

二〇〇九年材料成形及控制工程硕士试题

注意: 以下试题应全部完成。满分: 150 分。

一、名词解释 (每小题 3 分, 共 30 分)

- 1、均质形核
- 2、反应性气孔
- 3、晶界偏析 *在两种不同元素使晶粒排列不均匀, 使晶粒内成分不均匀*
- 4、塑性
- 5、加工硬化
- 6、平面变形
- 7、焊接温度场及其表示方法 *根据周围温度分布, 下标(1, 2), 用手温来表示*
- 8、焊接热影响区的回火软化 *如 $\alpha_1 < \alpha_2 < A_1$ 则钢加热温度高于 A_1 温度时, 发生软化*
- 9、焊接合金化 *焊接中合金化使焊缝金属性能提高*
- 10、焊接残余变形 *焊接后零件的变形*

二、问答题 (共 7 题, 共 80 分)

- 1、液态合金的充型能力与流动性的区别是什么? 试分析影响充型能力的因素及提高充型能力的措施。(10 分)
- 2、缩松的形成原因是什么? 分析球墨铸铁的缩孔和缩松特点, 并指出防止缩松的措施。(12 分)
- 3、写出应力一次不变量和二次不变量的数学表达式, 并说明其物理意义。(10 分)
- 4、画出拉拔和锻造加工的均匀变形区中主应力图示, 并比较两种加工方式变形阻力的大小。(10 分)
- 5、简述在酸性焊条中用 Mn 铁进行沉淀脱氧的原因。(10 分) $[Mn] + [Fe] = [Fe] + (MnO)$ 易结合, 使 Fe 和 Mn 结合
- 6、简述 16Mn 钢焊接热影响区的组成及其各区的性能。(10 分)
- 7、某球形压力容器用 18MnMoV 合金钢制造, 钢板的合金成分含量(重量百分比)为 C: 0.18%, (高) Mn: 1.2%, Mo: 0.80%, V: 0.35%, 板厚 25mm。焊接时采用埋弧自动焊, 压力容器制造完工 3 天后, 在焊接热影响区产生了一条长 102mm 的裂纹, 裂纹表面有明显的金属光泽。试确定该裂纹的种类, 并分析该裂纹的产生机理。(18 分) *(综合题) C 含量较高 易形成 M 组织*
① 3 天后产生, ② 裂纹影响区, ③ 裂纹

三、计算题 (共 3 题, 共 40 分)

- 1、(19 分) Sn-Pb 二元合金相图如下图所示。设合金液成分为 $C_0 = 15\%$ 的杆形零件从左端开始向右凝固, 温度梯度大到足以使固液界面保持平面生长。假设固相无扩散, 液相均匀混合, 试求:
 - (1) 平衡分配系数 k_0 。 $\frac{2.3}{1.8}$
 - (2) 凝固 20% 时, 固液界面的 C_s^* 和 C_L^* 。 4% 试
 - (3) 凝固完毕, 共晶体所占比例。
 - (4) 画出凝固后的杆件中溶质 Pb 的浓度沿试杆长度的分布曲线, 并注明各特征成分及其位置。

$$\sigma_{ze} = \sigma_{ze} = \sigma_{ze} = \mu' S \quad \mu' = m \quad \tau = \mu' \sigma_s = \mu' S$$

$$(1) \quad \sigma_{ze} - \sigma_{ze} = S \Rightarrow \sigma_{ze} = S$$

$$(2) \quad \sigma_{ze} = \sigma_{ze} = \sigma_{ze} = \mu' S$$

$$(3) \quad \sigma_{ze} - \sigma_{ze} = S \Rightarrow \sigma_{ze} = S$$

- (1) 求铁液凝固时的 $\Delta G_{\text{固}}$ 和 $r_{\text{固}}$;
(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 $\Delta G_{\text{固}}$ 和 $r_{\text{固}}$ 。
(3) 比较以上计算结果，说明什么问题？

