

Lösungen für Berechnungsaufgabe Bolzen

Von: Bülent Ercelebi

Gegeben:

Ein Bolzengelenk wird durch eine sehr stark stoßhaft auftretende Kraft der schwellend belastet.

$F=14,5 \text{ kN}$

Gabelkopf und Stange aus S275 JR,

Zylinderstift nach DIN EN ISO 2338 sitzt mit einer

Übermaßpassung in der Gabel und mit einer Spielpassung in der Stange.

Im Betrieb führt der Bolzen keine Gleitbewegung aus.

Gesucht:

a-) d ; t_s ; t_G ; l und D

b-) τ_{\max} ; τ_{zul} ; ρ ; ρ_{zul}

c-) σ_b

Lösung a-)

Einbaufall 2 liegt vor für nicht gleitende Flächen, für den der Einspannfaktor $k = 1,1$ beträgt.

Für sehr starke Stöße ergibt sich nach TB 3-5c der mittlere Anwendungsfaktor $K_A = 2,5$

Für den nicht gehärteten Normstift beträgt der

$R_m = 400 \text{ N/mm}^2$, bei schwellender Belastung wählt man

$$\sigma_{b\text{zul}} = 0,2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{b\text{zul}} = 0,2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\underline{\sigma_{b\text{zul}} = 80 \text{ N/mm}^2}$$

Der erforderliche Bolzendurchmesser wird nach Gl.9.1 bestimmt.

$d \approx k^* \sqrt{[(K_A \cdot F_{\text{nenn}}) / \sigma_{b\text{zul}}]} \text{ (Gl. 9.1)}$

Mit den angegebenen Werten und der Stangenkraft $F = 14,5\text{kN}$ ergibt sich ein Bolzendurchmesser von

$$d \approx 1,1 \text{ k} \sqrt{[(2,5 \cdot 14500 \text{ N} \cdot \text{mm}^2) / 80 \text{ N}]}$$

$$d \approx \underline{23,415 \text{ mm}}$$

Nach TB9-3 wird der Normdurchmesser $d = 25 \text{ mm}$ gewählt.

Stangendicke $t_s \approx 1,0 \cdot d$ TB Seite : 100 (Hinweise)	Dicke der Gabelwangen $t_G \approx 0,5 \cdot d$
--	--

$$t_s \approx 1,0 \cdot 25 \text{ mm}$$

$$t_s \approx \underline{25 \text{ mm}}$$

$$t_G \approx 0,5 \cdot 25 \text{ mm}$$

$$t_G \approx \underline{12,5 \text{ mm}}$$

Stiftlänge

$$l = t_s + (2 \cdot t_G) + (2 \cdot c)$$

$$l = 25 \text{ mm} + (2 \cdot 12,5 \text{ mm}) + (2 \cdot 4 \text{ mm})$$

$$l = \underline{58 \text{ mm}}$$

Unter Beachtung der Fase(c) nach TB 9-3 wird der Stiftlänge $l = 60 \text{ mm}$ gewählt. (ISO 2338-25h8*60 St)

Für die Augen-(Naben-) Durchmesser gelten die unter 9.22 genannten Erfahrungswerte.

$$D = 2,5 \cdot d \quad (\text{RM 9.2.2})$$

$$D = 2,5 \cdot 25 \text{ mm}$$

$$D = \underline{62,5 \text{ mm}}$$

Das Gabelauge wird mit dem gleichen Durchmesser ausgeführt.

Ergebnis:

Als Bolzen wird ein Zylinderstift ISO 2338-25h8*60 St gewählt.
Das Stangenauge wird 25mm dick, die Gabelwangen werden
12,5mm dick ausgeführt.

