

majhnim erozivnim učinkom in ustrezno večjim časom za obdelavo.

Razdalja med elektrodo in obdelovancem, ki je potrebna za pravilen potek erozivnega procesa, se ravna po načinu obdelave. Pri grobi obdelavi znaša ta razdalja okrog 0,1 mm, pri fini obdelavi manj, in sicer do 0,01 mm. Med obdelavo mora ta razdalja ostati konstantna za celoten profil elektrode, ker je od nje odvisna natančnost obdelave, t. j. natančnost prenosa obrisov orodja na obdelovanec. Pri fini obdelavi se dajo doseči tolerance $\pm 0,005$ mm. Ta natančnost pa je odvisna seveda tudi od preciznosti in stabilnosti vpenjalne mize, na kateri je pritrjen obdelovanec. Pri izdelavi raznih profilov je treba to razdaljo upoštevati, ker mora biti elektroda za to mero manjša.

Kljub temu, da je površina erozivno obdelane ploskve praktično sestavljena iz samih majhnih žrel, ki jih povzročajo posamezne električne iskre, je znanost take površine zelo drobna in s prostim očesom komaj vidna. Videz površine je sicer moten, a lep in enakomeren. Površina ne kaže sledov obdelave, kakršne poznamo n. pr. pri struženju, frezanju ali brušenju, kar ugodno vpliva na njene lastnosti pri mazanju. Površina se da tudi zelo lepo polirati.

Celotni rezultat obdelave z elektroerozijo, t. j. erozija materiala, ki ga obdelujemo, in erozija elektrode, ni odvisen samo od značilnih električnih parametrov razelektrenja (U, I, t), temveč tudi od kemičnih in fizikalnih lastnosti ter oblike elektrod, kakor tudi od vrste in kemične sestave dielektrika. Vpliv različnih kombinacij materialov obdelovanca in elektrode je bil prikazan že na primeru sl. 12. Izbira materiala za

elektrodo se ravna po materialu obdelovanca, po velikosti in obliki elektrode in deloma tudi po značaju obdelave, t. j. groba ali fina.

V največ primerih se kot material za elektrodo uporablja med ali elektrolitski baker, kolikor ni kakšnih posebnih okoliščin, ki bi terjale drug material (sivo litino, volfram, srebro). Problem pravilne izbire materiala za elektrodo obeta še znatne izboljšave in napredek glede natančnosti ter zmanjšanja stroškov in časa obdelave. Prvi pogoj, da je obraba elektrode čimmanjša, pa je, da mora biti njena izdelava enostavna in dosegljiva s pomočjo rabljenih načinov obdelave in ne sme biti predraga.

Precejšnje vloge pri procesu erozije imajo tudi lastnosti dielektrika. Le-ta mora imeti veliko kemijsko obstojnost in slabo prevodnost, veliko probno trdnost, visoko plamenišče in primerno viskoznost. Dielektrična tekočina mora pospeševati delonizacijo iskrišča po električnem probu, ne sme biti izpostavljena tvorbi škodljivih plinov, ki zavirajo pravilen potek erozije in ne sme povzročati nastanka oksidacije in korozije na površini obdelovanca. Največ so v uporabi petrolej, transformatorsko olje ter mešanice olja in petroleja. Povrh navedenih lastnosti, ki jih je treba upoštevati pri izbiri in uporabi dielektrične tekočine, je važno tudi čiščenje dielektrika, ki je onesnažen predvsem zaradi disperzije kovinskih delcev in kemičnega razkroja. Taka nečista dielektrična tekočina lahko povzroča motnje in prekinitev pri obratovanju.

(Konec prihodnjic)

Avtor: ing. Franc Golobranec, Oddelek za strojništvo Univerze v Ljubljani

DK 621.71:389.6

Metoda tipizacije v konstruktorsko-projektantski dejavnosti

MARKO KOS

Ne mislim pisati o osnovah, potrebi in ustroju standardizacije kot občeiznanem in priznanem faktorju, ki v najrazličnejših industrijskih vejah standardizira in enači osnovne elemente, s katerim konstrukter gradi. Njena vloga je zdaj že priznana in uzakonjena v državnem merilu. Uporabljamo jo vsi pri vsakdanjem delu, ne da bi se globlje spuščali v sestavo in osnove njenih vrst. Načela, po katerih je sestavljen tolikšen aparat, kolikoršne je na primer ogromni sklop nemških standardov DIN, posegajo v vse veje gospodarstva. Povrh državnih standardov so znani tudi standardi, veljavni v ožjih območjih, v posameznem podjetju. Ti standardi so izdelani bodisi za posamezne elemente (n. pr. specialni vijak, ki se mnogo uporablja v podjetju, a še ni zajet v državnem standardu) ali pa obsegajo posamezne izdelke v celoti. Ker jih enačijo v okviru podjetja na nekaj tipov, govorimo tedaj o tipizaciji, ki ima v podjetju samem vrednost standarda, ki ga brez posebnega dovoljenja ne sme nihče kršiti. Potreba po tipizaciji se ne pojavlja pri eni sami velikosti izdelka, marveč samo tam, kjer je glede na parametre stroja potreben večji obseg, večje število velikosti tega stroja. Ker računamo s porabo stroja brez omejitve, to je v raznih velikostih, ne da bi mogli natanko določiti dejanske potrebe, sta možni samo dve poti.

