

DESIGN OF AN ASSEMBLY OPERATED BY POWER SCREW

Szerelt mozgatóorsó méretezése

(Semester task design No. 1./féléves feladat 1.sz)

Academic Year: 2017./II. semester/2017.II. tavaszi félév

NAME OF STUDENT(Hallgató neve)/Neptun code (Neptun Kódja):.....

Initial data (Kiinduló adatok):

Type of the assembly/szererlet egység típusa (indicated by the leader of practice):.....

- a) Screw Jack (csavaremelő)
- d) Car Lifting Device (autóemelő)

Schematic representation see on next pages (Sematikus ábrázolás a következő oldalakon).

Load on screw spindle/A mozgatóorsót terhelő erő:.....N

Length of motion/a mozgás tartománya: (Working length):.....mm

Design practice contains the following/a tervezés alábbiakra kell kiterjedjen:

1. Strength and size calculation of the assembly/Szilárdsági valamint főbb méretek számítás.
2. Assembly drawing carried out in full scale in pencil (hand or CAD) with dimensioning/Összeállítási rajz készítése M 1:1 arányban, kézi vagy gépi úton, méretezve (calculated, main (general), tolerated, connecting, working, outer dimensions, fits/számított, fő, illesztett, csatlakozó, szélső helyzetek, illesztések megadásával).
3. Piece drawings carried out in ink (hand or CAD) giving dimensions, tolerances and surface roughness/Alkatrészrajz kézzel vagy CAD fő méretek, illesztések, felületi érdességek megadásával).
- type a) and d)/a) és d) típus esetén: screw spindle and nut/orsó és anya

Place/Hely, Date/dátum:2017.....

.....
Leader of Practice/Gyakorlatvezető

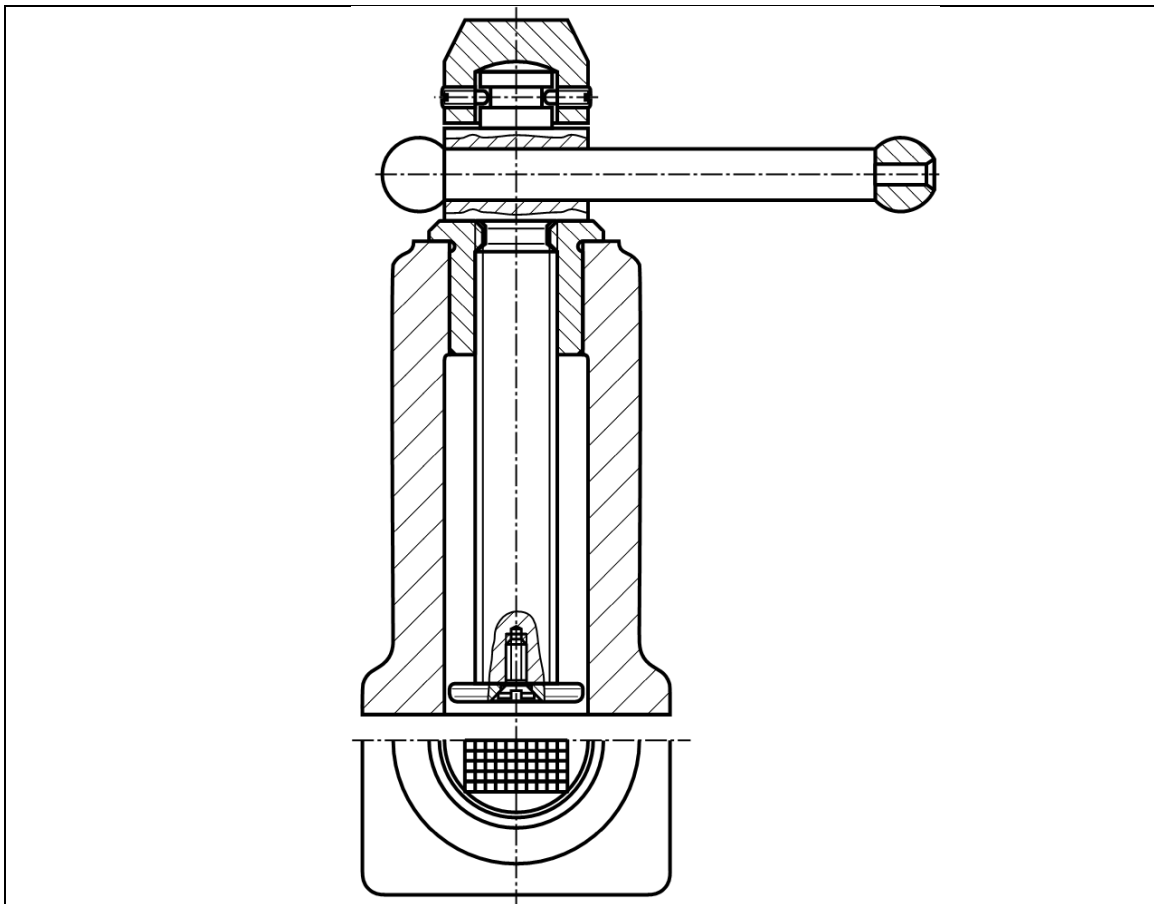
Data Table of Power Screw/Adattáblázat mozgatóorsóhoz