$$(1) \quad \frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{2 \times 2.7 \times 10^{-2} \times 2.7 \times 10^{-2}}{1.5 \times 10^{-2} \times 1.0} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\Delta G_{\text{固}} = \frac{2 \sigma \cos \theta}{r_{\text{固}}} = \frac{2 \times 2.7 \times 10^{-2} \times \cos 30^\circ}{1.2 \times 10^{-6}} = 1.2 \times 10^6 \text{ J/m}^3$$

$$(2) \quad r_{\text{固}} = r_{\text{固}}$$

$$\Delta G_{\text{固}} = \Delta G_{\text{固}} f(\theta)$$

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

$$\Delta G_{\text{固}} = 1.2 \times 10^6 \times 0.013 = 1.6 \text{ J/cm}^3$$

解: $S = 6 \sin \theta (j = x, y, z)$ (7 分) 已知受力物体内一点的应力张量为

$$\sigma_x = 6x + 10xy + 10xz = 106.6 \quad \sigma_y = \begin{bmatrix} 50 & 50 & 80 \\ 50 & 0 & -75 \\ 80 & -75 & -30 \end{bmatrix} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_z = 10x + 10y + 10z = -18.0$$

$$\sigma_x = 6x + 10xy + 10xz = -18.7$$

$$\sigma_y = 6x + 10y + 10z = 26.0$$

$$S = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2} = 111.8$$

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

- (1) 如果材料的屈服应力 $\sigma_s = 700 \text{ MPa}$ ，根据 Mises 屈服准则，为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 10 mm ，求管壁各应变增量之比。

$$1) \quad \sigma_{pr} = \sigma_{pr}$$

$$260 \sin \frac{\theta}{2} = 20 \text{ (单位)}$$

$$E \sigma = \frac{1}{2} p$$

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

$$E \sigma_z = \frac{r p}{2t}$$

$$b) \quad \sigma_r = 0, \quad \sigma_\theta = \frac{p r}{t}, \quad \sigma_z = \frac{p r}{2t}$$

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

$$\sigma_r' = \sigma_r - \sigma_m = -\frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_\theta - \sigma_m = \frac{2 p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_z - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