Prva je pot, po kateri stroj sproti prilagajamo določeni velikosti parametra, pri čemer pa ni mogoče pričakovati, da bi bil stroj vselej enak po videzu in bi imel enaka razmerja dimenzij, kajti vsakokrat ga ne bo gradil isti človek, drug pa ga bo oblikoval po svoji presoji in okusu, pa čeprav z enakimi elementi. Prostorske dimenzije se za doseg istega smotra lahko oblikujejo različno: zobnik bo prenašal enako moč, če bo širši, a manjši ali ožji z večjim premerom ali pa manjši z boljšim materialom.

Druga pot, ki je tudi na izbiro, pa je, da izdelamo vrsto teh strojev po določenem zaporedju, pri čemer

so si vsi stroji podobni, to je v enakem sorazmerju. Če delamo pri tem po določenem teoretičnem postopku, ne da bi vsakega posebej konstruirali, smo v primeri s prvim načinom ogromno prihranili na konstruktorskih urah, se pravi, da smo delo racionalizirali. A ne samo to! Projektant bo pri svojem delu brez zamude časa vgradil potrebno velikost stroja, kalkuliral bo lahko že vnaprej izdelal ceno in pripravil za prodajo kataloge, normski biro pa normaliziral postopke, kolikor ne bo stroj pri nekem trajnem in nepretrganem odjemu lahko izdelan kar na zalogo. Pri tem pa je treba poudariti bistveno: če se je konstrukter pri določanju vrste ravnal po nekem zakonu, tedaj bo ta zakon negibno prihajal do izraza v isti osnovni zakonitosti pri cenah, normah po času, količinah materiala itd. V naslednjem nekaj primerov!

Tipizacijo bi lahko opredelili nekako takole: tipizacija je notranja težnja v podjetjih, da bi zajeli izdelovanje s tipskimi modeli v standardnih vrstah v urejen in smiselni sistem. Tipizacija je bistvena veja standardizacije, ki lahko sčasoma preraste ozke okvire podjetja in privede do splošne standardizacije za določen predmet. Bistvo tipizacije je določanje, kateri »tipi« industrijskih izdelkov naj veljajo za standard in naj se izdelujejo. Seveda to še ne pomeni omejitve vrst in velikosti industrijskih izdelkov — a hkrati niti ni mogoče zanikati, da to ni zaželena gospodarska posledica tipizacije. S standardom spodbujeno zmanjšanje tipov lahko med izdelovalci ene stroke privaja do povezane izdelave, ugodne posledice pa so pocenjen nakup, pocenostavljena skladiščna zaloga, enakovredna gradiva in enakomerna kakovost dobave.

Splošno stanje tipizacije na evropskem tržišču je nezadovoljivo, kakor je nedvomno razvidno iz zadnjih letnih poročil ECE (Economic Commission for Europe) pri Združenih narodih v Ženevi. Evropa trpi v tem oziru od škodljivih posledic močnih ekonomskih na-

cionalizmov in pomanjkanja zadovoljive racionalizacije v izdelavi. Podrobneje bi morali analizirati in posnemati razmere na velikem ameriškem trgu. Mnogo več bi bilo mogoče storiti, kakor se stori ta čas, če bi zmanjšali veliko število različnih tipov enakega izdelka na evropskem trgu in skušali izvajati tipizacijo v teoriji in praksi. Posamezna področja se kar ponujajo tipizaciji, kakor n. pr. gospodinjstski pripomočki in motorna vozila. Pri tolikerkih tipih in modelih motornih vozil je nemogoče doseči racionalno izdelavo in brezhibno postrežbo kupca z nadomestnimi deli. Osamljen primer in značilen zgled za dosledno tipizacijo v Evropi je nedvomno nemški Volkswagen, ki je zaslužno požel velik uspeh.