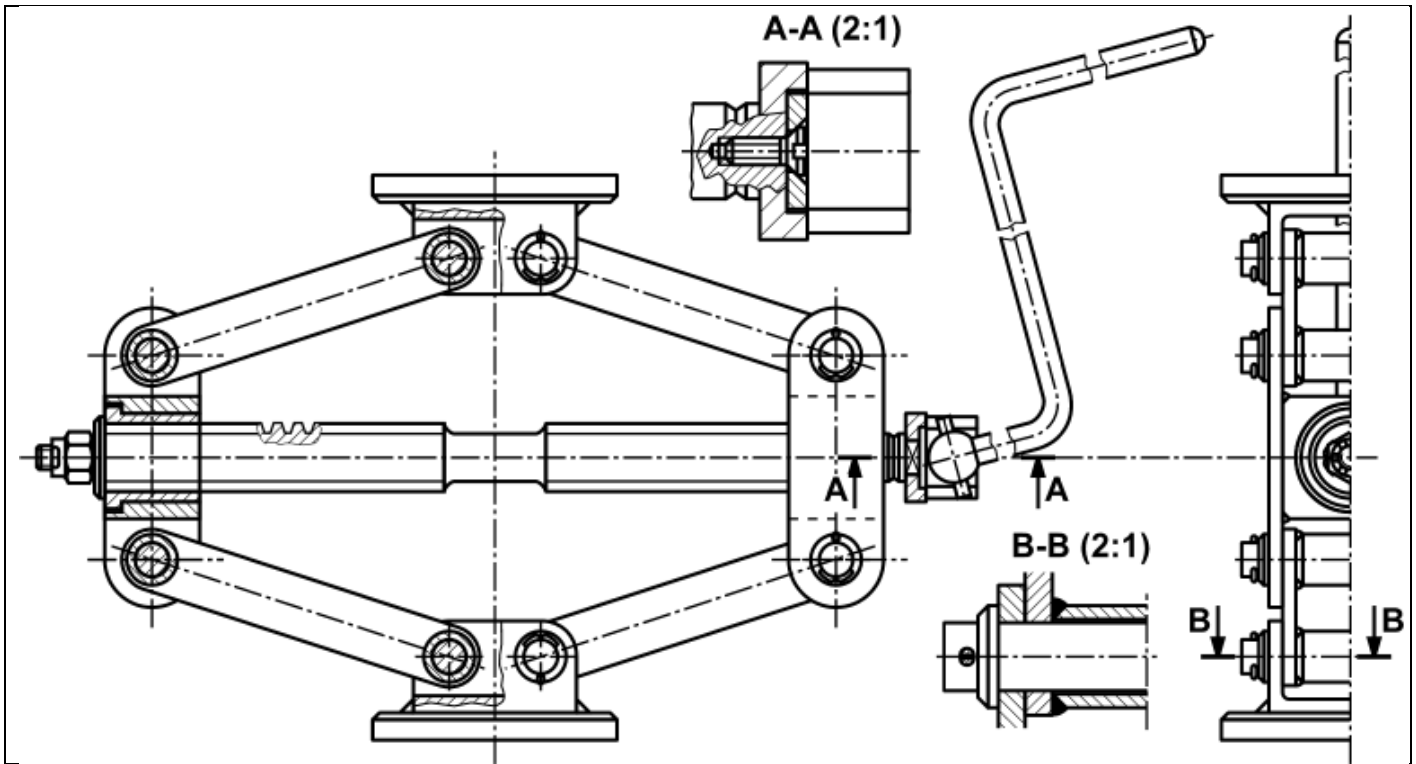
Task #	Screw Jack J		Claw Type Extractor E			Small Hand Press P			Car Lifting Device L		
	Load Q [N]	Lift. height h [mm]	Load Q [N]	Work. length h [mm]	Max. Ø D _{max} [mm]	Load Q [N]	Work. length h [mm]	Max. Ø D _{max} [mm]	Load Q [N]	Lift. height h [mm]	
1	3000	250	3000	150	210	15000	320	280	5000	160	
2	4000		4000			16000			6000		
3	5000		5500			17000			7000		
4	6000		6500			18000			8000		
5	7000		7500			19000			9000		200
6	8000		8500			20000					
7	9000		9500			21000			10000		200
8	10000		10000			22000					
9	11000	300	10500	170	250	23000	340	300	4800	240	
10	12000		11500			24000			5800		

