳/۱۴}{۴} \times ۱/۳۵N = ۱۰۴۶/۸۶N$$

$$W' = W_k - F_A = ۲۰۶/۰۴ - ۱۰۴۶/۸۶ = ۸۴۰/۸۲N \uparrow$$

$$\frac{W'}{۲} = \frac{۸۴۰/۸۲}{۲} = ۴۲۰/۴۱N = ۰/۴۲kN$$

$$F_N = ۲F_{N۱} + F_{N۲}$$

$$F_{N۱} = \rho \times g \times h_{m۱} \times A'_۱$$

$$h_{m۱} = H - \frac{V}{A'_۱} = ۰/۴ - \frac{\frac{۱}{۲} \times \frac{۳/۱۴ \times ۰/۲^۲}{۴} \times ۱/۲۵}{۰/۲ \times ۱/۲۵} = ۰/۳۲m$$

$$F_N = ۷۰۰۰ \times ۹/۸ \times ۰/۳۲ \times (۰/۲ \times ۱/۲۵) = ۵۴۸۸N$$

$$F_N = ۲ \times ۲۸۸/۱۲ + ۵۴۸۸ = ۶۰۶۴/۲۴N = ۶/۰۶۴kN$$

$$F = F_N + W' = ۶۰۶۴/۲۴ + ۸۴۰/۸۲ = ۵۲۲۳/۴۲N = ۵/۲۲kN$$

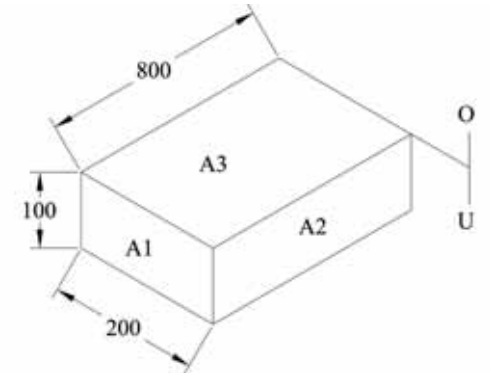
طبق معمول، پس از پایان هر فصل امتحانی از آن فصل گرفته می‌شود، بنابراین پس از استقرار هنرجویان در برگه‌های $A_۴$ تهیه شده از قبل آزمون کلاسی از فصل پنجم گرفته می‌شود.

قسمت دوم درس

قبل از شروع امتحان یک بار دیگر به هنرجویان یادآوری می‌گردد که امتحانات کلاسی که در هر جلسه گرفته می‌شود و امتحانات پایانی هر فصل نمره مستمر هنرجویان را تشکیل می‌دهد بنابر این باید امتحانات را جدی بگیرند.

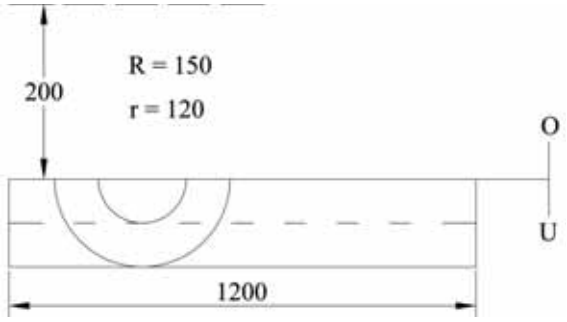
نام و نام خانوادگی ..... زمان ۶۰ دقیقه استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱ـ نیروهای وارد بر سطوح A_1، A_2، A_3 را در شکل زیر به‌دست آورید. درصورتی که ارتفاع راهبار ۳۰۰ میلی‌متر و چگالی چدن $6500 kg/m^3$ (۳/۵ نمره)



شکل ۱۲-۲۳

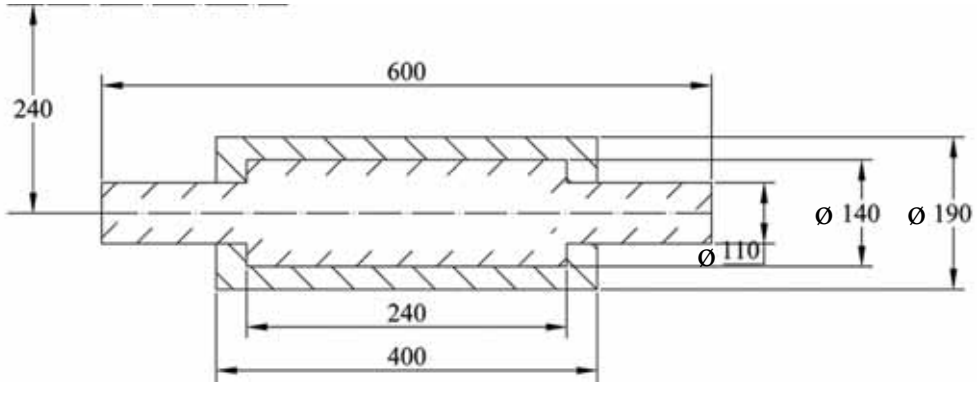
۲ـ با توجه به نقشه زیر نیروی وارد بر کف قالب را محاسبه کنید؟ $\pi = 3$ ، $g = 10\ m/s^2$، $\rho = 7000 kg/m^3$ (۴ نمره)



شکل ۱۳-۲۳

۳ـ با توجه به ابعاد و مشخصات داده شده (۷ نمره)

الف) نیروی ارشمیدس ب) وزن حقیقی ج) وزن ظاهری د) نیروی وارد بر تکیه‌گاه‌های ماهیچه را محاسبه کنید در صورتی که $g = 10\ m/s^2$ ، $\pi = 3$ و $\rho = 12000 kg/m^3$ و $\rho' = 6700 kg/m^3$



شکل ۱۴-۲۳

۴ـ در قالب‌گیری قطعه‌ای ماهیچه‌دار نیروی وارد برسطح فوقانی ۳kN و نیروی وارد بر تکیه‌گاه‌های ماهیچه ۱kN می‌باشد در صورتی که وزن درجه فوقانی با ماسه محتوای آن ۳kN باشد با توجه به ضریب اطمینان مقدار وزنه‌ای که باید روی درجه فوقانی برای جلوگیری از بیرون زدن مذاب قرار گیرد چند kN است؟ (۲/۵ نمره)

۵ـ فشار درون مایعات به چه عواملی بستگی دارد؟ (۱نمره)

۶ـ فشار را تعریف کرده و رابطه آن را بنویسید؟ (۱نمره)

۷ـ طبق قانون پاسکال فشار در ظروف مرتبط چگونه است؟ (۱نمره)

قسمت سوم درس: حل امتحان کلاسی

۱ـ

$F_۱ = \rho g h_۱ A_۱$ ۰/۵

$A_۱ = ۰/۱ \times ۰/۲ \Rightarrow A_۱ = ۰/۰۲ m^۲$ ۰/۲۵

$h_۱ = ۳۰۰ + \frac{۱۰۰}{۲} \Rightarrow h_۱ = ۳۵۰ = ۰/۳۵ m$ ۰/۲۵

$F_۱ = ۶۵۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳۵ \times ۰/۰۲ \Rightarrow F_۱ = ۴۵۵ N$ ۰/۲۵

$F_۲ = \rho g h_۲ A_۲$ ۰/۲۵

$A_۲ = ۰/۱ \times ۰/۸ \Rightarrow A_۲ = ۰/۰۸ m^۲$ ۰/۲۵

$h_۲ = ۳۰۰ + \frac{۱۰۰}{۲} \Rightarrow h_۲ = ۳۵۰ = ۰/۳۵ m$ ۰/۲۵

$F_۲ = ۶۵۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳۵ \times ۰/۰۸ \Rightarrow F_۲ = ۱۸۲۰ N$ ۰/۲۵

$F_۳ = \rho g h_۳ A_۳$ ۰/۲۵

$A_۳ = ۰/۲ \times ۰/۸ \Rightarrow A_۳ = ۰/۱۶ m^۲$ ۰/۲۵

$h_۳ = ۳۰۰ mm = ۰/۳ m$ ۰/۲۵

$F_۳ = ۶۵۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳ \times ۰/۱۶ \Rightarrow F_۳ = ۳۱۶۰ N$ ۰/۲۵

