

109年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：機械工程  
科 目：機械設計  
考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、以三槽的V型皮帶輪傳動9 kW，1750 rpm馬達動力至工業泵，驅動皮帶輪節圓直徑 $d_1 = 200$  mm，使用三條V型皮帶，其分配到相同的張力，被動皮帶輪之節圓直徑 $d_2 = 300$  mm，皮帶輪中心距離 $C = 1200$  mm，若皮帶緊邊張力( $F_1$ )與鬆邊張力( $F_2$ )之關係：

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = \exp(0.513\phi)$$

其中 $F_c(N) = 0.1675\left(\frac{N}{m^2/s^2}\right) \times v^2$ 為皮帶離心力，求：(每小題5分，共25分)

(一)皮帶節線之線速度 $v$ ？

(二)小皮帶輪之皮帶包覆角 (wrap angle)  $\phi(\text{radian})$ ？

(三)每條皮帶之緊邊張力 $F_1(N)$ ？

(四)傳動此9 kW動力不打滑，所需之初始張力 (initial tension)  $F_i(N)$ ？

(五)若輪內的皮帶受到等效彎曲張力 $F_b(N) = 65 (N \cdot m)/d$ ，其中 $d(m)$ 為皮帶輪節圓直徑，求各條皮帶受到之等效最大張力？

(以上數值及物理量隨後括號內為其單位。)

二、一個滾珠軸承的工作內容有三項，第1項占工作時間比例為0.3，其轉速為3000 rpm，等效徑向負荷為3000 N，第2項占工作時間比例為0.2，其轉速為2000 rpm，等效徑向負荷為4000 N，第3項占時間比例為0.5，其轉速為1000 rpm，等效徑向負荷為5000 N，其壽命負荷方程式為 $F^3 L = C_{10}^3 \times 10^6$ ，欲使此軸承工作壽命總小時數為6萬小時，求：

(一)前述三項工作的總壽命轉動次數 (rev)？(10分)

(二)三項工作負荷對軸承壽命作用的等效負荷？(10分)

(三)選擇的軸承的型錄額定負荷 (catalog load rating) 或動容量 (dynamic capacity)  $C_{10}$  需為多少？(5分)

三、某機械元件之臨界危險點應力狀態為  $\sigma_x = 200 \text{ MPa}$  ,  $\sigma_y = 100 \text{ MPa}$  ,  $\sigma_z = -200 \text{ MPa}$  ,  $\tau_{xy} = 0 \text{ MPa}$  ,  $\tau_{xz} = 0 \text{ MPa}$  ,  $\tau_{yz} = -60 \text{ MPa}$  , 求：

(一)該點之三個方向的主應力？(12分)

(二)該點之馮密西斯 (von Mises) 應力？(8分)

(三)其使用材料的降伏強度為  $S_y = 715 \text{ MPa}$  , 求安全係數？(5分)

四、以螺栓鎖緊組合元件，螺栓剛度 (stiffness)  $k_b = 11.5 \text{ N/m}$  , 元件接頭剛度  $k_m = 24 \text{ N/m}$  , 以預力  $F_i = 60 \text{ kN}$  上緊螺栓，在元件接頭部產生了上緊的壓力，其值與螺栓上緊預力相等。當平行於螺栓軸向的週期性拉力從  $P_{\min} = 30 \text{ kN}$  至  $P_{\max} = 70 \text{ kN}$  反覆作用於此接頭時，元件總成與螺栓有相同之伸長量，螺栓受力有效面積  $A_t = 245 \text{ mm}^2$  , 求：(每小題5分，共25分)

(一)元件接頭所受到合力之平均值？

(二)元件接頭所受合力之振幅值 (amplitude of resultant force) ？

(三)螺栓所承受正向應力之平均值  $\sigma_m$  ？

(四)螺栓所承受正向應力之應力振幅  $\sigma_a$  (stress amplitude) ？

(五)螺栓材料的最小認證極限強度為  $S_{ut} = 600 \text{ MPa}$  , 忍耐限為

$S_e = 162 \text{ MPa}$  , 根據古德門 (Goodman) 理論： $\frac{\sigma_m}{S_{ut}} + \frac{\sigma_a}{S_e} = \frac{1}{n_f}$  , 求螺栓

之綜合安全係數  $n_f$  ？