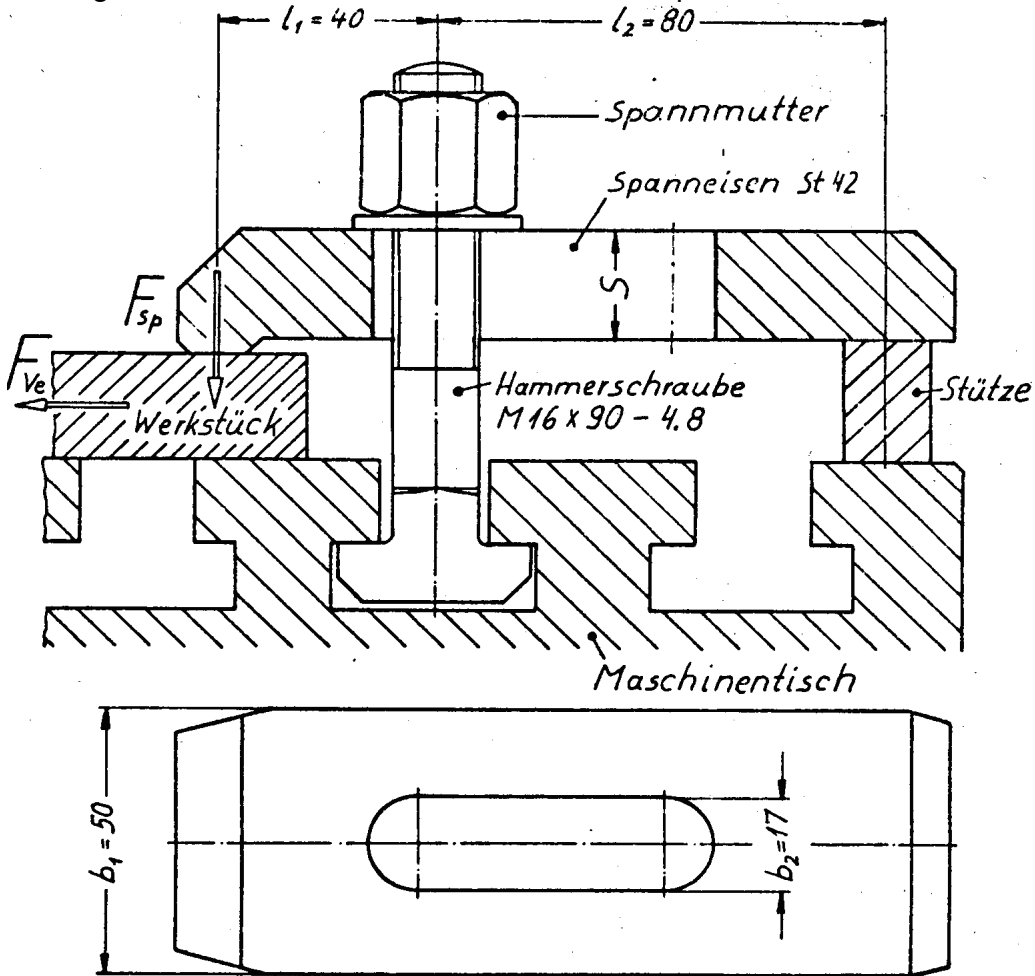


HP 1981/82-1: Spannen beim Fräsen

HP 1981/82-1: Spannen beim Fräsen

Zum Spannen von größeren Werkstücken verwendet man Spanneisen.



Teilaufgaben:

- | | | Punkte |
|---|--|--------|
| 1 | Welche Spannkraft F_{Sp} ist erforderlich, um das Werkstück gegen ein Verschieben mit der Verschiebekraft $F_{Ve} = 1,5 \text{ kN}$ zu sichern? $\mu = 0,1$ | 2,0 |
| 2 | Mit welcher Kraft F muss die Spannmutter auf das Spanneisen drücken, damit an der Spannstelle eine Spannkraft $F_{Sp} = 7,5 \text{ kN}$ wirkt ?
Wie groß ist die Kraft F_{St} auf die rechte Stütze ? | 3,0 |
| 3 | Wie groß ist die Sicherheit gegen bleibende Verformung der Schraube, wenn die Hammerschraube M16 x 90 mit $F = 12 \text{ kN}$ belastet wird? Festigkeitsklasse der Schraube: 4.8 | 2,5 |