۲ـ

$F = \rho g h_m A'$ ۱

$h_m = H + \frac{V}{A'}$ ۰/۵

$V = \frac{\pi d^۲}{۴} \times h \Rightarrow V = \frac{۳ \times ۰/۱۵^۲}{۴} \times ۱/۲ \Rightarrow V = ۰/۰۲ m^۳$ ۰/۵

$A' = ۰/۳ \times ۱/۲ \Rightarrow A' = ۰/۳۶ m^۲$ ۰/۵

$h_m = ۰/۲ + \frac{۰/۰۲}{۰/۳۶} \Rightarrow h_m = ۰/۲۵۶$ ۰/۵

$F = ۷۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۲۵۶ \times ۰/۳۶$ ۰/۵ $F = ۶۴۵۱/۲N$ $F = ۶/۴۵kN$ ۰/۵

۳ـ الف) $F_A = \rho' Vg$ ۰/۵

$V = \frac{\pi D^۲}{۴} \times H + ۲\frac{\pi d^۲}{۴} \times h$ ۰/۵

$V = \frac{۳ \times ۰/۱۴^۲}{۴} \times ۰/۲۴ + ۲\frac{۳ \times ۰/۱۱^۲}{۴} \times ۰/۰۸$ ۰/۵ $\Rightarrow V = ۰/۰۰۴۹۸ \approx ۰/۰۰۵m^۳$ ۰/۲۵

$F_A = ۶۷۰۰ \times ۰/۰۰۵ \times ۱۰$ ۰/۵ $\Rightarrow F_A = ۳۳۵N$ ۰/۲۵

ب) $W_k = \rho Vg$ ۰/۵

$V = \frac{\pi D^۲}{۴} \times H + ۲\frac{\pi d^۲}{۴} \times h$ ۰/۵

$V = \frac{۳ \times ۰/۱۴^۲}{۴} \times ۰/۲۴ + ۲\frac{۳ \times ۰/۱۱^۲}{۴} \times ۰/۱۸$ ۰/۵ $\Rightarrow V = ۰/۰۰۶۸m^۳$ ۰/۲۵

$W_k = ۱۲۰۰ \times ۰/۰۰۶۸ \times ۱۰$ ۰/۵ $W_K = ۸۱/۶$ ۰/۲۵

ج) $W' = F_A - W_k$ ۰/۵ $W' = ۳۳۵ - ۸۱/۶$ ۰/۵ $W' = ۲۵۳/۴$ ۰/۲۵

$\frac{W'}{۲}$ ۰/۵ $\Rightarrow \frac{۲۵۳/۴}{۲} = ۱۲۶/۷$ ۰/۲۵

۴ـ F_W = ۱/۵ (مجموع نیروهای پایین‌آورنده - مجموع نیروهای بالابرنده)

$F_W = ۱/۵(۳ + ۱ - (۳))$ ۱ $F_W = ۱/۵kN$ ۰/۵

۵ـ فشار درون مایعات بستگی به شکل و جنس ظرف ندارد و فقط به وزن مخصوص و عمق یا ارتفاع نقطه تا سطح آزاد مایع بستگی دارد. ۱

۶ـ فشار عبارتست از نیروی وارد بر واحد یک سطح معین $P = \frac{F}{A}$ ۱

۷ـ فشار در همه نقاطی از ظرف که در روی یک سطح افقی با عمق‌های مساوی قرار دارند یکسان و ثابت است. ۱

فصل ششم

تغذیه‌گذاری در قطعات ریختگی

هنرجویان در این فصل با مفهوم انقباض قطعات آشنا شده و لزوم استفاده از تغذیه را در قطعات ریختگی می‌آموزند. روش‌های مختلف محاسبه ابعاد تغذیه اعم از قطر، ارتفاع و حجم را برای قطعات مشخص انجام می‌دهند، و همچنین باروش مدول که زمان انجماد قطعه و تغذیه را محاسبه می‌کنند آشنا شده و می‌توانند با این روش زمان انجماد قطعه ریختگی را محاسبه کنند و ابعاد تغذیه را به‌دست آورند. توسط روش انقباض و راندمان تغذیه و با استفاده از اشکال مختلف تغذیه و با توجه به نسبت قطر به ارتفاع تغذیه ابعاد تغذیه را محاسبه می‌کنند. با استفاده از روش کاین از روی منحنی و یا یک سری روابط مشخص می‌توانند ابعاد تغذیه را محاسبه نمایند. با استفاده از تمامی این روش‌ها می‌توانند ابعاد تغذیه را محاسبه نموده و در محیط کارگاهی در عمل نیز پیاده نمایند.

دانسته‌های قبلی

هنرجویان در درس محاسبات فنی عمومی و در درس رسم مدل و قالب سال سوم و در درس اصول متالورژیکی ریختگی سال سوم با مفهوم انقباض آشنا شده و در درس محاسبات فنی تخصصی سال سوم در فصل دوم با گرفتن کعب آشنا شده و جذر را هم در دروس ریاضی و محاسبات فنی عمومی آموخته اند. در درس محاسبات عمومی با محاسبه سطح کل و حجم کل اشکال هندسی آشنا شده و با مفهوم تغذیه در درس اصول متالورژیکی سال سوم آشنا شده‌اند.

واژه‌ها و اصطلاحات اصلی درس

تغذیه‌گذاری: عملی است به منظور جبران کاهش حجمی فلز درون قالب انجام می‌گیرد و هدف آن تولید قطعات ریختگی سالم و عاری از عیوب انقباضی است.

مدول: نسبت حجم کل به سطح کل قطعه یا تغذیه را مدول می‌گویند.

روش مدول: این روش که به روش چورنیف نیز معروف است زمان انجماد یک قطعه ریختگی را محاسبه کرده و با استفاده از نسبت انجماد تغذیه به قطعه ابعاد آن را محاسبه می‌کند.

روش کاین: در این روش محاسبه ابعاد تغذیه از روی منحنی های آماده یا از روی یک سری روابط آماده تعیین می‌گردد.

جدول زمان‌بندی پیشنهادی درس محاسبات فنی تخصصی رشته متالورژی فصل ششم

شماره هفته	فصل	عنوان	صفحات	محل انجام فعالیت
بیست و چهارم	ششم	محاسبه زمان انجماد براساس روش مدول (روش چورنیف) و محاسبه ابعاد تغذیه با کمک شکل تغذیه و مقایسه زمان انجماد دو مکعب	۱۲۷ ـ ۱۲۰	کلاس
بیست و پنجم	ششم	محاسبه حجم تغذیه با روش انقباض و راندمان تغذیه و محاسبه حجم تغذیه با روش کاین	۱۳۳ـ ۱۲۸	کلاس
بیست و ششم	ششم	رفع اشکال، تعاریف مهم فصل، مسائل فصل و حل تمرین‌های باقیمانده آخر فصل و امتحان دوره‌ای از فصل ششم		کلاس

هدف کلی این فصل:تغذیه‌گذاری در قطعه‌های ریختگی

هفته بیست و چهارم: محاسبه زمان انجماد براساس روش مدول (روش چورنیف) و محاسبه ابعاد تغذیه با کمک شکل تغذیه و مقایسه زمان انجماد دو مکعب

این جلسه به قسمت‌های زیر تقسیم‌بندی می شود (صفحات ۱۲۷ـ۱۲۰)

۱ـ مقدمه تغذیه‌گذاری در قطعه‌های ریختگی

۲ـ به‌دست آوردن زمان انجماد قطعه و تغذیه با روش مدول انجماد (روش چورنیف)

۳ـ حل تمرین

۴ـ محاسبه ابعاد تغذیه باکمک شکل تغذیه

۵ـ مقایسه زمان انجماد دو مکعب

۶ـ جمع‌بندی و تکلیف منزل

قسمت اول درس: مقدمه تغذیه‌گذاری در قطعات ریختگی

توجه معلم

قبل از توضیح در مورد تغذیه‌گذاری ذکر این نکته ضروری است که کلیه اطلاعاتی که در این فصل آورده شده در راستا یا مکمل اطلاعات موجود در فصل چهارم کتاب اصول متالورژی ریخته‌گری سال سوم هنرستان می‌باشد لذا همکاران محترم جهت تکمیل اطلاعات، هنرجویان را به فصل چهارم کتاب اصول ارجاء داده و مطالب اضافی را جهت تفهیم بیشتر عنوان کنند.