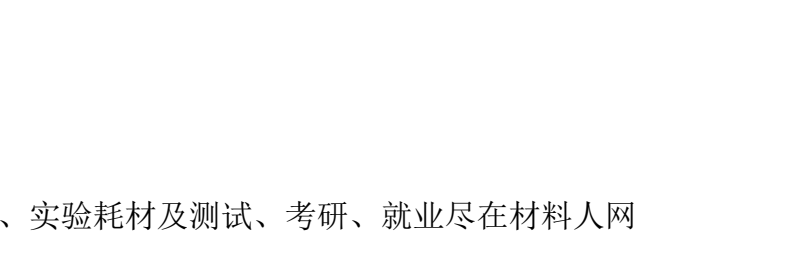
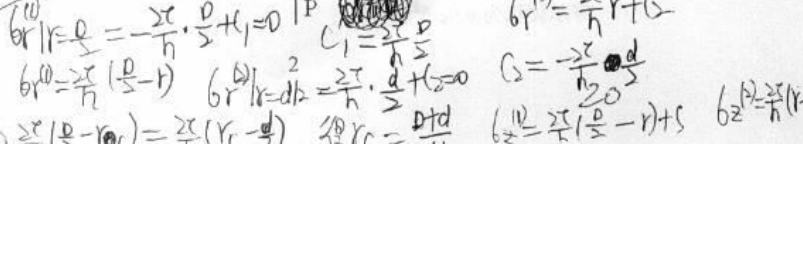
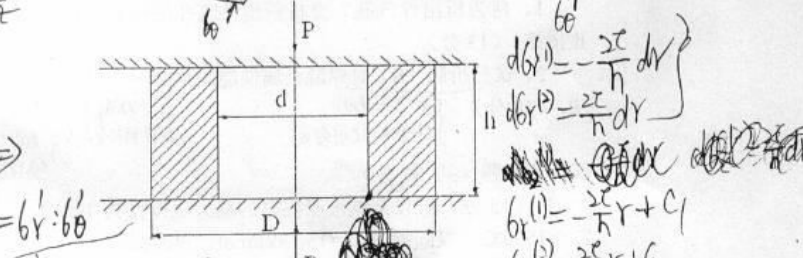
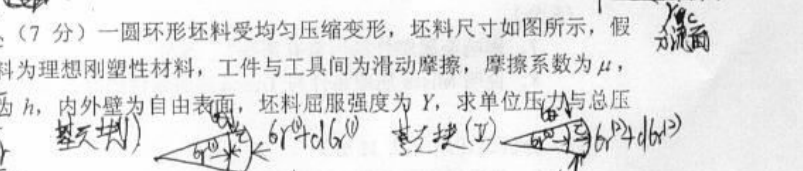
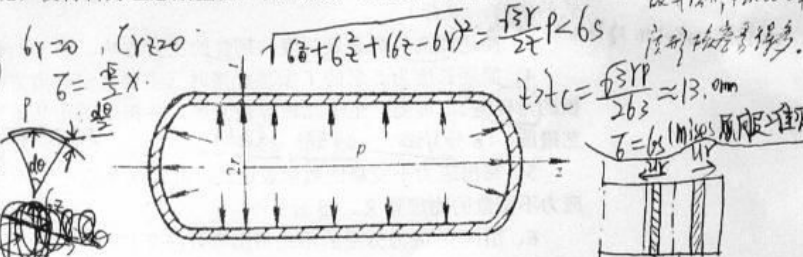
$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_\theta' = \sigma_z' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$

$$\sigma_z' = \sigma_\theta' - \sigma_m = \frac{p r}{3t}$$



2008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孔洞, 常因凝固范围合金量分布不均引起。
- 3、溶质再分配 (3 分) 合金凝固时溶质在固液界面两侧不同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, 两接触物发生熔化, 产生时间连接。
- 5、焊接热循环及主要参数 (2 分) t_m , 加热时间, 保温时间。
- 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) 将合金元素按碳当量折算成碳, 对焊接性能的影响进行评定。
- 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)

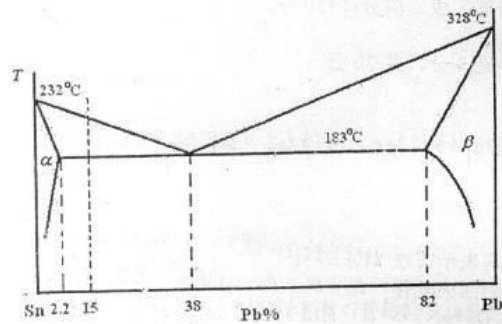
- 1、试分析铸件断面宏观凝固组织的特征, 并列举 3 种以上获得细等轴晶的常用工艺措施。 (8 分)
细晶粒柱状, 等轴晶, 细晶, 等轴, 细晶。
- 2、简述成分过冷促使单相合金呈树枝晶生长的条件及其对生长方式的影响。 (8 分)
成分过冷区很宽, 有枝状晶生长, 无。
- 3、简述提高焊缝金属强度与韧性的主要方法。 (8 分) P152
成分过冷区为平衡区, 成分过冷区在平衡区右侧, 脆性产生, 脆性。
- 4、简述长度为 5 米的 T 型梁焊接时 (主要为沿长度方向腹板与翼板的角焊缝), 可能产生哪几种焊接变形, 并指出防止其焊接变形的工艺措施。 (8 分) P158
角变形, 弯曲变形, 侧弯, 扭转变形, 侧弯, 扭转变形。
- 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 限制焊接材料中 S 的来源
② 用冶金方法加 Mn, $\ln f_{S'} = \ln f_{S'}^0$
③ 形成凝固型夹杂
碱性熔渣 (CaO-SiO₂)
 $f_{S'} = \frac{2.5C_S}{\Delta T}$
 $f_{S'} = \frac{2.5C_S T_m}{L \Delta T}$
 $\Delta G_{S'} = \frac{2.5C_S}{V_{S'}}$