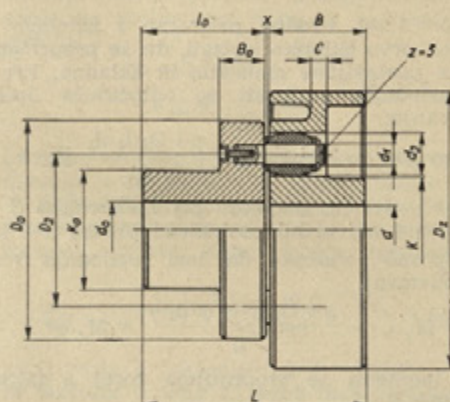
Osnova tipizacije

Osnova vsake tipizacije je zaporedje, ki je navadno geometrično: tako si vse izmere sledijo v vrsti s faktorjem φ . Da ni treba števil zaporedja računati sproti, se opremo na vrsto standardnih števil (JUS A.A0.001). Standardna števila so geometrično stopnjavana in zaradi udobnosti nekoliko zaokrožena ter se po svojih številkah ponavljajo v vsakem decimalnem območju. (Vrste standardnih števil označujemo po Renardu — z R.) Navajam števila dveh glavnih vrst:

R 10:	10		12,5		16		20		25		31,5
R 20:	10	11,2	12,5	14	16	18	20	22,5	25	28	31,5
R 10:		40		50		63		80		100	
R 20:	35,5	40	45	50	56	63	71	80	90	100	

Debelo tiskana števila ustrezajo vrsti R 5, v vrsti R 40 imamo pa razen vseh števil vrste R 20 med temi števili še po eno vmesno (10 10,6 11,2 11,8 12,5 itd.).

Standardnih števil se poslužujemo pri gradnji vrste kakršnega koli predmeta, pri čemer so seveda iz glavnih vrst samo vodilne izmere, nevažne izmere pa so vezane in vzete iz nestandardiziranih števil. Pri analizi vrste bomo zadeli na ugotovitve, da rastejo razne veličine strojnega dela, kakor so mase, teže, moment zamaha (GD^2), napetosti, momenti, moči itd. v določenem geometričnem zaporedju, se pravi po nekem zakonu in z nekim faktorjem, ki ga iz splošnih zakonov predmeta ne bo težko izluščiti.



Sl. 1.

Tabela 1 a:

Elastične sklopke z zavornim vencem

D_z	B	L	D_0	B_0	d_0	l_0	K_0	x	d	K	c	D_2	d_1	d_2
125	45	100	100	20	16...25	50	56	5	14...25	50	8	71	10	20
160	55	125	125	25	20...32	65	70	5	18...32	63	10	90	12	25
200	70	155	160	32	25...40	80	90	5	22...40	76	13	112	16	32
250	90	195	200	40	32...50	100	110	5	28...50	96	16	140	20	40
315	110	240	250	50	40...65	125	140	5	35...65	125	20	180	25	50
400	140	305	315	65	50...80	160	180	5	45...80	155	24	225	32	63
500	180	385	400	80	65...100	200	225	5	55...100	195	32	280	40	80
630	225	480	500	100	80...125	250	280	5	70...125	250	40	355	50	100

Tabela 1 b:

D_z	1) M_z kpm	2) n_{max} min^{-1}	3) GD^2 kpm^2	Teža kp	4) p kp/mm^2	4) W_m kpm/h pri 15% ED	4) W_m kpm/h pri 40% ED	5) W_0 kpm/h pri 1000 min^{-1} in 100% ED
125	4	4 500	0,028	4	0,112	12 800	10 660	40 000
160	8	3 550	0,088	8	0,112	20 300	14 800	75 000
200	16	2 800	0,28	16	0,112	31 000	26 000	142 000
250	32	2 250	0,88	32	0,112	49 000	41 000	269 000
315	63	1 800	2,8	65	0,112	77 000	64 000	493 000
400	125	1 400	8,85	130	0,112	123 500	103 000	970 000
500	250	1 120	28	260	0,112	195 000	163 000	1 845 000
630	500	900	88,5	520	0,112	302 500	252 500	3 370 000

OPOMBE

Pomen posameznih označb je razviden s slike 1.

¹ Zavorni moment sklopke pri tornem koeficientu $\mu = 0,45$ in površinskem pritisku $0,03 \text{ kp/mm}^2$.

² Največja dopustna vrtilna hitrost pri obodni hitrosti 30 m/s.

³ Teža sklopke iz cepljene litine CL-2 s specifično težo $\gamma = 7,3 \text{ kp/dm}^3$.

⁴ Toplotna energija, ki jo oddaja sklopka pri mirovanju z žarčenjem in prevajanjem v kpm/h pri raznih stopnjah obratovanja (15% ED = 15% celotnega časa obratuje, 85% miruje).

⁵ Toplotna energija, ki jo oddaja sklopka pri obratovanju, in sicer pri vrtilni hitrosti 1000 min^{-1} in 100% ED. Podatki so sestavljeni po temperaturi zavorne obloge 100°C in okolja 35°C . Pri drugačni vrtilni hitrosti se oddana energija izračuna iz enačbe:

$$W_n = \frac{W_{tab} \cdot n^{1,75}}{219} \text{ [kpm/h]}$$

Vse mere so izražene v mm.