بیشتر فلزات و آلیاژها در هنگام انجماد منقبض می‌شوند و کاهش حجم می‌یابند. تغییرات حجمی ناشی از انجماد برای فلزات و آلیاژهای مختلف حدود ۲ تا ۶/۵ درصد است. در نتیجه این انقباض شکل قطعه ریختگی دگرگون شده و دارای عیوب ناشی از کشیدگی و کاهش حجم می‌گردد. همان‌طور که درس اصول متالورژی فصل چهارم ذکر گردید تغذیه‌گذاری عملی است به منظور جبران کاهش حجمی فلز درون قالب و هدف آن تولید قطعات ریختگی سالم و عاری از عیوب انقباضی است.

از نظر شرایط تولیدی و پدیده‌های اقتصادی و کنترل‌های کیفی، حجم، اندازه، تعداد و محل قرارگیری تغذیه نسبت به قطعه از مهمترین مطالب علمی و عملی می‌باشد که در این فصل مورد استناد و محاسبه قرار می‌گیرند.

قسمت دوم درس

در سال ۱۹۴۰ نیکلاس چورنیف (کاوارینف) (Nicolas Chvorinov) ریاضی‌دان روسی اولین کسی بود که نسبت $\frac{\text{حجم}}{\text{سطح}}$ را در محاسبه زمان انجماد ارائه نمود این نسبت مدول نامیده شد.

$$t = k(\frac{V}{A})^n$$

t = زمان انجماد برحسب دقیقه

k = ضریب قالب که بستگی به جنس مذاب، دانسیته مذاب، ظرفیت گرمایی مذاب، گرمای نهان ذوب فلز، فوق ذوب فلز مذاب، دمای اولیه قالب، ضریب هدایت حرارتی قالب، دانسیته قالب و ضخامت دیواره قالب دارد.

n = ضریب ثابتی است که بین ۲ـ ۱/۵ متغیر است که معمولاً آن را ۲ درنظر می‌گیرند.

V = حجم قطعه یا تغذیه برحسب cm^3

A = سطح تماس ماسه با قالب یا تغذیه برحسب cm^3

مقدار k از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$k = (\frac{\rho_m L}{T_m - T_\circ})^2 (\frac{\pi}{4k\rho c})(1 + (\frac{c_m \Delta T_s}{L})^2)$$

ρ_m = چگالی فلز

L = گرمای نهان ذوب فلز

T_m= نقطه ذوب یا انجماد

$T_\circ$ = دمای اولیه قالب

K = ضریب هدایت حرارتی قالب

ρ_c = چگالی قالب

C_m = گرمای ویژه فلز

ΔT_S = فوق ذوب $(T_{pour} - T_{melt})$

یک راه محاسبه حداقل اندازه تغذیه رابطه چورنیف است اما باید زمان انجماد تغذیه طولانی‌تر از زمان انجماد قطعه باشد. در بیشتر محاسبات معمولاً زمان انجماد تغذیه را ۲۵٪ طولانی‌تر از زمان انجماد قطعه درنظر می‌گیرند.

$$T_{riser} = 1/25 t_{casting} \Rightarrow (\frac{V}{A})^n_{riser} = 1/25 (\frac{V}{A})^n_{casting}$$

با توجه به وظیفه تغذیه، محاسبه حجم و اندازه تغذیه باید براساس دو فرض اصلی انجام گیرد اول: تغذیه باید بتواند قطعات سالم و بدون عیب ایجاد کند دوم: حداقل مقدار ممکن (و در نتیجه حداکثر بازدهی قطعات ریختگی) را داشته باشد. براین اساس، برای محاسبه حجم و اندازه تغذیه، روش‌های مختلفی وجود دارد که برخی

از آنها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

روش مدول: این روش که قدیمی ترین طریقه محاسبه تغذیه می‌باشد، براساس رابطه چورنیف استوار است. در این رابطه زمان انجماد در یک قطعه ریختگی قابل محاسبه می‌باشد رابطه چورنیف چنین است.

$$t = k(\frac{V}{A})^{۲}$$

t = زمان انجماد (min)

k = ضریب ثابتی که به مشخصات فلز و قالب بستگی دارد.

V = حجم کل ($cm^{۳}$)

A = سطح کل (سطحی که با ماسه قالب‌گیری در تماس است، سطح تماس تغذیه با قطعه ریختگی منظور نمی‌شود.)

در تغذیه‌گذاری قطعات با وجود آنکه آغاز انجماد در تغذیه و قالب تقریباً یکسان است ولی هنگامی تغذیه مفید بوده و درست عمل می‌نماید که زمان انجماد کامل آن از زمان انجماد قطعه طولانی‌تر باشد تا انجماد از قطعه به طرف تغذیه جهت داشته باشد.

$tc = k(\frac{Vc}{Ac})^{۲}$ زمان انجماد قطعه

$tr = k(\frac{Vr}{Ar})^{۲}$ زمان انجماد تغذیه

$\boxed{tr > tc}$

مدول قطعه ـ مدول تغذیه: نسبت حجم به سطح ریختگی اعم از قطعه یا تغذیه که در رابطه فوق با $\frac{V}{A}$ نشان داده شده را مدول قطعه یا مدول تغذیه گویند و با علامت M نمایش می‌دهند.

$$\frac{tr}{tc} = (\frac{Mr}{Mc})^{۲}$$

دانستنی‌های معلم

$$\frac{tr}{tc} = \frac{kr(\frac{Vr}{Ar})^{۲}}{kc(\frac{Vc}{Ac})^{۲}} \Rightarrow \frac{tr}{tc} = \frac{kr(Mr)^{۲}}{kc(Mc)^{۲}}$$

از آن‌جایی که جنس مذاب، قطعه و تغذیه یکسان است بنابراین $Kr = Kc$

$$\frac{tr}{tc} = \frac{Mr^{۲}}{Mc^{۲}} \Rightarrow \frac{tr}{tc} = (\frac{Mr}{Mc})^{۲}$$

با افزایش مدول حرارتی، زمان انجماد نیز افزایش می‌یابد لذا برای عملکرد درست یک تغذیه

مدول حرارتی آن باید از مدول حرارتی قطعه بزرگتر باشد.

در محاسبات عملی، با احتساب نسبت زمان انجماد در تغذیه به قطعه (قالب) و یا احتساب مدول آنها به راحتی حجم تغذیه را محاسبه می‌کنند. در محاسبات مقدماتی معمولاً نسبت به tr به tc را حدود ۱/۵ درنظر می‌گیرند تا تأخیر در انجماد تغذیه، نسبت به قطعه مشخص باشد. برای فولادها و آلیاژهای با انجماد پوسته‌ای، معمولاً اگر Mr = ۱/۲Mc باشد مذاب‌رسانی با موفقیت انجام می‌شود. برای دیگر آلیاژها معمولاً این نسبت بین ۱/۲ تا ۱/۵ متغیر می‌باشد.

قسمت سوم درس

مثال: چنانچه برای قطعه‌ای به حجم ۵۰۰cm^۳ و به ابعاد ۵×۱۰×۱۰ سانتی‌متر تغذیه‌ای استوانه‌ای با نسبت H = ۱/۵D منظور شود و نسبت زمان انجماد تغذیه به قالب $\frac{tr}{tc}=۱/۴۴$ باشد مطلوبست.

الف) محاسبه نسبت مدول تغذیه به قطعه

ب) محاسبه مدول تغذیه و قطعه

ج) محاسبه ابعاد تغذیه و نسبت حجم آن به قطعه

حل: در حالت اول:

از محاسبه سطح محل اتصال تغذیه به قالب که در هردو مشترک است به‌منظور سهولت عمل صرفنظر می‌گردد.

