二OO八招收硕士研究生入学考试试题

材料成形原理 810 （以下题目全作）

一、名词解释（共 30 分）

1、液态收缩（3 分）液态物质温度降低时体积收缩的现象。

2、缩松（3 分） 液态物质凝固后产生分散性的孔洞。宽凝固范围合金易产生缩松

3、溶质再分配（3 分）合金凝固时溶质在固液界面两侧（固相和液相中）重新分配的现象

4、电弧焊接的物理本质（3 分）用电弧加热时，母材熔融发生熔化 产生原子间连接 现象

5、焊接热循环及主要参数（2 分）θ_m，冷速 加热时间 高温停留时间

6、熔化焊的熔合比（2 分） 母材金属在焊缝中所占比例

7、评定金属材料焊接性的碳当量法（3 分）将所有元素含量折算成C时焊接性能的好坏方式

8、塑性（2 分）

9、理想弹塑性材料（2 分）

10、加工硬化（2 分）

11、残余应力（3 分）

12、最小阻力定律（2 分）

二、简答题（共 52 分）

1、试分析铸件断面宏观凝固组织的特征，并列举 3 种以上获得细等轴晶的常用工艺措施。（8 分）

细晶粒 柱状 等轴 振动 搅拌 浇注

2、简述成分过冷促使单相合金呈树枝晶生长的条件及其对生长方式的影响。（8 分）

成分过冷区很宽时 为树枝状晶生长，无成分过冷区为平面生长，窄成分过冷区为胞状生长，较宽为柱状树枝晶生长。

3、简述提高焊缝金属强度与韧性的主要方法。（8 分）P152

固溶强化，细晶强化，弥散强化

4、简述长度为 5 米的 T 型梁焊接时（主要为沿长度方向腹板与翼板的角焊缝），可能产生哪几种焊接变形，并指出防止其焊接变形的工艺措施。（8 分）P188 角变形，弯曲变形 扭曲变形，控制工艺措施（分段，小线能量）

5、写出应力不变量的数学表达式，并说明 1 次应力不变量与 2 次应力不变量的物理意义。（5 分）

6、用应变/应力分量的形式写出等效应变和塑性功的数学表达式。（5 分）

7、影响金属塑性的因素有那些？（5 分）

8、说明 Mises 屈服条件与 Tresca 屈服条件的联系与区别。（5 分）

三、分析论述题（共 31 分）

1、何为析出性气孔？分析析出性气孔的特征、形成机理及主要防止措施。（13 分）

2、试分析硫（S）对焊缝金属性能的危害和降低焊缝金属中硫的方法。（18 分）

① 形成低熔点共晶

② 形成凝固裂纹

① 限制焊接材料中S的来源

② 用冶金方法：加Mn [Mn]+[FeS]=[MnS]+[Fe]；碱性熔渣 [FeS]+(CaO)=(CaS)+(FeO)

四、计算题（共 37 分）

1、（15 分）假设某铁液凝固时的最大过冷度为 100℃，并已知熔点 T_m＝1500℃，凝固潜热 L＝15.17kJ/mol，界面张力 σ_{CL}=7.9×10^{-5} J/cm^2，摩尔体积为 6.9cm^3。

$r^*_{均} = 2\sigma_{CL}/\Delta G_V$

$r^*_{均} = \frac{2\sigma_{CL}T_m}{L\Delta T}$

$\Delta G^*_{均} = \frac{2\sigma_{CL}}{r^*_{均}}$

$\Delta G^*_{非} = \Delta G^*_{均} f(\theta)$

$f(\theta) = \frac{(2-\cos\theta)(1-\cos\theta)^2}{4}$

19

$\sigma_{ze} = \sigma_z|_{r=D/2} = \mu' S \quad \mu' = m. \quad \tau = \mu' \sigma_s = \mu' S$
$\tau = \mu \sigma_n = \mu \sigma_z$

$\sigma_{ze}^{(1)} - \sigma_r^{(1)=0} = S \Rightarrow \sigma_{ze}^{(1)} = S.$

$\sigma_{ze}^{(2)} = \sigma_z^{(2)}|_{r=d/2}$

$\sigma_{ze}^{(2)} - \sigma_r^{(2)} = S \Rightarrow \sigma_{ze}^{(2)} = S$

（1） 求铁液凝固时的$\Delta G^*_{均}$和$r^*_{均}$；

（2） 若铁液中存在细小的石墨颗粒，凝固铁相与石墨的润湿角（接触角）θ为30°，计算$\Delta G^*_{异}$和$r^*_{异}$。

（3）比较以上计算结果，说明什么问题？

(1) $r^*_{均} = \dfrac{2\times 2.9\times 10^{-5} \times \ldots}{\frac{15.17\times 10^{3}}{5.9}\times 100} = 1.30\times 10^{-6}\,cm$