Die Augen erhalten einen Durchmesser von 62,5mm.

b-) Für die größte Schubspannung in der Nulllinie des Bolzens
gilt nach Gl.9.3:

$$\tau_{\max} \approx 4/3 * [(K_A * F_{\text{nenn}}) / (A_s * 2)] \leq \tau_{\text{zul}} \quad (\text{Gl.9.3})$$

Anwendungsfaktor $K_A = 2,5$ wie a-)

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Bolzenquerschnittsfläche } A_s = 25^2 \text{ mm}^2 * \pi / 4$$

$$\underline{A_s = 490,87 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_{\max} \approx 4/3 * [(2,5 * 14500 \text{ N}) / (2 * 490,87 \text{ mm}^2)]$$

$$\underline{\tau_{\max} \approx 49,23 \text{ N/ mm}^2}$$

$$\tau_{\text{zul}} = R_m * 0,15 \text{ für schwellende Belastung}$$

$$\tau_{\text{zul}} = 0,15 * 400 \text{ N/ mm}^2$$

$$\underline{\tau_{\text{zul}} = 60 \text{ N/ mm}^2}$$

$$\underline{\tau_{\text{zul}} = 60 \text{ N/ mm}^2 > \tau_{\max} = 49,23 \text{ N/ mm}^2}$$

Für die mittlere Flächenpressung in der Gabelbohrung gilt
nach Gl.9.4:

$$p = [(K_A * F_{\text{nenn}}) / A_{\text{proj}}] < P_{\text{zul}} \quad (\text{Gl.9.4})$$

A_{proj} = Projektionsfläche zur Berechnung der mittleren Flächenpressung.

Für Gabel $A_{projG} = 2 * d * t_G$

Für Stange $A_{projS} = d * t_s$

$A_{projG} = 2 * 25 \text{ mm} * 12,5 \text{ mm}$

$A_{projG} = 625 \text{ mm}^2$

$A_{projS} = 25 \text{ mm} * 25 \text{ mm}$

$A_{projS} = 625 \text{ mm}^2$

$\rho_{Gabel} = (2,5 * 14500 \text{ N}) / (625 \text{ mm}^2)$

$\rho_{Gabel} = 58 \text{ N/ mm}^2$

$\rho_{Gabel} = \rho_{Stange}$

$\rho = [(K_A * F_{nenn}) / A_{proj}] < P_{zul} \quad (Gl.9.4)$

Für S275JR beträgt der $R_m = 430 \text{ N/ mm}^2$ (TB 1-1)

$\rho_{zul} = R_m * 0,25$ für schwellende Belastung

$\rho_{zul} = 0,25 * 430 \text{ N/ mm}^2$

$\rho_{zul} = 107,5 \text{ N/ mm}^2$

$\rho_{zul} = 107,5 \text{ N/ mm}^2 > \rho_{Gabel} = 58 \text{ N/ mm}^2$

Ergebnis:

Bolzenschenkel ist ausreichend bemessen, da die größte Schubspannung $\tau_{\text{zul}} = 60 \text{ N/mm}^2 > \tau_{\text{max}} = 49,23 \text{ N/mm}^2$ und die mittlere Flächenpressung $p_{\text{zul}} = 107,5 \text{ N/mm}^2 > p_{\text{Gabel}} = 58 \text{ N/mm}^2$ ist.

c-) Für das maximale Biegemoment im Bolzen gilt M_{bmax} nach Einbaufall 2:

$$M_{\text{bmax}} = (F * t_s) / 8$$

$$M_{\text{bmax}} = (14500 \text{ N} * 25 \text{ mm}) / 8$$

$$\underline{M_{\text{bmax}} = 45312,5 \text{ Nmm}}$$

$$M_{\text{bmax}} = M_{\text{bnenn}}$$

Für die Biegespannung auf den Bolzen gilt nach Gl. 9.2 :

$$\sigma_b \approx [(K_A * M_{\text{bnenn}}) / (0,1 * d^3)] \leq \sigma_{\text{bzul}}$$

$$\sigma_b \approx [(2,5 * 45312,5 \text{ Nmm}) / (0,1 * (25^3) \text{ mm}^3)]$$

$$\underline{\sigma_b \approx 72,5 \text{ N/mm}^2}$$

$$\underline{\sigma_{\text{bzul}} = 80 \text{ N/mm}^2 \text{ wie a-)}}$$

$$\underline{\sigma_{\text{bzul}} = 80 \text{ N/mm}^2 > \sigma_b \approx 72,5 \text{ N/mm}^2}$$

Ergebnis:

Der Bolzen ist ausreichend bemessen da die

$$\sigma_{\text{bzul}} = 80 \text{ N/mm}^2 > \sigma_b \approx 72,5 \text{ N/mm}^2 \text{ ist.}$$