الف) $(\frac{Mr}{Mc})^۲=۱/۴۴$ یعنی $\frac{tr}{tc}=(\frac{Mr}{Mc})^۲$ یعنی $\frac{tr}{tc}=۱/۴۴$

$$\sqrt{(\frac{Mr}{Mc})^۲}=\sqrt{۱/۴۴}\Rightarrow\frac{Mr}{Mc}=۱/۲\Rightarrow Mr=۱/۲Mc$$

ب)
$$Mc=\frac{Vc}{Ac}\Rightarrow\frac{۵\times۱۰\times۱۰}{۲(۱۰\times۵)+۲(۱۰\times۵)+۲(۱۰\times۱۰)}\Rightarrow Mc=\frac{۵۰۰}{۴۰۰}\Rightarrow Mc=۱/۲۵cm$$

$$Mr=۱/۲Mc\Rightarrow Mr=۱/۲\times۱/۲۵\Rightarrow Mr=۱/۵cm$$

ج) بنابراین $\frac{H}{D}=۱/۵\Rightarrow H=۱/۵D$ از آنجایی که $Mr=\frac{vr}{Ar}\Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^۲}{۴}\times H}{۲\pi\frac{D^۲}{۴}+\pi DH}\Rightarrow$ مخرج مشترک از مخرج کسر

$$Mr=\frac{\pi\frac{D^۲}{۴}\times۱/۵D}{۲\pi\frac{D^۲}{۴}+\pi D\times۱/۵D}\Rightarrow Mr=\frac{۱/۵\pi\frac{D^۲}{۴}}{۲\pi\frac{D^۲}{۴}+۱/۵\pi D^۲}\Rightarrow$$

از قسمت ب داشتیم $Mr = \frac{\frac{۱/۵\pi D^۳}{۴}}{\frac{۲\pi D^۲}{۴} + \frac{۴\times ۱/۵\pi D^۲}{۴}} \Rightarrow Mr = \frac{\frac{۱/۵\pi D^۳}{۴}}{\frac{۸\pi D^۲}{۴}} \Rightarrow Mr = \frac{۱/۵D}{۸} \Rightarrow Mr = ۱/۵cm$

قطر تغذیه $۱/۵ = \frac{۱/۵D}{۸} \Rightarrow D = \frac{۸\times ۱/۵}{۱/۵} \Rightarrow D = ۸cm$

ارتفاع تغذیه $H = ۱/۵D \Rightarrow H = ۱/۵\times ۸ \Rightarrow H = ۱۲cm$

حجم تغذیه $Vr = \frac{\pi D^۲}{۴} \times H \Rightarrow Vr = \frac{۳/۱۴\times ۸^۲}{۴} \times ۱۲ \Rightarrow Vr = ۶۰۲/۹cm^۳$

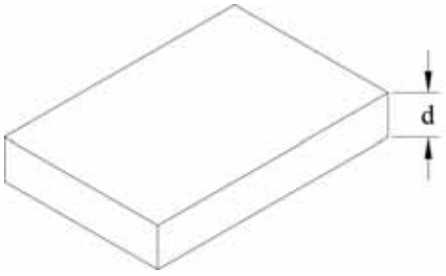
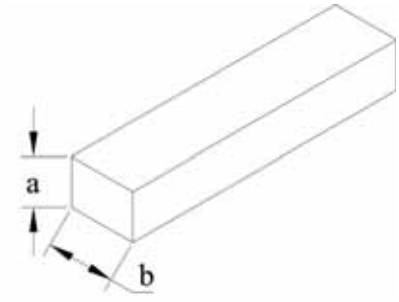
نسبت حجم تغذیه به حجم قطعه $\frac{Vr}{Vc} = \frac{۶۰۲/۹}{۵۰۰} \approx ۱/۲$

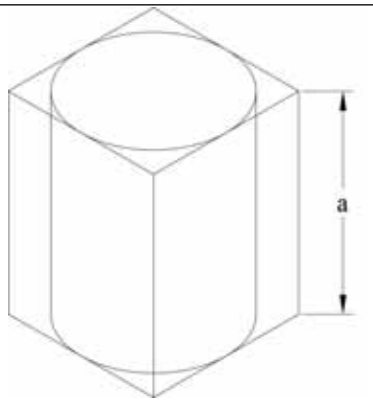
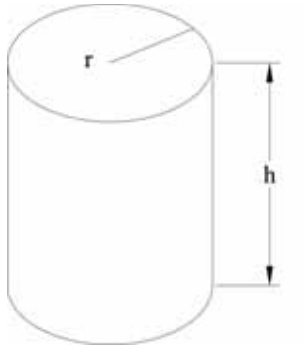
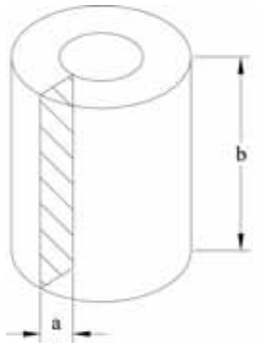
قسمت چهارم درس: محاسبه ابعاد تغذیه با کمک شکل تغذیه

دانستنی‌های معلم

به منظور سرعت بخشیدن به عملیات محاسباتی در مورد برخی شکل‌ها می‌توان بدون محاسبه واقعی، سطح و حجم مقدار مدول را محاسبه نمود.

جدول ۱ـ۲۴ـ روابط مدول ساده‌ترین اشکال هندسی

Mc = d/۲	❋ صفحه با ابعاد نامحدود	
Mc = ab/۲(a+b)	❋ میله با طول نامحدود	

$Mc = a/۶$	مکعبی با ابعاد a استوانه محاط در مکعبی با ابعاد a کره محاط در مکعبی با ابعاد a	
$Mc = rh/۲(r+h)$	—	
$Mc = ab/۲(a+b)$	—	

❋ منظور از صفحه با ابعاد نامحدود و میله با طول نامحدود قطعاتی هستند که از طرف سطوح نامحدود آنها انتقال حرارت صورت نمی‌گیرد و لذا این سطوح در محاسبه مدول آنها دخالت نمی‌کنند.

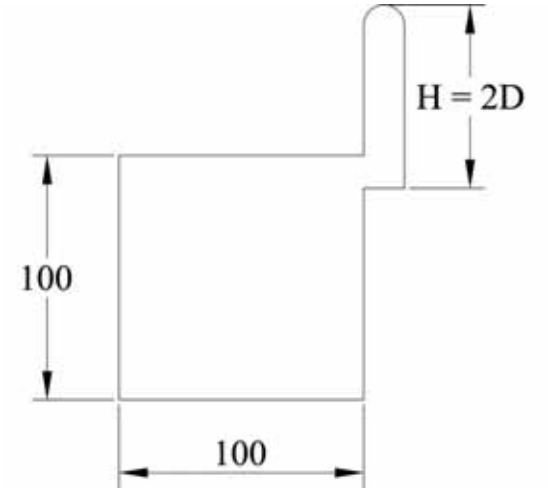
برای ساده و سریعتر شدن روش مدول برخی از شکل‌های مهم و متداول منابع تغذیه مورد محاسبه قرار گرفته و مدول تغذیه برحسب ابعاد مختلف آنها داده شده است. جدول صفحه ۱۲۵ کتاب محاسبات فنی تخصصی

مثال: مطلوبست محاسبه ابعاد و حجم تغذیه لازم برای قطعه فولادی مکعبی با ابعاد ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی‌متر برای دو حالت

الف) استفاده از تغذیه استوانه‌ای $H=۱/۵D$

ب) استفاده از تغذیه مطابق شکل صفحه بعد که در آن $H = ۲D$ باشد.