HP 1981/82-1: Spannen beim Fräsen

- 4 Wie groß muss der wirksame Hebelarm l_H sein, um bei einer angenommenen Handkraft $F_H = 200 \text{ N}$ die Schraubenkraft $F = 12 \text{ kN}$ mit dem Gewinde M 16 zu erreichen? 4,0

Anzugsmoment $M_A = F \cdot [r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho') + \mu_A \cdot r_A]$

Reibzahl im Gewinde $\mu' = 0,25$

Reibzahl der Mutterauflage $\mu_a = 0,15$

Wirkabstand der Auflagereibung $r_a = 11,2 \text{ mm}$

- 5 Bei welchen Längen l_1 bzw. l_2 wird das Biegemoment im Spanneisen am größten, wenn $l_1 + l_2 = 120 \text{ mm}$ ist? 5,0

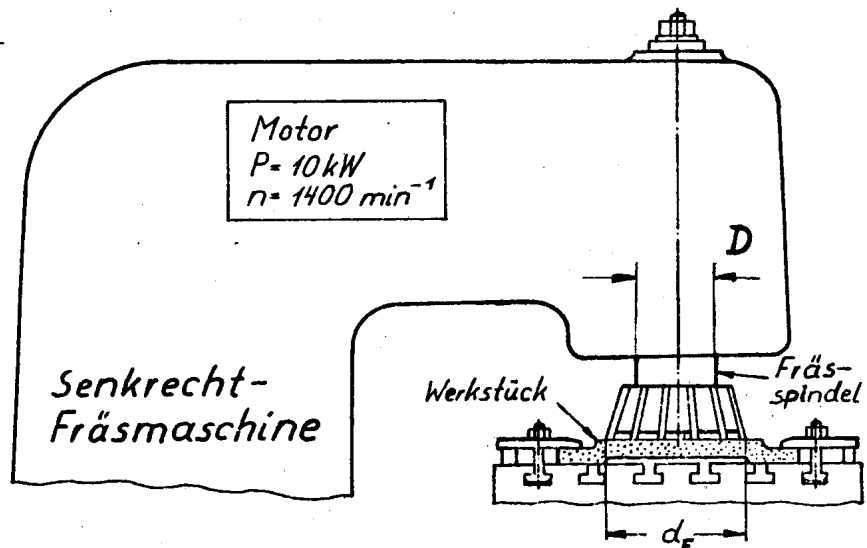
Berechnen Sie für die Schraubenkraft $F = 12 \text{ kN}$ dieses maximale Biegemoment sowie die erforderliche Dicke s des Spanneisens. Werkstoff : S275

Sicherheit gegen bleibende Verformung: $v = 1,5$

Teilbreiten des Spanneisens : $b_1 = 50 \text{ mm}$, $b_2 = 17 \text{ mm}$ (siehe Skizze!)

Der Motor einer Senkrechtfräsmaschine hat eine Antriebsleistung von $P = 10 \text{ kW}$ bei $n = 1400 \text{ 1/min}$. An der Frässpindel stehen folgende Drehzahlen zur Verfügung :

$n = 1400 - 1000 - 710 - 500 - 355 - 250 - 180 - 125 - 90 - 63 - 45 - 31,5$ und $22,5 \text{ 1/min}$,



- 6 Welche der Drehzahlen ist einzustellen, wenn das Schruppen des Werkstücks mit einer Schnittgeschwindigkeit $v = 20 \text{ m/min}$ bei einem Fräserdurchmesser $d_f = 200 \text{ mm}$ erfolgen soll? 1,5

- 7 Berechnen Sie für das maximale Drehmoment die Durchmesser D und d der Frässpindel, wenn diese als Hohlwelle mit dem Durchmesser Verhältnis $D : d = 2 : 1$ ausgeführt werden soll. 4,5

$\tau_{zul} = 50 \text{ N/mm}^2$

angenommener Wirkungsgrad $\eta_{ges} = 0,75$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