Data Table of Power Screw/Adattáblázat mozgatóorsóhoz

Task #	Screw Jack J		Claw Type Extractor E			Small Hand Press P			Car Lifting Device L	
	Load Q [N]	Lift. height h [mm]	Load Q [N]	Work. length h [mm]	Max. \varnothing D _{max} [mm]	Load Q [N]	Work. length h [mm]	Max. \varnothing D _{max} [mm]	Load Q [N]	Lift. height h [mm]
1	3000	250	3000	150	210	15000	320	280	5000	160
2	4000		4000			16000			6000	
3	5000		5500			17000			7000	
4	6000		6500			18000			8000	
5	7000		7500			19000			9000	
6	8000		8500			20000			10000	
7	9000		9500			21000			11000	
8	10000		10000			22000			12000	
9	11000	300	10500	170	250	23000	340	300	4800	240
10	12000		11500			24000			5800	

Schematic representation of the assembly/Szerelt szerkezet sematikus ábrája





Guide of solution/Megoldási útmutató

1/ MINOR DIAMETER CALCULATION OF THE SCREW SPINDLE IN FIRST APPROXIMATION/Orsó minimális átmérője, első közelítés

Materials to be used (choice is available) and YIELD Stresses of them/Anyagválasztéka folyáshatárral:

A 50 $R_{eH} = 284 \text{ MPa}$

A 60 $R_{eH} = 314 \text{ MPa}$

Permissible stress/Megengedett feszültség: $\sigma_{PER} = R_{eH} / n$

with the safety factor/biztonsági tényezővel: $n = 4 \dots 5.$

Minor diameter necessary/A szükséges minimális átmérő (approximate value for the spindle/közelítő érték az orsó minimális átmérőjére):

$$D_{\text{MIN}} \geq \sqrt{\frac{1.32 \cdot Q \cdot 4}{\sigma_{\text{PER}} \cdot \pi}} = \dots \text{mm}$$

2/ TAKE A THREAD OF SOME GREATER MINOR DIAMETER/A minimálisnál nagyobb érték választása a szabványból

(Data of the standard trapezoidal threads contains Table 2./Az orsó méretek szabvány szerint a 2. tábl.)

Minor diameter of a given thread (selected from the table mentioned above):

$$D_{\text{MIN}} = D_{\text{NOMINAL}} - 2 \cdot H_2 - 2 \cdot e = \dots \text{mm}$$

where/ahol:

D_{NOMINAL} nominal size of thread/névleges méret (spindle outer diameter/orsó külső átmérő)

$H_2 = P/2$ effective length of contact/kontakt hossz

P pitch of thread/csavar menetemelkedése

e clearance of minor diameter/a minimális átmérő hézaga (see Table 1.)

3/ CALCULATION OF THE NECESSARY BEARING SURFACE/A szükséges hordfelület meghatározása

Loaded (bearing) area of one turn/Terhelt felület(teherviselő) számítása:

$$A_1 = \frac{(D_{\text{NOMINAL}}^2 - D_{\text{MIN.nut}}^2) \cdot \pi}{4} = \dots \text{mm}^2$$

where the minor diameter of the nut/ahol az anya minimális átmérője:

$$D_{\text{MIN.nut}} = D_{\text{NOMINAL}} - 2 \cdot H_2 = \dots \text{mm}$$

4/ NECESSARY TURN NUMBER OF THE THREAD BASED UPON THE BEARING STRESS/A szükséges menetszám meghatározása a megengedett felületi terhelés alapján

Necessary turn of the thread should be calculated from the loaded (bearing) area and from the permissible bearing stress/A szükséges menetszám meghatározása a terhelt felület és a megengedett felületi terhelés alapján.

$$\text{Number of turns/A szükséges menetszám: } z = \frac{Q}{A_1 \cdot p_{\text{per}}} = \dots = 4 \dots 8$$

Values of the permissible p_{per} bearing stress for steel and hardened steel spindle, for cast iron and bronz nut can be found in Table 3/A megengedett felületi nyomás értékek különféle anyagpárosításokra a 3 táblázat adatai alapján.

