

89-3

四川大学

51

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 化机力学
科目代号: 883#
适用专业: 化工过程机械

(试题共 3 页)

(答案必须写在试卷上, 写在试题上不给分)

一、填空题 (每小题 8 分, 共 80 分)

1. 用无力矩理论分析回转薄壳的应力时, 壳体中的内力有____; 采用该理论的条件是要求壳体、曲率和载荷____; 按无力矩理论, 壳体的应力沿壁厚分布是____, 该应力随载荷的增大而____。

2. 分析筒体与封头连接边缘处的应力采用有力矩理论, 此时壳体中的内力有____; 确定壳体连接边缘处的边缘力矩 M_0 和边缘横剪力 Q_0 , 需要利用____方程; 边缘应力具有的特点是____和____。

3. 由筒体薄膜应力分析结果可知, 受气压 P 作用的筒体的经向应力 σ_ϕ 为周向应力 σ_θ 的____倍; 据此可断定, 筒体爆破时开裂的裂纹长度方向为____; 筒体上开长圆形孔时, 孔的长轴方向为____; 制造时应使钢板的长度方向与筒体轴线____。

4. 受气体压力作用的椭球壳体, 当壳体长、短半轴的比值 $a/b=2$ 时, 壳体的最大拉应力在____处, 最大压应力在____处, 二者的绝对值 (大小比较) ____; 当 $a/b>2$ 时, 最大应力 (绝对值) 在____处。

5) 受气压作用的锥形壳体, 壳体的经向应力 σ_ϕ 为周向应力 σ_θ 的____倍; 壳体任一点处的应力随锥体的半锥角增加而____, 还随该点距锥顶处的距离的增加而____, 锥顶处的应力为____。

6. 判断筒体在以下情况时的经向应力 σ_ϕ 是否为零或常量。底部支承受气压 P 作用时, σ_ϕ 为____; 底部支承受液压作用时, σ_ϕ 为____; 以筒体轴线为回转轴高速回转时, 离心力引起的 σ_ϕ 为____; 上部支承的筒体, 其自重引起的 σ_ϕ 为____。

7. 厚壁圆筒受内压 $P_i=35\text{MPa}$, 已知筒体外表面处的最大剪应力 $\tau_{\max}=46\text{MPa}$, 按弹性分析可知, 筒体外表面处的周向应力为____, 筒体内表面处的周向应

力____, 筒体的轴向应力为L, 筒体内表面处的最大剪应力为_____。

8. 厚壁圆筒产生温差应力的原因是____; 内加热时最大拉应力在____处, 最大压应力在____处; 温差应力随材料的线膨胀系数增加而_____。

9. 按 Tresca 屈服条件 ($\tau_{\max} = \sigma_s/2$) 得弹塑性筒体内压 P_i 与弹塑性界面处半径 R_c 的关系为

$$P_i = \sigma_s \left(0.5 - \frac{R_c^2}{2R_0^2} + \ln \frac{R_c}{R_i} \right)$$

式中, σ_s 为材料屈服极限, R_i 为筒体内半径, R_0 为筒体外半径。由此可得到筒体的初始屈服压力 P_s 为____, 全屈服压力 P_{s0} 为____; 如果采用 Mises 屈服条件, 则筒体的初始屈服压力 P_s 为____, 全屈服压力 P_{s0} 为_____。

10. 受外压的圆筒体内直径 $D_i=1200$ mm, 壁厚 $t=8$ mm, 长度 $L=20$ m, 则该筒体为长圆筒, 该筒体临界压力 P_{cr} 与 L/D_0 _____关, P_{cr} 与 t/D_0 _____关, 筒体变形的波数 n 为2。

二、(12分) 受气压作用的球形容器平均半径为 R , 壁厚为 t , 气体压力为 P 。试用材料力学的方法证明: 壳体上任一点处的径向应力 σ_r 和周向应力 σ_θ 满足下列关系 (拉普拉斯方程)

$$\frac{\sigma_r}{R_1} + \frac{\sigma_\theta}{R_2} = \frac{P}{t}$$

式中, R_1 和 R_2 分别为球壳的第一、第二曲率半径。

三、(20分) 一充满液体介质的敞式容器如图 1 所示。筒体的平均直径为 D , 高度为 H , 壁厚为 t ; 锥体半锥角为 α , 壁厚仍为 t ; 介质密度为 ρ 。求:

1. 筒体的最大径向应力 σ_r 和最大周向应力 σ_θ 表达式;