HP 1981/82-1: Spannen beim Fräsen

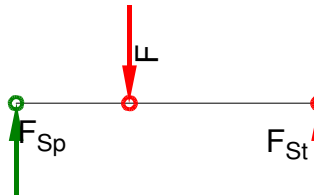
Lösungen

Teilaufgaben:	Punkte
1 Da das Werkstück oben und unten mit der Kraft F_{Sp} geklemmt ist und die Reibkraft F_R an beiden Flächen wirkt, muss sie nur die halbe Verschiebekraft F_{VE} halten.	2,0

$$F_R = F_{Sp} \cdot \mu = \frac{F_{VE}}{2} \rightarrow F_{Sp} = \frac{F_{VE}}{2 \cdot \mu} = \frac{1,5 \text{ kN}}{2 \cdot 0,1} = 7,5 \text{ kN}$$

Reibungskraft

2 LS Spanneisen	3,0
-----------------	-----



$$\Sigma M_{St} = 0 = -F_{Sp} \cdot (l_1 + l_2) + F \cdot l_2 \rightarrow$$

$$F = F_{Sp} \cdot \frac{(l_1 + l_2)}{l_2} = 7,5 \text{ kN} \cdot \frac{(40 \text{ mm} + 80 \text{ mm})}{80 \text{ mm}} = 11,25 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = +F_{Sp} - F + F_{St} \rightarrow$$

$$F_{St} = -F_{Sp} + F = -7,5 \text{ kN} + 11,25 \text{ kN} = 3,75 \text{ kN}$$

Auflagerkräfte

3 Festigkeitsklasse 4.8 bedeutet (siehe auch [EuroTabM] „Festigkeitsklasse“):	2,5
---	-----

$$R_m = 4 \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_e = 0,8 \cdot R_m = 0,8 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Spannungsquerschnitt $S = 157 \text{ mm}^2$ (M16 → [EuroTabM] „Gewinde“)

$$\frac{\sigma_{zul}}{\nu} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \rightarrow$$

$$\nu = \frac{R_e \cdot S}{F} = \frac{302 \text{ N/mm}^2 \cdot 157 \text{ mm}^2}{12 \text{ kN}} = 3,9$$

Sicherheit gegen Zug in einem Gewinde

4 Anzugsmoment mit:	4,0
---------------------	-----

FlankenØ $d_2 = 14,70 \text{ mm}$ und Steigung $P = 2 \text{ mm}$ (M16 → [EuroTabM] „Gewinde“)

$$\text{Flankenradius } r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{14,70 \text{ mm}}{2} = 7,35 \text{ mm}$$

$$\text{Steigungswinkel } \alpha = \arctan \frac{P}{d_2 \cdot \pi} = \arctan \frac{2 \text{ mm}}{14,7 \text{ mm} \cdot \pi} = 2,48^\circ$$

$$\text{Reibwinkel } \rho' = \arctan \mu' = \arctan 0,25 = 14,0^\circ$$

wird

$$M_A = F \cdot [r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho') + \mu_a \cdot r_a]$$

$$= 12 \text{ kN} \cdot [7,35 \text{ mm} \cdot \tan(2,48 + 14,04)^\circ + 0,15 \cdot 11,2 \text{ mm}] = 46,3 \text{ Nm}$$

Hebelarm

$$M_A = F_H \cdot l_H \rightarrow l_H = \frac{M_A}{F_H} = \frac{46,3 \text{ Nm}}{200 \text{ N}} = 0,23 \text{ m}$$

Anzugsdrehmoment

HP 1981/82-1: Spannen beim Fräsen

- 5 Annahme: Es wird M_{bmax} bei konstanter Schraubkraft F und nicht bei konstanter Spannkraft F_{SP} gesucht.