In the case of a hand operated power screw, the spindle is made of carbon steel hardened, the permissible bearing stress should be/kézzel működtetett szerkezet esetén felületileg szilárdított (edzett) szénacél orsó alkalmazásával:

for bronz nut/bronz anya $p_{\text{per}} = 6,0 \dots 10,0 \text{ MPa}$

for cast iron nut/öntöttvas anya $p_{\text{per}} = 4,0 \dots 7,0 \text{ MPa}$

As can be seen above the minimum number of turn/A minimális menetszám: = 4 and the maximum number of turn/és a manetszám maximuma = 8.

If the calculated number of turn locates outside the range (4 ... 8), another trapezoidal thread of another nominal size and/other of another pitch must be chosen and the calculation must be repeated/Amennyiben a menetszám nem az ajánlott tartományba esik, más névleges mérettel, más menetemelkedéssel, ill. anyagpárosítás változtatásával a számítést meg kell ismételni.

P [mm]	1,5	2 ... 4	5 ... 12	16 ... 20
e [mm]	0,15	0,25	0,5	1,0

Table 2. Nominal Sizes And Pitches Of Trapezoidal Thread Profile/Névleges méretek és menetemelkedések trapézmenet esetén

NOMINAL SIZE (MAJOR DIAMETER) OF THE THREAD D mm			PITCH, P mm		
I.	S E	R I E S	II.	III.	
8					2
10					1,5
12					3
			14		3
16					4
			18		4
20					4
			22	8	5
				24	8
				26	8
			28	8	5
				30	10
32					10
				34	10
			36		10
				38	10
40					10
				42	10
				44	12
				46	12
				48	12
50					12
				52	12
			55		12
				60	12
				(62)	16
				65	16
			70		16
				75	16
				(78)	16
80					16
				85	20
			90		20
				95	20
100					20
			110		20
				120	24
				130	24
			140		24

Table 3. Permissible bearing stress (generally)/Megengedett felületi terhelések

Material of the		Tangential sliding speed/csúszási sebesség [m/s]	Permissible bearing stress/megengedett felületi nyomás p_{per} [MPa]
Spindle	Nut		
Hardened steel/edzett acél	Bronz	< 0,1	12,5 ... 17,5
Steel/acél	Cast iron		7,5 ... 10,0
Hardened steel	Bronz	0,1 0,2	6,0 ... 10,0
	Cast iron		4,0 ... 7,0
Steel	Bronz		3,0 ... 6,0
	Cast iron		2,0 ... 4,0
Hardened steel or Steel	Bronz (only)	>0,3	1,0 ... 2,0

5/ LENGTH OF THE NUT/Any magasság

The length of the nut: $L_{NUT} = P \cdot z$

where/ahol P pitch of the taken thread and/a választott csavar menetemelkedése
 z number of the nut turn/az anya meneteinek száma.

6/ STRESS ANALYSES OF THE SPINDLE/Az orsó feszültség számítása

Minor cross section of the screw spindle/Az orsó minimális keresztmetszete

$$A_1 = D_{MINOR}^2 \cdot \pi / 4$$

where/ahol: D_{MINOR} is the minor diameter of the taken thread/a választott menet minimális átmérője, the calculation of it from the thread data see before/melynek számítását lást korábban.

Tensil stress/húzó feszültség: $\sigma_{TENSIL} = Q / A_1 = \dots \dots \dots$ MPa

Torque moment necessary to get the assembly into operation/Az orsó mozgatásához szükséges nyomaték (to get the spindle in turn against load/az orsót a rá ható teher ellenében mozgatni):

$$T_1 = Q \cdot \frac{D_2}{2} \cdot \text{tg}(\alpha + \rho') = \dots \dots \dots \text{Nmm}$$

In the last equation/Az utolsó összefüggésben:

Mean diameter of the spindle/Az orsó közép átmérője:

$$D_2 = D_{NOMINAL} - H_2 \text{ or } D_2 = D_{NOMINAL} - P / 2 = \dots \dots \dots \text{mm}$$