$\Delta G^*_{均} = \dfrac{2\sigma_{CL}}{r^*_{均}} = \ldots$

(2) $r^*_{均} = r^*_{异}$

$\Delta G^*_{异} = \Delta G^*_{均} f(\theta)$

$f(\theta) = \dfrac{(2+\cos\theta)(1-\cos\theta)^2}{4} = \dfrac{2.866\times 0.018}{4} = 0.013$

$\Delta G^*_{异} = 122\times 0.013 = 1.6\,J/cm^3$

(3) $r^*_{均} = r^*_{异}$

$\Delta G^*_{均} \gg G^*_{异}$

故异质形核比均质形核容易得多。

解：$S_j = \sigma_{ij} n_i \ (j = x, y, z)$

2、（7 分）已知受力物体内一点的应力张量为

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 50 & 50 & 80 \\ 50 & 0 & -75 \\ 80 & -75 & -30 \end{bmatrix} \text{（MPa）},$$

$S_x = \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n = 106.6$

$S_y = \tau_{yx} l + \sigma_y m + \tau_{yz} n = -28.0$

$S_z = \tau_{zx} l + \tau_{zy} m + \sigma_z n = -18.7$

试求外法线方向余弦为 $l = m = \dfrac{1}{2}$，$n = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ 的斜切面上的全应力、正应力和切应力。

$\sigma_n = S_x l + S_y m + S_z n = 26.0$

$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2 + S_z^2} = 111.8$

$\tau = \sqrt{S^2 - \sigma_n^2} = 108.7$

3、（8 分）一个两端封闭的薄壁圆管如图所示，经受内压力为 p=35MPa，薄壁管的平均半径为 r=300mm。

（1）如果材料的屈服应力 σ_s=700MPa，根据 Mises 屈服准则，为了保证薄壁管处于弹性变形状态，管壁的最小厚度应为多少？

（2）设材料为理想刚塑性，管壁厚为 10mm，求管壁各应变增量之比。

(1) $\sigma_\theta \cdot p r d\theta$

$-2\sigma_\theta \sin\frac{d\theta}{2}\, t = 0$

$\sigma_\theta = \frac{r}{t} p$

$\pi r^2 p - 2\pi r t \sigma_z = 0$

$\sigma_z = \frac{rp}{2t}$

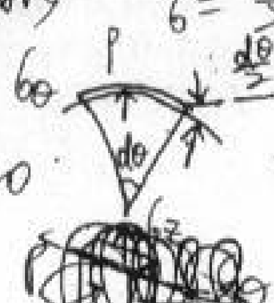
$\sigma_r = 0, \ \tau_{rz} = 0$

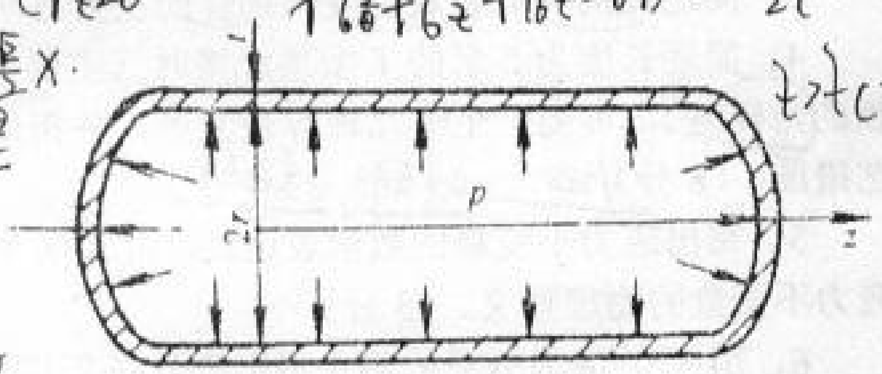
$\sigma_z = \frac{\sigma_\theta}{2}$

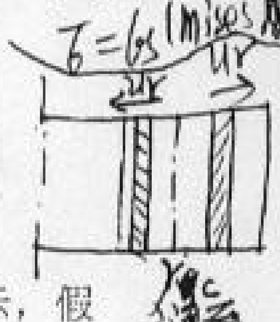
$\sqrt{(\sigma_\theta^2 + \sigma_z^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2} = \frac{\sqrt{3} r}{2t} p < \sigma_s$