فرض شود $Mr = ۱/۲Mc$ باشد (از روی شکل‌های مختلف تغذیه محاسبه انجام شود)



شکل ۱-۲۴

با یک نگاه به جدول صفحه ۱۲۵ کتاب محاسبات دیده می‌شود که در اکثر روابط باید مقدار Mr موجود باشد بنابراین باید ابتدا Mr را محاسبه نمود برای به‌دست آوردن Mr ابتدا باید Mc را محاسبه نمود.

$$Mc = \frac{Vc}{Ac} \Rightarrow Mc = \frac{a^3}{6a^2} \Rightarrow Mc = \frac{10^3}{6\times10^2} \Rightarrow Mc = \frac{1000}{600} \Rightarrow Mc = 1/67cm$$

$Mr = 1/2Mc \Rightarrow Mr = 1/2 \times 1/67 \quad Mr = 2/004 \approx 2$

الف)

در تغذیه‌های استوانه‌ای $H= 1/5D$ طبق جدول ردیف اول سمت راست صفحه ۱۲۵ کتاب محاسبات داریم

برای حجم تغذیه $Vr = 1/18Dr^3$ یا $Vr = 179Mr^3$

چون D را نداریم و Mr را داریم پس

حجم تغذیه $Vr = 179 \times 2^3 \Rightarrow Vr = 1432cm^3$

قطر تغذیه $Dr = 5/35Mr \Rightarrow Dr = 5/35 \times 2 \Rightarrow Dr = 10/7cm$

ارتفاع تغذیه $Hr = 8/02Mr \Rightarrow Hr = 8/02 \times 2 \Rightarrow Hr = 16/04cm$

ب) ردیف آخر سمت راست

حجم تغذیه $Vr = 143Mr^3 \Rightarrow Vr = 143 \times 2^3 \Rightarrow Vr = 11/44cm^3$

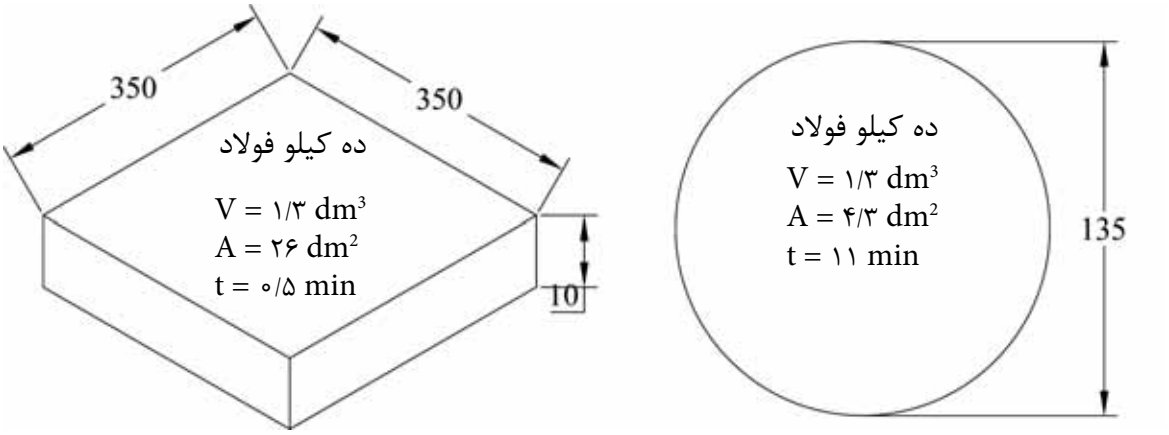
قطر تغذیه $Dr = 4/76Mr \Rightarrow Dr = 4/76 \times 2 \Rightarrow Hr = 9/52cm$

ارتفاع تغذیه $Hr = 9/52Mr \Rightarrow Hr = 9/52 \times 2 \Rightarrow Hr = 19/04cm$

مقایسه زمان انجماد

دانستنی‌های معلم

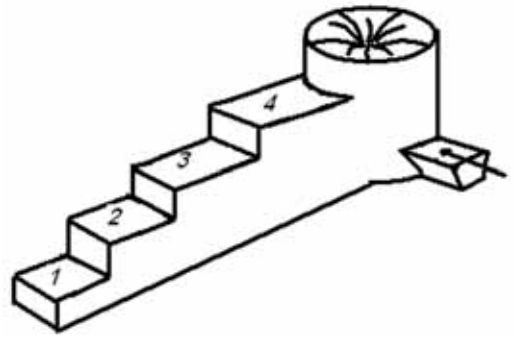
اگر ده کیلوگرم مذاب، نخست به‌صورت کره‌ای و سپس به شکل صفحه نازکی ریخته شود، صفحه سریعتر از کره منجمد خواهد شد، علت کوتاه‌تر بودن زمان انجماد صفحه به‌خاطر این است که گرمای موجود در ۱۰ کیلومذاب از سطح بزرگتری در آن خارج می‌شود. یعنی هر چه سطح دفع گرما در یک حجم مشخص بزرگتر باشد انجماد سریعتر صورت می‌گیرد.



مقایسه رفتار انجماد یک کره فولادی با صفحه‌ای فولادی با همان وزن

شکل۲-۲۴

حال یک قطعه پله‌ای را درنظر بگیرید نخست نازک‌ترین قسمت پله منجمد می‌شود زیرا مدول آن کمتر از پله بعدی است، پله ضخیم‌تر (یعنی دومین پله) مانند تغذیه‌ای برای پله نازکتر عمل کرده و به آن مذاب‌رسانی می‌کند. پله دوم نیز به نوبه خود توسط پله سوم تغذیه می‌شود و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. مقدار مذاب لازم برای پله آخر از تغذیه تأمین می‌شود. در نتیجه مذاب موردنیاز برای جبران حفره‌های انقباضی در کل قطعه پله‌ای شکل از طریق پله‌های منفرد به توسط تغذیه تأمین می‌گردد.



شکل۳-۲۴

نکته مهمی که باید در هنگام استفاده از روش مدول بدان توجه نمود این است که در مورد قطعات نازک تغذیه پیشنهادی براساس رابطه چورنیف بسیار کوچک است و در عمل نمی‌توان قطعه را به‌خوبی مذاب‌رسانی نمود این موضوع از این حقیقت سرچشمه می‌گیرد که در رابطه چورنیف مقدار انقباض حاصل از انجماد قطعه که به حجم قطعه مربوط است در محاسبات دخالت داده نشده است.

برای این که مشخص شود دو قطعه مکعبی با ابعاد متفاوت، با توجه به رابطه چورنیف نیاز به تعدادهای متفاوت دارند مثالی در این رابطه زده می‌شود.

محاسبات نشان می‌دهند که حجم تغذیه مناسب است اما در عمل این اتفاق نمی‌افتد.

قسمت پنجم درس: محاسبه زمان انجماد دو مکعب

مثال: مطلوبست محاسبه زمان انجماد و تغذیه لازم برای دو قطعه فولادی با مشخصات زیر

الف) مکعب مربعی به ابعاد ۱۰×۱۰×۱۰

ب) مکعب مستطیلی به ابعاد ۵ ×۲۰×۲۰

ضریب ثابت برای فولاد $k = ۲/۱ \min/cm^۲$ و $H = D$

زمان انجماد قطعه $tc = k(\frac{Vc}{Ac})^۲$

زمان انجماد مکعب مربع $t = k(\frac{a^۳}{۶a^۲})^۲ \Rightarrow t = ۲/۱(\frac{۱۰^۳}{۶\times۱۰^۲})^۲ \Rightarrow t = ۵/۸ \min$

زمان انجماد مکعب مستطیل

$$t = k(\frac{a\times b\times c}{۲ab+۲ac+۲bc})^۲ \Rightarrow t = ۲/۱(\frac{۲۰\times۲۰\times۵}{۲(۲۰\times۲۰)+۲(۲۰\times۵)+۲(۲۰\times۵)})^۲ \Rightarrow t = ۵/۸ \min$$

بنابر این زمان انجماد مکعب مربع و مستطیل برابر ۵/۸ دقیقه می‌باشد با توجه به این تغذیه استوانه $H = D$ برای آنها انتخاب شده بنابراین زمان انجماد تغذیه برابر با

$$tr = ۱/۴۴ tc \Rightarrow tr = ۱/۴۴\times۵/۸ \Rightarrow tr = ۸/۳۵ \min$$

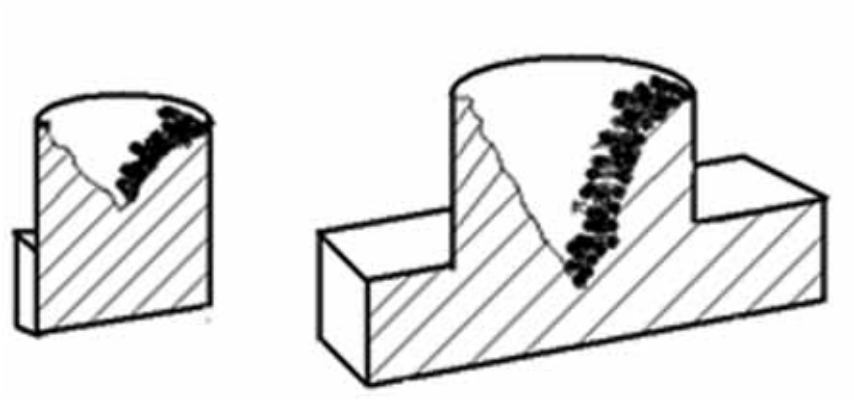
$$tr = k(Mr)^۲ \Rightarrow ۸/۳۵ = ۲/۱(Mr)^۲ \Rightarrow Mr = ۱/۹۹ \approx ۲cm$$

طبق جدول صفحه ۱۲۵ کتاب محاسبات داریم

$$Vr = ۱۶۹Mr^۳ \Rightarrow Vr = ۱۶۹(۲)^۳ \Rightarrow Vr = ۱۳۵۲cm^۳$$

$$D = ۶Mr \Rightarrow D = ۶\times۲ \Rightarrow D = ۱۲cm$$

در عمل هنگامی که از تغذیه فوق برای دو مکعب استفاده می‌شود انتظار می‌رود که برای هردو قطعه تغذیه مناسبی باشد ولی با توجه به شکل صفحه بعد تغذیه انتخاب شده برای مکعب مستطیل مناسب نیست و حفره انقباضی به داخل قطعه امتداد می‌یابد.