2. 锥壳任一点 C 处 (设变量为 y) 的径向应力 σ_r 和周向应力 σ_θ 表达式。

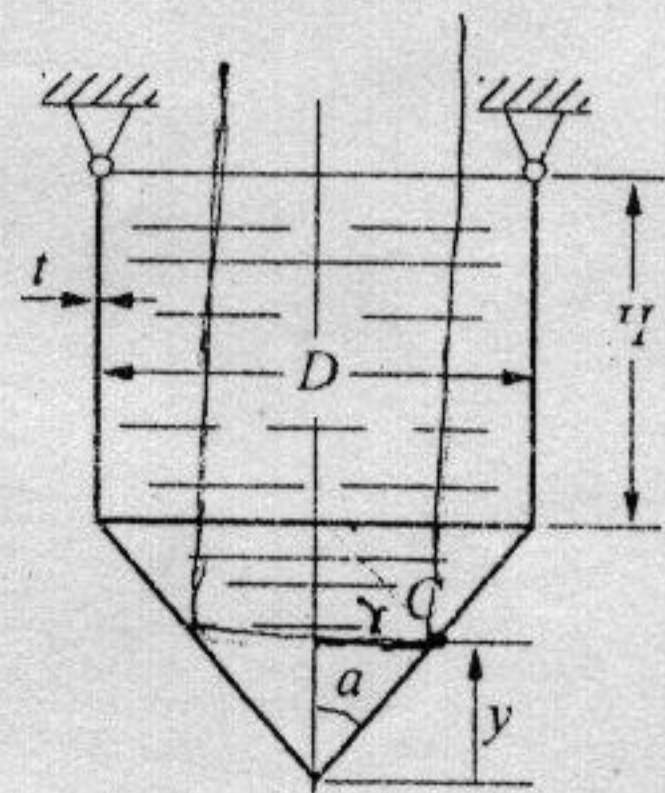


图 1

四、(13分) 受横向外压作用的薄壁圆筒可分为长圆筒、短圆筒和刚性圆筒。刚性圆筒的刚度大, 受横向外压时的破坏在实质上并非失稳, 而是当应力达到材料

屈服强度 σ_s 而失效。试确定区分短圆筒和刚性圆筒的判别关系式（以 L/D_0 为判别参量）。

提示：短圆筒临界压力为

$$P_{cr} = \frac{2.60E(t/D_0)^{2.5}}{L/D_0}$$

式中， E 为材料弹性模量， L 为筒体长度， t 为筒体壁厚， D_0 为筒体外径。

五、（10分）一段蒸气管道两端刚性固定，管长为 L ，管道安装温度为 t_0 ，工作温度为 t_1 ，且 $t_1 > t_0$ ；管道材料线膨胀系数为 α ，弹性模量为 E 。试导出管道工作时其轴向温差应力的表达式（提示：管道的自由热膨胀量 $\Delta L = \alpha L \Delta t$ ）。

六、（15分）一回转薄壳如图2所示，母线是一条半径为 R 圆弧，其圆心 C 点到回转轴距离为 a ，壳体壁厚为 δ ，壳体以匀角速度 ω 绕中心轴线高速转动。设材料弹性模量 E 、密度 ρ 、泊松比 μ 已知，试求壳体在离心力作用下任一点 M 处的经向薄膜应力 σ_ϕ 、周向薄膜应力 σ_θ 和平行圆半径位移 Δ_r 的表达式。（提示： M 点处壳体单位面积所受的离心力为 $\delta \rho r \omega^2$ ，并应用虎克定理）

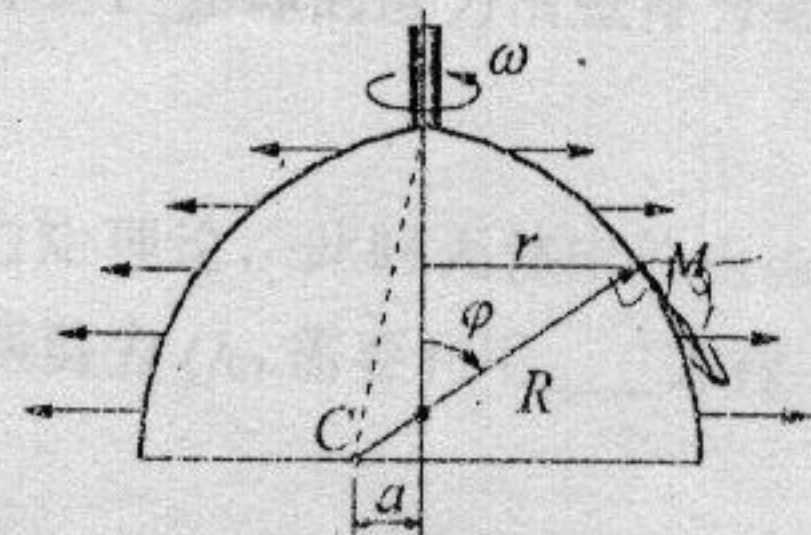


图2

$$F = \rho \omega^2 r^2$$

883#