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°C, 并已知熔点 $T_m = 1500^\circ\text{C}$, 凝固潜热 $L = 15.17 \text{ kJ/mol}$, 界面张力 $\sigma_{CL} = 7.9 \times 10^{-5} \text{ J/cm}^2$, 摩尔体积为 6.9 cm^3 。
 $\Delta G_{S'} = \Delta G_{S'}^0 f(\theta)$
 $f(\theta) = \frac{(2 - \cos \theta)(1 - \cos \theta)^2}{4}$



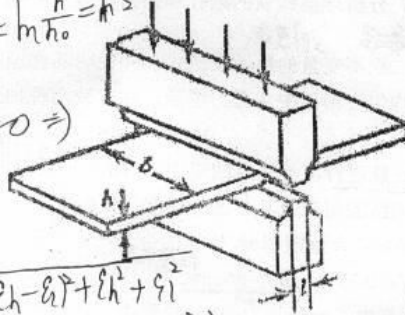
(1 题图)

2、(12 分) 如图所示，对理想钢塑性材料薄板进行平面压缩变形， $b \gg l \gg h$ ，初始厚度 $h_0 = 4$ mm，加工终了 $h = 2$ mm，变形区外端为自由端， $\sigma_s = 100$ MPa。计算 $\varepsilon_h, \varepsilon_l$ ，产生屈服所需的

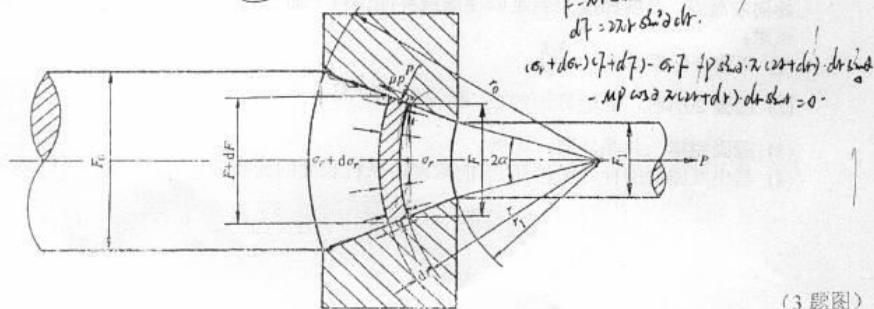
加工应力 σ_s 和等效应变 ε_e 。

解：由 $\varepsilon_h = \ln \frac{h_0}{h} = \ln 2$
 $\varepsilon_l = -\varepsilon_h = -\ln 2$
 $\varepsilon_e = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_h - \varepsilon_l)^2 + \varepsilon_h^2 + \varepsilon_l^2} = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{4(\ln 2)^2 + 2(\ln 2)^2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln 2$

由 $\sigma_s = 100$ MPa， $\sigma_s = \frac{2b\sigma_s}{3\varepsilon_e}$ ， $\varepsilon_e = \frac{2b\sigma_s}{3(2\ln 2/\sqrt{3})} = \frac{b\sigma_s}{\sqrt{3}}$
 $\sigma_s = \frac{b\sigma_s}{\sqrt{3}}$
 $\sigma_s = \frac{b\sigma_s}{\sqrt{3}}$
 $\sigma_s = \frac{b\sigma_s}{\sqrt{3}}$



3、(9 分) 试采用球坐标系求圆锥凹模拉拔圆柱坯料时的单位拉拔力。假设材料为理想刚塑性材料，近似塑性条件为 $\sigma_r + p = S$ ($p > 0$)，图中 F 为轴向投影面积。



(3 题图)