شکل۴-۲۴

دانستنی‌های معلم

برای تفهیم هنرجویان، که چرا یک تغذیه برای مکعب مستطیل مناسب نیست و کم است همکاران محترم باید اصطلاحاتی از جمله برد قالب ـ برد تغذیه ـ مبرد ـ مواد عایق ـ مواد گرمازا را برای هنرجویان توضیح دهند.

جهت اطلاعات تکمیل‌تر همکاران می‌توانند به کتاب اصول متالورژی سال سوم هنرستان سال ۱۳۸۸ به بعد مراجعه کنند.

فاصله مذاب‌رسانی

بنابه تعریف به حداکثر فاصله‌ای که تغذیه می‌تواند عمل مذاب‌رسانی به قطعه را به‌خوبی انجام دهد فاصله مذاب رسانی گویند. با توجه به تعریف فوق می‌توان با کمک فاصله مذاب‌رسانی، تغذیه‌های لازم را برای یک قطعه مشخص نمود که برای این منظور لازم است عوامل مؤثر در فاصله مذاب‌رسانی را مورد بررسی قرار داد این عوامل عبارتند از:

الف) تأثیر تغذیه که از آن به عنوان برد تغذیه یاد می‌شود.

ب) تأثیر قالب که تحت عنوان برد قالب نام برده می‌شود.

فاصله مذاب‌رسانی در حقیقت مجموع دو عامل فوق می‌باشد.

الف) برد تغذیه: فاصله‌ای که تغذیه با توجه به شکل و نوع آلیاژ می‌تواند عمل مذاب‌رسانی را انجام دهد. استفاده از مواد عایق و گرمازا در منبع تغذیه به منظور طولانی‌تر نمودن زمان انجماد تغذیه می‌تواند در افزایش برد تغذیه مؤثر باشد.

ب) برد قالب: حداکثر فاصله‌ای که قالب می‌تواند در جهت‌دار کردن انجماد تأثیر گذارده، فاصله مذاب‌رسانی را افزایش دهد. با افزایش قابلیت سردکنندگی قالب برد قالب به‌طور محسوسی

افزایش می‌یابد. بنابراین استفاده از مبرد در افزایش برد قالب و نهایتاً فاصله مذاب‌رسانی بسیار مؤثر است.

شکل و ضخامت دیواره قالب، اثر در برد قالب دارد شکل‌های پیچیده و با سطح مقطع غیریکنواخت نیاز به تعداد تغذیه‌های بیشتری دارند.

قسمت ششم درس: جمع‌بندی و تعیین تکلیف

در این جلسه مطالب زیر ارایه شد.

۱ـ زمان انجماد در یک قطعه ریختگی از رابطه چورنیف قابل محاسبه می‌باشد. $t = k(\frac{V}{A})^{۲}$

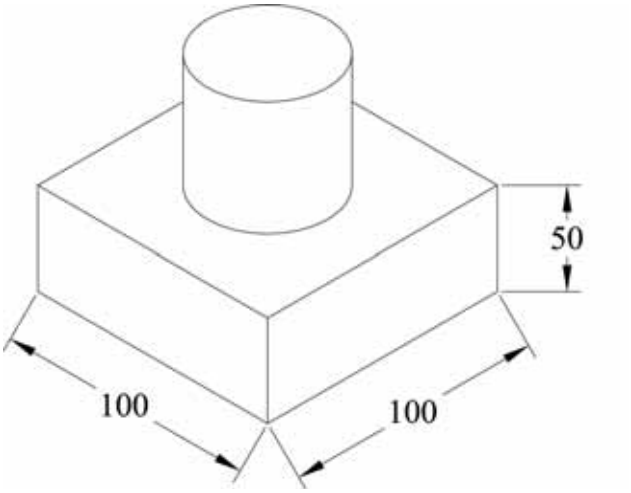
۲ـ نسبت حجم به سطح را مدول انجماد گفته و با M نشان می‌دهند. $M = \frac{V}{A}$

۳ـ نسبت $\frac{M_r}{M_c}$ بین ۱/۲ تا ۱/۵ می‌باشد.

۴ـ همچنین برای ساده و سریعتر شدن روش مدول برخی از شکل‌های مهم و متداول منابع تغذیه مورد محاسبه قرار گرفته و مدول تغذیه برحسب ابعاد مختلف آنها داده شده است.

تعیین تکلیف منزل

۱ـ با توجه به شکل زیر و مشخصات داده شده قطر و ارتفاع و حجم تغذیه را محاسبه کنید در صورتی که مدول قطعه Mc = ۱/۲۵cm و مدول تغذیه Mr = ۱/۵cm و H = ۱/۵D



شکل۵-۲۴

از محاسبه محل اتصال تغذیه به قطعه در سطح کل کسر گردد.

تمرین شماره ۱ و ۳ آخر فصل را برای جلسه آینده حل نمایید.

هفته بیست و پنجم: محاسبه حجم تغذیه با روش انقباض و راندمان تغذیه محاسبه حجم تغذیه با روش کاین

این جلسه به قسمت‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شود (صفحات ۱۳۳ ـ ۱۲۸)

۱ـ امتحان کلاسی و حل آن

۲ـ حل تکلیف منزل

۳ـ محاسبه تغذیه به روش انقباض و راندمان تغذیه

۴ـ محاسبه تغذیه به روش کاین

۵ـ جمع‌بندی و تعیین تکلیف منزل

قسمت اول درس

در ابتدای جلسه پس از استقرار هنرجویان، در برگه‌های A۵ تهیه شده آزمون کلاسی از مبحث قبلی گرفته می‌شود.

نام و نام خانوادگی ..... زمان ۱۰ دقیقه
زمان انجماد و مدول تغذیه را برای قطعه‌ای مکعبی به ابعاد ۵ × ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر محاسبه نمایید. در صورتی که $\frac{tr}{tc}=۱/۴۴$ و $k=۲/۱$ و $H=D$

در حین امتحان حضور و غیاب نیز انجام می‌شود. پس از ۱۰ دقیقه برگه‌ها با نفرات جلویی جابه‌جا می‌شود و حل آن روی تخته نوشته می‌شود.