Primer tipizacije elastičnih sklopok

Kot primer za metodo tipiziranja navajam tipsko vrsto elastičnih sklopok z gumijastim vložkom z zavornim vencem — glej tabelo 1. Sklopke so iz cepljene litine in popolnoma obdelane, čeplj iz jekla C 45, vložki iz gume Buna-S s trdoto po Shore 70 HS ter na zunanji strani zavarovanj s podložko in SG obročkom. Označbe so razvidne s slike 1. V tabeli je mogoče videti način gradnje tipske vrste osmih elastičnih sklopok, ki krijejo zavorne momente od 4 do 500 kpm. Vse glavne izmere so sestavljene iz standardne vrste R 10, v kateri se števila stopnjujejo s skokom $\varphi = \sqrt[10]{10} = 1,259$. Preden pričnemo z izdelavo vrste, si moramo prvo sklopko izrisati, da se prepričamo, če so izmere postavljene smiselno in skladno. Pri določanju naslednjih velikosti so odločujoča naslednja razmatrivanja:

$$1. \text{ Zavorni moment } M_z = \frac{p \cdot i \cdot D_2 \cdot l_1 \cdot d_1}{2} \quad [\text{kp m}]$$

pri čemer je število sornikov pri vseh enako ($i = 5 = \text{konst.}$); ker naj bi bil površinski pritisk $p = p_{\text{dop}} = 0,112 \text{ kp/mm}^2$, vidimo, da ima naslednja velikost zavorni moment

$$M_{z+1} = \frac{p \cdot i \cdot D_2 \cdot \varphi \cdot l_1 \cdot \varphi \cdot d_1 \cdot \varphi}{2} = M_z \cdot \varphi^3$$

Zavorni momenti se stopnjujejo torej s faktorjem $\varphi^3 = 1,259^3 = 2$.

2. Ker se obodna sila F stopnjuje s faktorjem φ^2 in mora biti površinski pritisk na gumo konstanten, moramo večati premer sornika d_1 in dolžino gumijastega vložka l_1 s faktorjem $\varphi = 1,259$.

3. Ker naj obodna hitrost ne presega vrednosti 30 m/s, izhaja iz tega največja dopustna vrtilna hitrost kot pojemajoča vrsta z enakim faktorjem kakor pri premerih, t. j. s $\varphi = 1,259$.

4. Upogibna napetost v sorniku naj bo pri vseh velikostih konstantna, in sicer okrog $4,5 \text{ kp/mm}^2$ za jeklo C 45. Iz oznak na sliki št. 1 se da videti, da je upogibna napetost v sorniku enaka:

$$\sigma_u = \frac{2 M_z (l_1/2 + x)}{D_2 i \cdot 0,1 d_1^3} \quad [\text{kp/mm}^2]$$

Če iz zgornje enačbe izračunamo d_1 , dobimo faktor povečanja:

$$d_1(x+1) = \sqrt[3]{\frac{2 M_z \varphi^3 (l_1/2 + x) \varphi}{D_2 \varphi i \cdot 0,1 \sigma_u}} = d_{1x} \cdot \varphi \quad [\text{mm}]$$

Premer sornika se mora večati torej prav tako s faktorjem $\varphi = 1,259$. Vendar skušamo pri upogibni napetosti upoštevati vpliv velikosti, pri čemer naj se postopoma z večanjem premera sornika upogibna na-

petost v njem zmanjšuje, tako da je pri največjem sorniku faktor velikosti $b_0 = 0,75$.¹ To dosežemo tako, da pustimo razmak med obema polovicama sklopke $x = 5 = \text{konst.}$ Tako se bo upogibni moment počasneje večal, napetost pa se bo pri največji sklopki zmanjšala na $3,4 \text{ kp/mm}^2 = 0,75 \cdot 4,5$.

5. Pri izračunavanju momenta zamaha GD^2 lahko rezultate kontroliramo z ugotovitvijo, da se večajo vrednosti GD^2 s skokom $\varphi^5 = 1,259^5 = 3,16$, kar izhaja iz enačbe:

$$GD^2 = 2 b \varphi \gamma \pi (R^4 - r^4) \varphi^4$$

pri čemer so b širine posameznih obročev, ki sestavljajo tovrstna valjasta telesa, R in r pa zunanji in notranji polmer obroča. V oči bije tudi, da se številčne vrednosti, izmenjane za decimalno mesto, izmenoma ponavljajo, čemur je vzrok to, da je $3,16^2 = 10 = 1,259^{10}$.