5,0

Die Lage des maximalen Biegemomentes kann man mit technischem Verständnis oder Mathematik finden. Hier die mathematische Lösung:

$$\Sigma M_{St} = 0 = -F \cdot l_2 + F_{SP} \cdot (l_1 + l_2) \rightarrow F_{SP} = F \cdot \frac{l_2}{l_1 + l_2}$$

$$M_{b(F)} = F_{SP} \cdot l_1 = F \cdot \frac{l_1 \cdot l_2}{l_1 + l_2} = F \cdot \frac{l_1 \cdot (120 \text{ mm} - l_1)}{120 \text{ mm}} \rightarrow 0 = 120 \text{ mm} \cdot l_1 - l_1^2 - \frac{M_b \cdot 120 \text{ mm}}{F}$$

M_{bmax} tritt dort auf, wo die Ableitung 0 ist, also in der Mitte des Spannstückes

$$0 = 120 \text{ mm} - 2 \cdot l_1 \rightarrow l_1 = \frac{120 \text{ mm}}{2} = 60 \text{ mm}$$

M_{bmax} beträgt

$$M_{bmax} = F \cdot \frac{l_1 \cdot l_2}{l_1 + l_2} = F \cdot \frac{l_1 \cdot (120 \text{ mm} - l_1)}{120 \text{ mm}} = 12 \text{ kN} \cdot \frac{60 \text{ mm} \cdot (120 - 60) \text{ mm}}{120 \text{ mm}} = 360 \text{ Nm}$$

Erforderliche Dicke gegen Biegung:

$\sigma_{bF} = 380 \text{ N/mm}^2$ (S275 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

$$M_{bmax} = \frac{F}{2} \cdot \frac{(l_1 + l_2)}{2} = \frac{12 \text{ kN} \cdot 120 \text{ mm}}{2} = 360 \text{ Nm}$$

$$\frac{\sigma_{bF}}{v} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} \rightarrow$$

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{v} = \frac{380 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 253,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{360 \text{ Nm}}{233,3 \text{ N/mm}^2} = 1,42 \text{ cm}^3$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{(b_1 - b_2) \cdot s^2}{6} \rightarrow s_{erf} = \sqrt[2]{\frac{6 \cdot W_{erf}}{(b_1 - b_2)}} = \sqrt[2]{\frac{6 \cdot 1,42 \text{ cm}^3}{(50 - 17) \text{ mm}}} = 16,1 \text{ mm}$$

Lage eines Biegemoment mit Ableitung, Biegemoment und dimension des Profiles

- 6 $n_F = \frac{v}{\pi \cdot d_F} = \frac{20 \text{ m/min}}{\pi \cdot 200 \text{ mm}} = 31,8 \text{ min}^{-1}$

1,5

gewählt: $n_F = 31,5 \text{ min}^{-1}$

Drehzahl aus Schnittgeschwindigkeit

HP 1981/82-1: Spannen beim Fräsen

- 7 Das maximale Drehmoment tritt bei der kleinsten möglichen Drehzahl n_{Fmin} des Fräasers auf.

4,5

$$i_{max} = \frac{n}{n_{Fmax}} = \frac{1400 \text{ min}^{-1}}{22,5 \text{ min}^{-1}} = 62,22$$

$$P_M = 2\pi \cdot M_M \cdot n_M \Rightarrow M_M = \frac{P_M}{2\pi \cdot n_M} = \frac{10 \text{ kW}}{2\pi \cdot 1400 \text{ min}^{-1}} = 68,2 \text{ Nm}$$

$$\eta_{ges} \cdot i_{max} = \frac{M_{Fmax}}{M_M} \Rightarrow M_{Fmax} = \eta_{ges} \cdot i_{max} \cdot M_M = 0,75 \cdot 62,2 \cdot 68,2 \text{ Nm} = 3183 \text{ Nm}$$

$$\tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_{Fmax}}{W_p} \Rightarrow W_p = \frac{M_{Fmax}}{\tau_{tzul}} = \frac{3183 \text{ Nm}}{50 \text{ N/mm}^2} = 63,66 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D} = \frac{\pi \cdot (2^4 \cdot d^4 - d^4)}{16 \cdot 2 \cdot d} = \frac{\pi \cdot (2^4 - 1) \cdot d^3}{32} \Rightarrow$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{W_p \cdot 32}{\pi \cdot 15}} = \sqrt[3]{\frac{63,66 \text{ cm}^3 \cdot 32}{\pi \cdot 15}} = 35,1 \text{ mm}$$

$$D = 2 \cdot d = 2 \cdot 35,1 \text{ mm} = 70,2 \text{ mm}$$

Torsionsmoment und erforderlichen Durchmesser

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma=22,5$