حل سؤال امتحان کلاسی

$$tc=k(\frac{Vc}{Ac})^۲$$

زمان انجماد مکعب $tc=k(\frac{a\times b\times c}{۲ab+۲ac+۲bc})^۲ \Rightarrow tc=۲/۱(\frac{۲۰\times ۲۰\times ۵}{۲(۲۰\times ۲۰)+۲(۲۰\times ۵)+۲(۲۰\times ۵)})^۲ \Rightarrow tc=۵/۸\min$

$$tr=۱/۴۴tc \Rightarrow tr=۱/۴۴\times ۵/۸ \Rightarrow tr=۸/۳۵\min$$

$$tr=k(Mr)^۲ \Rightarrow ۸/۳۵=۲/۱(Mr)^۲ \Rightarrow Mr=۱/۹۹\approx ۲cm$$

قسمت دوم درس: حل تکلیف منزل

بنابراین $\frac{H}{D}=۱/۵ \Rightarrow H=۱/۵D$ از آنجایی که $Mr=\frac{vr}{Ar} \Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^۲}{۴}\times H}{۲\pi\frac{D^۲}{۴}+\pi DH} \Rightarrow$

مخرج مشترک از مخرج کسر $Mr=\frac{\pi\frac{D^۲}{۴}\times ۱/۵D}{\pi\frac{D^۲}{۴}+\pi D\times ۱/۵D} \Rightarrow Mr=\frac{۱/۵\pi\frac{D^۲}{۴}}{\pi\frac{D^۲}{۴}+۱/۵\pi D^۲} \Rightarrow$

$$Mr=\frac{\frac{۱/۵\pi D^{۳}}{۴}}{\frac{۲\pi D^{۲}}{۴}+\frac{۴\times ۱/۵\pi D^{۲}}{۴}}\Rightarrow Mr=\frac{\frac{۱/۵\pi D^{۳}}{۴}}{\frac{۷\pi D^{۲}}{۴}}\Rightarrow Mr=\frac{۱/۵D}{۷}\Rightarrow Mr=۱/۵cm$$

$$۱/۵=\frac{۱/۵D}{۷}\Rightarrow D=\frac{۷\times ۱/۵}{۱/۵}\Rightarrow D=۷cm$$ قطر تغذیه

$$H=۱/۵D\Rightarrow H=۱/۵\times ۷\Rightarrow H=۱۰/۵cm$$ ارتفاع تغذیه

$$Vr=\frac{\pi D^{۲}}{۴}\times H\Rightarrow Vr=\frac{۳/۱۴\times ۷^{۲}}{۴}\times ۱۰/۵\Rightarrow Vr=۴۰۳/۸۸cm^{۳}$$ حجم تغذیه

حل تمرین ۱

الف) $\frac{tr}{tc}=۱/۴۴$ یعنی $\Rightarrow \frac{tr}{tc}=(\frac{Mr}{Mc})^{۲}$ یعنی $(\frac{Mr}{Mc})^{۲}=۱/۴۴$

$$\sqrt{(\frac{Mr}{Mc})^{۲}}=\sqrt{۱/۴۴}\Rightarrow \frac{Mr}{Mc}=۱/۲\Rightarrow Mr=۱/۲Mc$$

ب) $$Mc=\frac{Vc}{Ac}\Rightarrow \frac{۱۲\times ۱۸\times ۳۲}{۲(۱۲\times ۱۸)+۲(۱۲\times ۳۲)+۲(۱۸\times ۳۲)}\Rightarrow Mc=\frac{۶۹۱۲}{۲۳۵۲}\Rightarrow Mc=۲/۹cm$$

$$Mr=۱/۲Mc\Rightarrow Mr=۱/۲\times ۲/۹\Rightarrow Mr=۳/۴۸cm$$

ج) $$Mr=\frac{vr}{Ar}\Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^{۲}}{۴}\times H}{۲\pi\frac{D^{۲}}{۴}+\pi DH}\Rightarrow$$ از آنجایی که $\frac{H}{D}=۱\Rightarrow H=D$ بنابراین

$$Mr=\frac{\pi\frac{D^{۲}}{۴}\times D}{۲\pi\frac{D^{۲}}{۴}+\pi D\times D}\Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^{۲}}{۴}}{۲\pi\frac{D^{۲}}{۴}+\pi D^{۲}}$$ مخرج مشترک از مخرج کسر

$$Mr=\frac{\frac{\pi D^{۳}}{۴}}{\frac{۲\pi D^{۲}}{۴}+\frac{۴\times \pi D^{۲}}{۴}}\Rightarrow Mr=\frac{\frac{\pi D^{۳}}{۴}}{\frac{۶\pi D^{۲}}{۴}}\Rightarrow Mr=\frac{D}{۶}\Rightarrow ۳/۴۸=\frac{D}{۶}\Rightarrow D=۲۰/۸۸cm$$ قطر تغذیه

$$H=D\Rightarrow H=۲۰/۸۸cm$$ ارتفاع تغذیه

حالت $H=۱/۵D$

$$Mr=\frac{vr}{Ar}\Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^{۲}}{۴}\times H}{۲\pi\frac{D^{۲}}{۴}+\pi DH}\Rightarrow$$ از آن‌جایی که $\frac{H}{D}=۱/۵\Rightarrow H=۱/۵D$ بنابراین

$$Mr=\frac{\pi\frac{D^2}{4}\times 1/5D}{2\pi\frac{D^2}{4}+\pi D\times 1/5D}\Rightarrow Mr=\frac{1/5\pi\frac{D^2}{4}}{2\pi\frac{D^2}{4}+1/5\pi D^2}\Rightarrow$$ مخرج مشترک از مخرج کسر

$$Mr=\frac{\frac{1/5\pi D^3}{4}}{\frac{2\pi D^2}{4}+\frac{4\times 1/5\pi D^2}{4}}\Rightarrow Mr=\frac{\frac{1/5\pi D^3}{4}}{\frac{8\pi D^2}{4}}\Rightarrow Mr=\frac{1/5D}{8}\Rightarrow Mr=3/48$$

$3/48=\frac{1/5D}{8}\Rightarrow D=18/56cm$ قطر تغذیه

$H=1/5D\Rightarrow H=1/5\times 18/56 \quad H=27/84cm$ ارتفاع تغذیه

د)حجم تغذیه $Vr_{H=D}=\frac{\pi D^2}{4}\times H\Rightarrow Vr_{H=D}=\frac{3/14\times(20/88)^2}{4}\times 20/88\Rightarrow Vr_{H=D}=7145/97cm^3$

حجم تغذیه $Vr_{H=1/5D}=\frac{\pi D^2}{4}\times H\Rightarrow Vr_{H=1/5D}=\frac{3/14\times(18/56)^2}{4}\times 27/84\Rightarrow Vr_{H=1/5D}=7528/26cm^3$

حل تمرین ۳

الف)

$$Mc=\frac{Vc}{Ac}\Rightarrow Mc=(\frac{a\times b\times c}{2ab+2ac+2bc})\Rightarrow Mc=\frac{25\times 25\times 157}{2(25\times 25)+2(157\times 25)+2(157\times 25)}\Rightarrow Mc=5/79min$$

$$Mr=1/2Mc\Rightarrow Mr=1/2\times 5/79\Rightarrow Mr=6/95cm$$

$$Mr=\frac{vr}{Ar}\Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^2}{4}\times H}{2\pi\frac{D^2}{4}+\pi DH}\Rightarrow$$ بنابراین $\frac{H}{D}=1\Rightarrow H=D$ از آن‌جایی که

$$Mr=\frac{\pi\frac{D^2}{4}\times D}{2\pi\frac{D^2}{4}+\pi D\times D}\Rightarrow Mr=\frac{\pi\frac{D^2}{4}}{2\pi\frac{D^2}{4}+\pi D^2}$$

$$Mr=\frac{\frac{\pi D^3}{4}}{\frac{2\pi D^2}{4}+\frac{4\times\pi D^2}{4}}\Rightarrow Mr=\frac{\frac{\pi D^3}{4}}{\frac{6\pi D^2}{4}}\Rightarrow Mr=\frac{D}{6}\Rightarrow 6/95=\frac{D}{6}\Rightarrow D=41/7cm$$