Helix angle/Menetemelkedési szög: $\alpha = \text{arctg}\left(\frac{P}{D_2 \cdot \pi}\right) = \dots \dots \dots^\circ$

Friction coefficient regarding the lubrication/Súrlódási tényező a kenési állapot függvényében: $\mu=0.1$ and the friction angle/a súrlódási kúpszög

$$\rho' = \text{arctg}(\mu / \cos 15^\circ) \rho' = \text{arctg}(\mu / \cos 15^\circ) = \dots \dots \dots$$

(profile angle of the trapezoidal thread/a trapézmenet profilszöge: $\beta=30^\circ$).

Polar section modulus/Poláris másodrendű nyomaték:

$$K_p = D_{MINOR}^3 \cdot \pi / 16 = \dots \dots \dots \text{mm}^3$$

Shrear stress/Nyíró feszültség:

$$\tau = T_1 / K_p = \dots \dots \dots \text{MPa}$$

Reduced stress/Redukált feszültség:

(Huber-Hencky-Mises): $\sigma_{\text{HMH}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \dots\dots\dots \text{MPa}$

Checking for safety factor to Yield – stress/Ellenőrzés biztonsági tényezőre:

$n_{\text{Yield}} = R_{\text{eH}} / \sigma_{\text{HMH}} = 3 \dots 5.$

If the safety factor locates out of the range mentioned above, another thread must be chosen and the culation must be repeated/Amennyiben a biztonsági tényező a megadott tartományon kívül esik, a számítás ismétlése szükséges.

7/ CHECK FOR BUCKLING/ellenőrzés kihajlásra

Radius of gyration/Kihajlási tényező: $i = \sqrt{I/A_1} = D_{\text{MINOR}} / 4 = \dots\dots\dots \text{mm}$

Half of the wave length of the buckled form depends upon the geometry of bar ends as follows/a kihajlási eset megítéléséhez szükséges modellek/A kihajlási modellek a fél hullámhossz esetén a rudak végeinek megfogásának függvényében:

Case I Both ends pivoted $l_0 = 1$ (l=h).	Case II One end free, other end fixed $l_0 = 2 \cdot 1$ (l=h).	Case III One end pivoted, other end fixed $l_0 = 0.707 \cdot 1$ (l=h)	Case IV Both ends fixed $l_0 = 1/2$ (l=h)
Cases/esetek:			

Half of the wave length:

A) Half of the wave length of screw jack (Case II): $l_0 = 2 \cdot h$

B) Half of the wave length of press and of extractor (Case III): $l_0 = 0.707 \cdot h$

Slenderness ratio/Kihajlásra jellemző arány: $\lambda = l_0 / i = \dots\dots\dots$

The calculation depends upon the slenderness ratio/A számítás a fenti arány függvényében:

a) Euler's culomn formula is valid if the slenderness ratio/Euler formula érvényes ha: $\lambda > 100$
 critical stress/kritikus feszültség: $\sigma_{\text{cr}} = \pi^2 \cdot E / \lambda^2$ (modulus of elasticity for carbon steel/acél eseténa rugalmassági modulus: $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$.)

b) Tetmajer's formula are valid if the value of slenderness ratio/Tetmajer formula érvényes ha: $60 > \lambda > 100$
 critical stress for A50 $\sigma_{\text{cr}} = 500 - 2.6 \cdot \lambda$
 critical stress for A60 $\sigma_{\text{cr}} = 600 - 3.8 \cdot \lambda$

c) No danger of buckling if the slenderness ratio/Nem kell kihajással számolni, ha: $\lambda < 60$
 critical stress $\sigma_{\text{cr}} = R_{\text{eH}}$

Safety factor for buckling/Kihajlás elleni biztonsági tényező

$n_{\text{BU}} = \sigma_{\text{cr}} / \sigma_{\text{HMH}} = \dots\dots\dots$

range of the necessary safety factor/a biztonsági tényező intervalluma:

$n_{\text{BU}} = 3 \dots 6$

8/ EFFICIENCY OF THE OPERATION/A rendszer hatásfoka (AGAINST LOAD/teher mozgás esetén

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)} = \dots\dots\dots$$

9/ CHECK FOR SELF LOCKING/Önzárásra ellenőrzés

(Necessary for screw jack, press and extractor also):

Self locking exists if/Önzárás esete fennáll, ha: $\alpha < \rho'$