6. Pri izračunu toplotne energije, ki jo lahko sklopka oddaja, s čimer lahko računamo stopnjo segrevanja sklopke med obratovanjem, moramo razločevati med toploto, ki jo sklopka lahko oddaja med mirovanjem, in toploto, ki jo lahko oddaja med vrtenjem. Prva toplota Q_0 je odvisna samo od površine sklopke in se stopnjuje s faktorjem $\varphi^2 = 1,259^2 = 1,585$. Med obratovanjem oddajana toplota pa je odvisna ne samo od površine, ampak tudi od obodne hitrosti u (m/s):

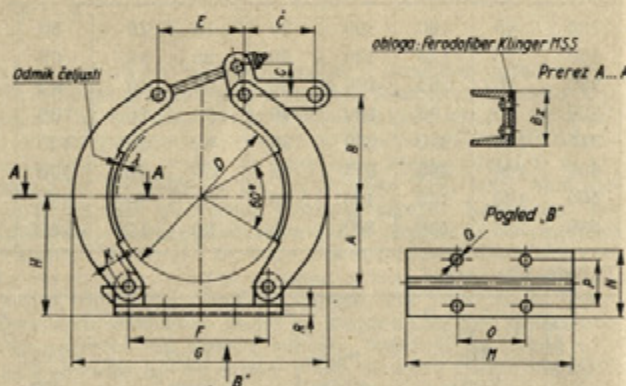
$$Q = 6,14 \Delta T \cdot \Sigma A u^{0,78} \quad [\text{kcal/h}]$$

(Enačba je izpeljana po Nusseltu.) Ker raste obodna hitrost s φ , se bo toplota stopnjevala s faktorjem:

$$\varphi^2 \cdot \varphi^{0,78} = 1,259^2 \cdot 1,259^{0,78} = 1,895$$

Kjer je: ΔT razlika temperatur okolice in sklopke, A površina sklopke.

¹ Niemann: Maschinenelemente, Springer, 1950.



Sl. 2.

Tabela 2:

Dvočeljustne zavore

D	B _z	A	B	C	C	E	F	G	H	K	M	N	O	P	Q	M _z kpm	R	λ	Teža kp
200	65	100	120	36	80	100	160	302	140	14	200	75	80	50	M 8	16	10	0,12	7
250	80	125	150	45	100	125	200	376	170	18	250	90	100	65	M 10	32	12	0,14	14
315	100	160	190	56	125	160	250	471	210	22	315	110	125	80	M 12	63	16	0,16	28
400	125	200	240	71	160	200	320	596	265	28	400	140	160	100	M 16	125	20	0,18	56
500	160	250	300	90	200	250	400	740	335	36	500	180	200	125	M 20	250	25	0,20	112
630	200	315	380	110	250	320	500	930	425	42	630	220	250	160	M 24	500	30	0,22	224

OPOMBE:

¹ Imenski zavorni moment pri ferodofibru, torni koeficient $\mu = 0,45$, površinski pritisk na čeljustih $p = 0,03 \text{ kp/mm}^2$.

² Teža zavore iz cepljene litine CL-2, specifična teža $\gamma = 7,3 \text{ kp/dm}^3$.

³ Zrak med zavornim vencem in odprto čeljustjo.

Prestava zavore je pri vseh velikostih enaka: $i = 4,9$. Vse mere so izražene v mm. Označbe glej na sliki 2.

Primer tipizacije dvočeljustnih zavor

Naslednji primer so dvočeljustne zavore, lite iz cepljene litine in obložene s ferodo-fibrom za delovanje s poprej obravnavanimi sklopkami. Po neki srednji velikosti zavore, ki si jo izrišemo v standardnih izmerah, lahko razširimo vrsto navzgor in navzdol, kakor je vidno v tabeli 2, pri čemer so vodilne naslednje osnovne misli:

1. Ker je obseg ferode 60°, izhaja zavorni moment iz enačbe:

$$M_{(x+1)} = \pi/6 \cdot D^2 B_z p \mu \quad [\text{kp mm}]$$

pri čemer je površinski pritisk med ferodno oblogo in zavornim vencem $p = 0,03 \text{ kp/mm}^2 = \text{konst.}$, a torni koeficient $\mu = 0,45$ za ferodo Klinger MSS. Za naslednjo velikost je zavorni moment (pomen oznak je razviden s slike št. 2):

$$M_{(x+1)} = \pi/6 \cdot D^2 q^2 B_z p \mu = M_x \cdot q^3$$

Potemtakem gre za skok $q^3 = 1,259^3 = 2$. Kadar koli pa vse izmere stopnjujemo s faktorjem 1,259 (R 10!), se večajo momenti s faktorjem 2, pri čemer je površinski pritisk na ferodi vedno enak.

2. Ker rastejo vse izmere s faktorjem 1,259, so v vseh delih, zlasti v čepih in čeljustih, konstantne napetosti in površinski ležajni pritiski.