$H=D\Rightarrow H=41/7cm$

$$Mc=\frac{Vc}{Ac}\Rightarrow Mc=\frac{\pi\frac{D^2}{4}\times H}{2\pi\frac{D^2}{4}+\pi DH}\Rightarrow Mc=\frac{(\frac{3/14\times 50^2}{4})\times 50}{\frac{2\times 3/14\times 50^2}{4}+3/14\times 50\times 50}\Rightarrow Mc=8/33cm$$ ب)

$$Mr = ۱/۲Mc \Rightarrow Mr = ۱/۲ \times ۸/۳۳ \qquad Mr = ۱۰cm$$

$$Mr = \frac{Vr}{Ar} \Rightarrow Mr = \frac{\pi \frac{D^۲}{۴} \times H}{۲\pi \frac{D^۲}{۴} + \pi DH} \Rightarrow \frac{H}{D} = ۱ \Rightarrow H = D$$

$$Mr = \frac{\pi \frac{D^۲}{۴} \times D}{۲\pi \frac{D^۲}{۴} + \pi D \times D} \Rightarrow Mr = \frac{\pi \frac{D^۳}{۴}}{۲\pi \frac{D^۲}{۴} + \pi D^۲} \Rightarrow Mr = \frac{\frac{\pi D^۳}{۴}}{\frac{۲\pi D^۲}{۴} + \frac{۴ \times \pi D^۲}{۴}} \Rightarrow Mr = \frac{\frac{\pi D^۳}{۴}}{\frac{۶\pi D^۲}{۴}} \Rightarrow Mr = \frac{D}{۶}$$

$$۱۰ = \frac{D}{۶} \Rightarrow D = ۶۰cm$$

$$H = D \Rightarrow H = ۶۰cm$$

روش انقباض و راندمان تغذیه

دانستنی‌های معلم

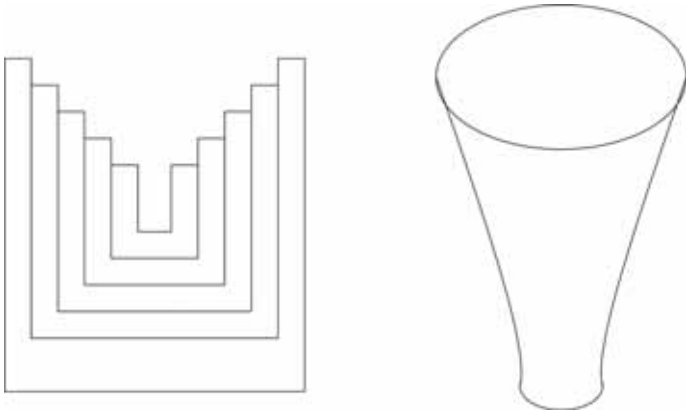
معمولاً برای تعیین ابعاد تغذیه‌ها دو روش وجود دارد

الف) روش تعیین ارتفاع و یا حجم حفره انقباضی در تغذیه

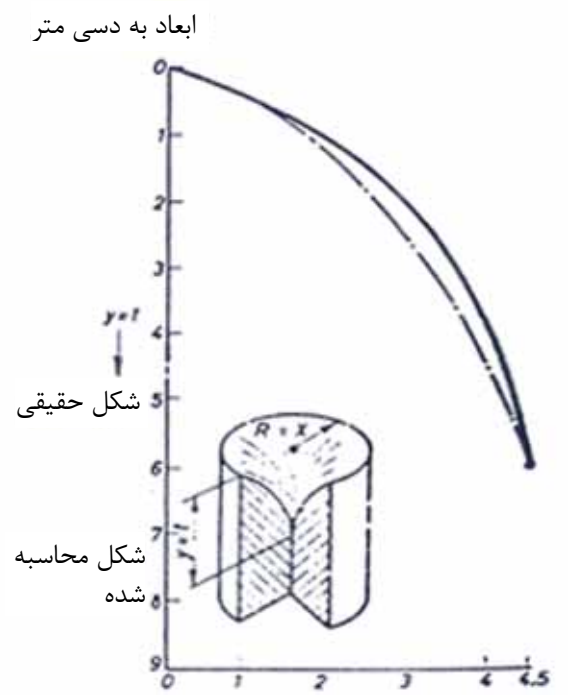
ب) روش تعیین زمان انجماد مذاب در قطعه و در تغذیه

در حالت ایده‌آل تغذیه‌های باز فوقانی دارای حفره انقباضی پیوسته‌ای به شکل مخروط هستند که سطح تولید شده به‌وسیله آنها به‌صورت یک منحنی است.

شکل این منحنی عملاً سهمی بوده و از نظر تئوری یک منحنی لگاریتمی به‌حساب می‌آید.



شکل ۱-۲۵



فولاد به ابعاد H=۹۰۰ و D=۹۰۰

فرمول ایده آل برای منحنی حفره انقباضی برای

$$Y=\frac{X^{۲}}{۲P} \qquad X=R=۴/۵ \quad Y=t=۶$$

$$۲e=\frac{R^{۲}}{t}=\frac{۲۰/۲}{۶}=۳/۳۷$$

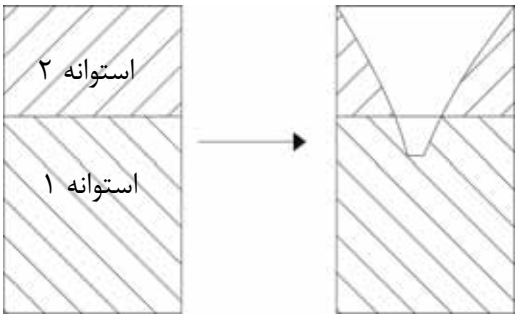
شکل۲-۲۵- شکل حقیقی ومحاسبه شده مخروط حفره انقباضی در تغذیه استوانه ای شکل

حفره فوق براثر مکیده شدن تغذیه توسط قطعه ریختگی تشکیل شده و نتیجه آن کاهش حجم تغذیه خواهد بود. به عبارت دیگر سطح دفع حرارت تغذیه با تشکیل این سطح مخروطی سهمی شکل افزایش می‌یابد.

اگر دو استوانه هم‌اندازه روی هم قرار بگیرند براثر کاهش حجم و افزایش سطح استوانه فوقانی در حین انجماد، مدول آن کاهش می‌یابد (مقدار کاهش مدول حدود ۱۷٪ مدول اولیه است) بنابراین مدول اولیه تغذیه باید حدوداً ۱/۲ برابر مدول قطعه ریختگی باشد تا هنگام کامل شدن انجماد هر دو مدول مساوی شوند.

مخروط انقباضی نباید به قطعه ریختگی برسد، اما برای احتیاط حداکثر عمق مجاز حفره انقباضی برابر d = ۰/۸H درنظر گرفته می‌شود (H ارتفاع تغذیه است) حجم مخروط انقباضی سهمی شکل با ارتفاع فوق معمولاً ۱۴٪ حجم اولیه تغذیه است با استفاده از این مطلب و انقباض جامد فلز مورد بحث می‌توان حداکثر حجم یا وزن قطعه‌ای را که از تغذیه‌ای تأمین می‌گردد محاسبه نمود. حجم فوق باید با فاصله مذاب‌رسانی (برد تغذیه) تغذیه مطابقت کرده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

کاهش حجم در حالت جامد به انقباض جامد مرسوم است. هرچه انقباض شدیدتر باشد، مذاب سریعتر از تغذیه کشیده و سریع به حد ۱۴٪ می‌رسد.



شکل۳-۲۵- تغییرات در استوانه‌های ریختگی با ابعاد مساوی

در لحظه اتمام ریختن، هردو استوانه به یک اندازه بوده و در نتیجه از نظر مدولی برابرند. در حین انجماد براثر انقباض مذاب از استوانه بالایی کشیده می‌شود. در نتیجه حجم آن کاهش یافته و سطح آن افزایش می‌یابد. بنابراین در حین انجماد مدول استوانه‌ای که به عنوان تغذیه عمل می‌کند کاهش یافته و چنین تغذیه‌ای زودتر از قطعه ریختگی منجمد می‌گردد.

محاسباتی که مشخصات حفره انقباضی بهترین شکل تغذیه را به‌دست می دهند:

به‌جای درنظر گرفتن منحنی لگاریتمی برای حفره انقباضی در عمل می‌توان آن را به‌صورت یک سهمی با معادله زیر درنظر گرفت.

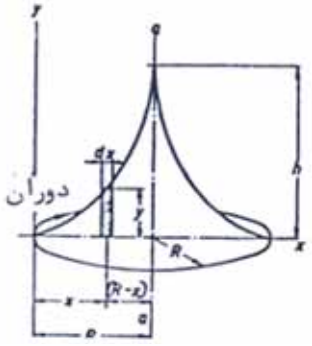
دانستنی‌های معلم

$$Y = \frac{X^2}{2P}$$

که P پارامتری است با دوران حول محور a-a یک مخروط سهمی شکل تولید می شود که عمق آن از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$d = \frac{R^2}{2P}$$

R شعاع تغذیه است.



ـ حفرهٔ انقباضی که به‌صورت ماهیچه سهمی شکلی توسط دوران حول محور a-a در نظر گرفته شده است.