$t > t_c = \frac{\sqrt{3} r p}{2\sigma_s} \approx 13.0\,mm$

$\tau = \sigma_s$ (Mises 屈服准则)







(2) $\sigma_r = 0, \ \sigma_\theta = \frac{pr}{t}, \ \sigma_z = \frac{pr}{2t}$

$\sigma_m = \frac{1}{3}(\sigma_r + \sigma_\theta + \sigma_z)$

$\sigma_r' = \sigma_r - \sigma_m = -\frac{pr}{2t}$

$\sigma_\theta' = \sigma_\theta - \sigma_m = \frac{pr}{2t}$

$\sigma_z' = \sigma_z - \sigma_m = 0;$

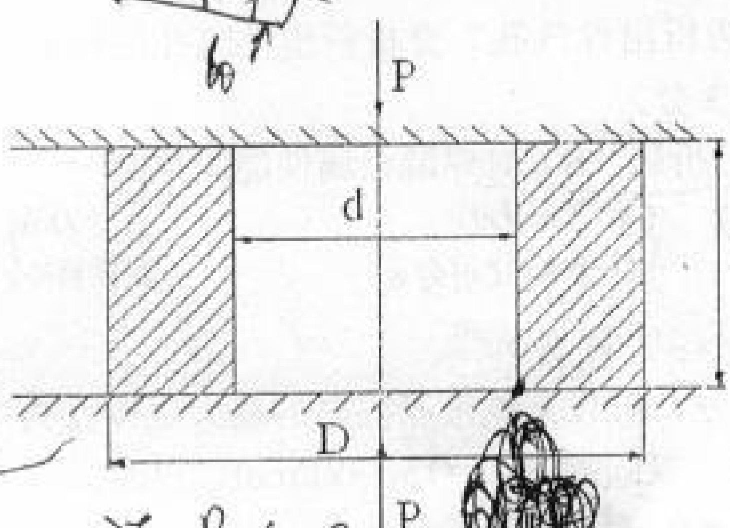
$d\varepsilon_{ij} = \frac{3}{2}\frac{d\bar\varepsilon}{\bar\sigma}\sigma_{ij}' \Rightarrow$

$d\varepsilon_r : d\varepsilon_\theta : d\varepsilon_z = \sigma_r' : \sigma_\theta'$

$\sigma_z' = -1 : 1 : 0$

4、（7 分）一圆环形坯料受均匀压缩变形，坯料尺寸如图所示，假设坯料为理想刚塑性材料，工件与工具间为滑动摩擦，摩擦系数为 μ，坯厚为 h，内外壁为自由表面，坯料屈服强度为 Y，求单位压力与总压力。

基元块(I) $\sigma_r^{(1)} + d\sigma_r^{(1)}$ 基元块(II) $\sigma_r^{(2)} + d\sigma_r^{(2)}$



$d\sigma_r^{(1)} = -\frac{2\tau}{h} dr$

$d\sigma_r^{(2)} = \frac{2\tau}{h} dr$

$\sigma_r^{(1)} = -\frac{2\tau}{h} r + C_1$

$\sigma_r^{(2)} = \frac{2\tau}{h} r + C_2$

$\sigma_r^{(1)}|_{r=D/2} = -\frac{2\tau}{h}\cdot\frac{D}{2} + C_1 = 0 \quad C_1 = \frac{2\tau}{h}\frac{D}{2}$

$\sigma_r^{(1)} = \frac{2\tau}{h}\left(\frac{D}{2} - r\right) \quad \sigma_r^{(2)}|_{r=d/2} = \frac{2\tau}{h}\cdot\frac{d}{2} + C_2 = 0 \quad C_2 = -\frac{2\tau}{h}\frac{d}{2}$

$\sigma_r = \frac{2\tau}{h}\left(r - \frac{d}{2}\right)$

$\Rightarrow \frac{2\tau}{h}\left(\frac{D}{2} - r_c\right) = \frac{2\tau}{h}\left(r_c - \frac{d}{2}\right) \quad 得 r_c = \frac{D+d}{4}$

$\sigma_z^{(1)} = \frac{2\tau}{h}\left(\frac{D}{2} - r\right) + S \quad \sigma_z^{(2)} = \frac{2\tau}{h}\left(r - \frac{d}{2}\right) + S$