3. Ker se obodne sile večajo s $q^2 = 1,259^2 = 1,58$, se zavorne sile (uteži oziroma vzmeti) večajo s $q^2 = 1,58$. Ker se vsa zavorna pota večajo s faktorjem 1,223, naraščajo zavorna dela s faktorjem $q = 1,58 \cdot 1,223 = 1,78$.

4. Ker se vse izmere večajo s faktorjem 1,259, se teža stopnjuje s faktorjem $1,259^3 = 2$.

5. Če deluje zavora na vzmet, ki je montirana med obema čeljustima, se njene izmere (debelina žice d , polmer r in pomik f) večajo prav tako s faktorjem 1,259. Pri tem dobimo sile, stopnjevanje s faktorjem $1,259^2 = 1,58$, kakor vidimo iz obeh naslednjih enačb:

$$F_{x+1} = \frac{\pi d^3 q^2 \tau_d}{16 r q} = F_x q^2 \quad [\text{kp}] \quad \text{in}$$

$$l_{x+1} = \frac{4 r^2 q^2 \pi \tau_d}{d q G} = l_x q \quad [\text{mm}]$$

kjer pomeni:

τ_d dopustno torzijsko napetost in

G strižni modul jekla.

Tabela 3:

Enostopenjski reduktorji

C	A	B	¹⁾ m	D ₁	D ₂	d ₁	d ₂	E	F	b	H	G	l	²⁾ P kW	³⁾ Teža kp
160	400	180	2	40	280	20	40	125	140	40	160	150	4	2,5	34
200	500	225	2,50	50	350	25	50	160	180	50	200	190	5	5	68
260	630	280	3,25	65	455	32	65	200	225	63	250	236	6	10	130
320	800	355	4	80	560	40	80	250	280	80	320	300	8	20	260
400	1 000	450	5	100	700	50	100	315	355	100	400	375	10	40	520
520	1 250	560	6,5	130	910	65	125	400	450	125	500	475	12	80	1 040
640	1 600	710	8	160	1 120	80	160	500	560	160	630	600	16	160	2 100
800	2 000	900	10	200	1 400	100	200	630	710	200	800	700	20	320	4 200

OPOMBE:

¹⁾ Modul ozobljenja v mm.

²⁾ Imenska moč reduktorja pri življenjski dobi 10 000 ur oziroma 3 ure na dan po B. S. S. 436 pri vstopni vrtilni hitrosti $n_1 = 1000 \text{ min}^{-1}$.

³⁾ Teža reduktorja pri varjeni izvedbi in kotalnih ležajih.

Vse izmere so izražene v mm. Ostale oznake so razvidne s slike 3. Prestava je pri vseh velikostih enaka $i = 7$, pri čemer ima pastorek 20 zob, a kolo 140. Razmerje med širino in modulom $\psi = b/m = \text{konst.} = 20$. Upogibna napetost pri imenski moči v zobu je pri vseh velikostih enaka $\sigma = 4,76 \text{ kp/mm}^2$.

Reduktor je varjen iz jeklene pločevine St 37, pastorek je iz jekla 35 Ni Cr 18 (stara označba: VCN 45), a zobnik iz jekla L 25 CrMo 4 (stara označba: SiMn 70), gredi iz jekla C 45. Vlečanje na kotalnih ležajih. Mazanje z oljno kopeljo.

Primer tipizacije enostopenjskih reduktorjev

Naslednji primer navajam s področja zobniških prenosov, na katerem so razmere že bolj zamotane, ker se hkrati pojavlja več spremenljivk, vendar je iz tabele 3 razvidno, da so tu zakoni vrste povsem enaki. Oznake v naslednjih enačbah so prikazane na sliki 3. Pri postavitvi gornje vrste za enostopenjske reduktorje so odločujoča naslednja pravila:

1. Ker je življenjska doba reduktorja odredjena (po DIN) na 10 000 ur oziroma na dobo triurnega obratovanja dnevno (po B. S. S. 436), dobimo dopustno moč glede na življenjsko dobo, t. j. obrabo iz naslednje enačbe:

$$P_{x+1} = \frac{b q D_1^2 q^2 k_{dop} i n}{6,25 \cdot 974 (i + 1)} = P_x q^3 = 2 P_x \quad [\text{kW}]$$

Ker se večajo vse izmere z 1,259, se bo moč stopnjevala s faktorjem 2. Enako izhaja iz enačbe po B. S. S. 436. Pripomniti pa je treba, da se po B. S. S. dopustna moč glede na življenjsko dobo ne večja s faktorjem 2, temveč kakor izhaja iz enačbe:

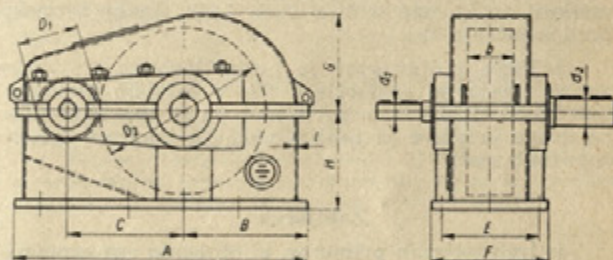
$$P_{(x+1)} = \frac{x_c s_c c n_1 z_1 \psi m^{2,8} q^{2,8}}{748 000} = P_x q^{2,8} \quad [\text{kW}]$$

torej raste s faktorjem $q^{2,8} = 1,259^{2,8} = 1,91$. Oznacbe so razvidne s slike 3, razen nižje pojasnenih:

k_{dop} dopustni površinski pritisk,

n vrtilna hitrost zobnika $[\text{min}^{-1}]$,

m modul, ostale oznacbe pa so iz B. S. S. 436.



Sl. 3.

Vendar zato, ker daje proračun po B. S. S. večje dopustne obremenitve, ki jih tu ne navajam, ne vpliva na tabelo.²

2. Dopustna moč glede na upogibno napetost je pri zobnikih bolj kontrolna vrednost in postane odločujoča šele pri zelo kratki življenjski dobi oziroma kratki dnevni dobi obratovanja (po B. S. S. 436) ali pri zelo veliki vrtilni hitrosti (nad 5000 min⁻¹), a to samo po B. S. S. 436. Moč je določena z enačbo:

$$P_{x+1} = \frac{b \varphi m \varphi \sigma_u D \varphi n_s}{2 q \cdot 974} = P_x \varphi^2 \text{ [kW]}$$

pri čemer pomeni: σ_u upogibno napetost,
q koeficient ozobljenja.

Iz tega vidimo, da raste tudi moč glede na upogib s faktorjem 2. Pri vseh velikostih reduktorjev se pojavlja v zobeh enako velika upogibna napetost, ki je mnogo manjša od dopustne napetosti za ustrezen material. Če povečujemo življenjsko dobo za reduktor, moramo dopustno imensko moč zmanjševati ali pa narobe, če je dejanska dnevna doba obratovanja manjša, in to s faktorjem φ , s katerim je treba množiti imenske moči. Pri tem služi za osnovo, da se daljša življenjska doba s tretjo potenco zmanjšanja obremenitve. Najlažje se to napravi z diagramom ali nomogramom za P_φ .

3. Premeri gredi se stopnjujejo s faktorjem $\varphi = 1,259$, ker se večajo momenti z $1,259^3$, a

$$d_{(x+1)} = \sqrt[3]{\frac{M \varphi^3}{0,2 \tau}} = d_x \varphi \text{ [mm]}$$

4. Debeline sten pri okrovu se stopnjujejo kakor vse druge izmere s faktorjem $\varphi = 1,259$, tako da dobimo vseskozi enake napetosti v vseh delih, enako varnost proti izbočenju itd.

5. Vrsta reduktorjev je postavljena na največje možno prestavno razmerje $i = 7$. V ostalem prestavo tudi lahko zmanjšamo, pri čemer pa se teža zmanjša. Za druge prestave je možno sestaviti diagram tež in dopustnih moči.

Zaključek

Iz treh zgornjih primerov, ki obsegajo vsa osnovna področja strojogradnje, je razvidno dovolj jasno in nazorno, kakšen je postopek pri znanstveni metodi tipiziranja, mimo tega pa tudi, kakšne prednosti daje tak sistem. Če po temeljitem proučevanju uspe dobra konstrukcija ene velikosti, se pravi, da je dognana, v vseh podrobnostih izdelana, z dobro izbranim materialom, zlahka razširimo navzdol in navzgor vrsto, ki daje različne velikosti stroja s prav tako dobrimi lastnostmi. To je metoda, ki bo prinesla najboljše rezultate. V kratkem obrisu naj prikažem h koncu še prednosti tipizacije.

Dolžnost vsakega konstruktorja, tehnologa in ekonomista bi bila, da se temeljito seznani z osnovnimi načeli tipizacije in jo uporablja, kjer koli le more. Treba je reči, da je proti takšnemu načinu dela še precej odpora, najsi bo med mlajšo, še bolj pa med starejšo generacijo: ta odpor izvira iz mišljenja, da ima vsak stroj lastne individualne lastnosti, ki jih je treba reševati individualno, podobno, kakor je vsako umetniško delo plod enkratnega umskega napora. Vendar gre tu za povsem drugačno dejavnost, ki temelji na smotnosti in izročilu ter skuša svoje izdelke postavljati v neko funkcionalno odvisnost in zaporedje. Meje, kako daleč je možno iti s tipizacijo in kaj je še možno obravnavati z njo, praktično ni. Kolikor se zdi kakšen

stroj kompliciran, t. j. da se pojavlja pri njem vrsta med seboj odvisnih spremenljivk, po funkcijah nevezanih in neoprijemljivih, se vendar po temeljiti spoznavi vseh njegovih lastnosti sama od sebe vsiljuje neogibna potreba tipizacije, in to z metodo, ki sem jo poprej obrazložil praktično.

Če je treba izdelati vrsto strojev ali naprav, ki imajo različne lastnosti od gornjih, ne bo težko z analizo razčleniti vse lastnosti in ob gornjih primerih izdelati tipsko vrsto. Velikega pomena pri tem je disciplina v podjetju, ki se je lotilo tipizacije: nihče ne sme odstopati od postavljenih tipov, od načina izvajanja niti od splošne, natanko začrtane linije tipizacije zlasti v primerih, ko gre za večje naprave in traja pri njih tipizacijski postopek, dokler ni zaključen celoten cikel, celo po več let. Vodilni projektant mora usmerjati celotno dejavnost v tem obdobju, a prednost, ki jo ustvarja izvršena tipizacija celotne vrste večje naprave, je izredno velika in jo je mogoče oceniti šele po več letih. Na drugem mestu opisuje avtor sistem tipizacije celotnega področja mostnih žerjavov z mački v območju vseh nosilnosti od 2 do 160 ton ter vseh razpetin od najmanjših elementov do celotnih mostov.

Razen raznih prestavnih okrovov in sklopov (objemnih, drsnih in Bibby itd.), ležajev, tekalnih koles in drugih elementov, se dajo zelo lahko razviti v vrste razne naprave kakor transporterji (ploščati, tračni, korčni), lifti, mlinci, elevatorji, razni stroji za upogibanje, krivljenje, pretiskovanje, vse vrste stiskalnic, škarij in kladiv. Slednjič je mogoče urediti v vrste črpalke in turbine, katerih hidravlične lastnosti se prav tako stopnjujejo, saj so ti problemi že obdelani v literaturi.

Seveda tipizacija ni omejena samo na čisto strojne naprave: pogostoma se mora strojnik pečati tudi z električnimi vprašanji in pokazalo se je, da se tudi te funkcije lepo podrejuje vrsti. Naj omenim, da so magneti enofaznih zavor³ stopnjevani tako, da gredo tudi električni parametri: prerez jedra, magnetni tok, jakost toka, prerez žice, vlečna sila itd. v strogem vrstnem zaporedju.

Z zgolj konstruktivno obdelavo tipske vrste pa seveda še zdaleč niso izkoriščene vse prednosti tega sistema. Načelno povsem enako, se pravi skupno in smotno, toda ne posamično, je treba obdelovati tipizirani predmet tudi v vseh drugih fazah med obdelavo od prodajnega oddelka do skladišča. Prodaja lahko sestavlja kataloge in prospekte, a vnaprejšnja kalkulacija cene, v kateri se neogibno pokažejo značilnosti stopenjskega sistema. Normiranje v izdelavi izpričuje, da se v tipski vrsti časi stopnjujejo čisto samosvoje, kajti časi priprave ostanejo pri vseh velikostih enaki, medtem ko se časi obdelave večajo z istim faktorjem kakor vse teže vrste, kajti ploskve se večajo s kvadratom skoka izmer, dodatki pa z istim faktorjem kakor izmere. Tudi delovni postopki se lahko razvijajo v vrsto, medtem ko mora biti konstruiranje naprav in sredstev za izdelavo (šablon, vpenjalnih in vrtilnih naprav) natanko prilagojeno istemu sistemu, kakršnega narekuje obdelovana tipska vrsta. Šele ko bo dognan ves proces do skladišča (teže, embalaža in transportna prostornina) v isti vrsti, bomo lahko trdili, da so bile popolnoma izkoriščene vse prednosti, ki jih daje vrstni sistem. Ne bi se hoteli globlje spuščati v te probleme; potrebne so bolj detajlne obravnave po isti tipizacijski metodi, kakor je bila zgornja, s sodelovanjem tehnologov in ekonomistov, s čimer pa je bil že izpolnjen namen tega članka: sprožiti delo po tej metodi, vzbuditi zanimanje zanjo ter izzvati analizo in poskuse na vseh področjih industrijske dejavnosti.

Avtor: ing. Marko Kos, Litostrojski, Ljubljana

² Podrobneje glej članek M. Kosa: »Primerjalna študija nemškega, angleškega in ameriškega standardnega preračuna zobniških prenosov«, SV 1958 — 1/2.

³ Glej članek M. Kosa: »Razvoj elektromagnetskih zavor«, SV 1957, 1/2.