

# DARU ACÉLSZERKEZETEK CSAPOS KÖTÉSEINEK VIZSGÁLATA

SVÁB János

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar  
Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszék

A Magyar Hajó- és Darugyár daru acélszerkezetek nagyméretű elemeinek gyors és megbízható helyszíni szerelésére csapos kötéseket kezdett használni. A kötéseket véletlenszerűen változó lengő terhelés veszi igénybe. Ilyen terhelésű csapos kötések kialakítására és méretezésére a szakirodalomban eljárást nem találtunk. Az MHD a Tanszékét bízta meg az optimális kialakítás és a méretezési eljárás kidolgozásával.

Az MHD és a Tanszék a kialakítás és a méretezés feltételeit az alábbiakban határozta meg:

- a könnyű megmunkálhatóság érdekében a kettős hevederes kötés hengeres furattal készüljön;
- a kötőelem szerelését annak minél lazább illesztése könnyítse meg;
- a vizsgálatot a legnagyobb igénybevételt adó állandó amplitúdójú lengő terheléssel ( $R = -1$ ) kell elvégezni;
- kívánatos, hogy a kötés elérje az  $N_{\max} = 2 \cdot 10^6$  ciklusszámnak megfelelő élettartamot;
- a kötetést A 38 B minőségű — a leggyakrabban használt — szerkezeti anyagra kell kidolgozni.

A nyíróigénybevételnek kitett csapok és a kötés hevedereinek lengő terhelésre méretezése a szakirodalom alapján megoldottnak tekinthető. Ezek szerint határozták meg a gyár Darutervező irodájában a csapos kötések fő méreteit. Az alkalmazott hengeres furatátmérők  $d = 30 + 100$  mm között vannak, a kettős hevederkötés szélessége pedig nagyságrendileg megegyezik a furat átmérőjével.

Vizsgálatainknál először a laza illesztések lehetséges relatív játékait határoztuk meg. A járatos laza illesztések: H7/d8, H7/e8, H7/f7 és H7/g6. Az alkalmazott átmérőket átfogó sávban a relatív játékok  $\left(\psi = \frac{\Delta d}{d}\right)$ :

d	=	24	65	200 mm
$\psi_{\min}$	=	0,0006	0,0003	0,00015
$\psi_{\max}$	=	0,0154	0,0063	0,0034

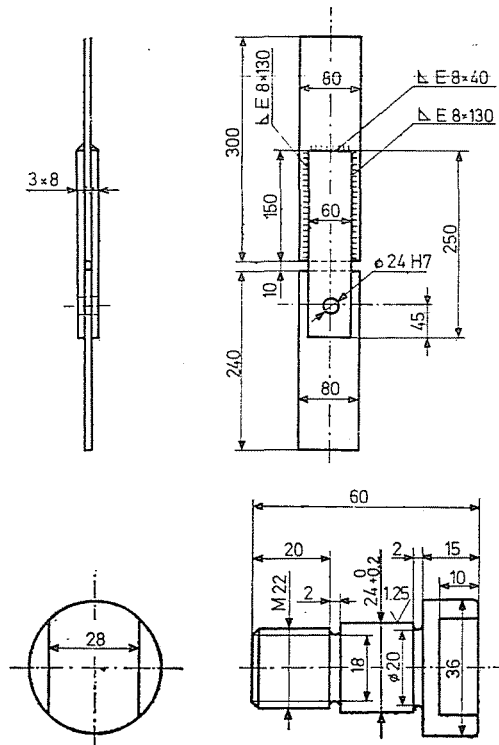
A gyakorlatban a csapok felületi terhelésére ( $p_{\max} = F_{\max}/d \cdot b$ )  $p_{\max} = 200$  MPa értéket engednek meg.

A fárasztó vizsgálatokat a Közlekedésmérnöki Kar Mechanika Tanszékének és a Vasipari Kutatóintézet segítségével végeztük el. A próbatestek kialakítását és a méreteit a rendelkezésre álló pulzátor paramétereinek figyelembevételével határoztuk meg. A kötés fő jellemzői  $d = 24$  mm,  $b_1 = b_2 = 8$  mm, a játék pedig  $\Delta d = 0 \pm 0,2$  mm ( $\psi = 0 \pm 0,0208$ ). A próbatest rajzát az 1. ábra mutatja. A csap anyaga: A 60 B.

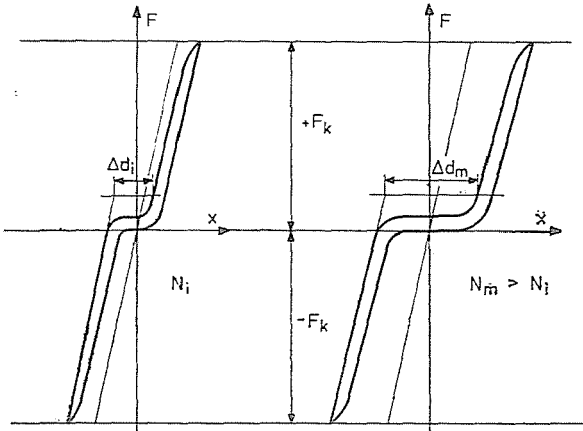
A fárasztás során a játékot az első ciklusnál, majd meghatározott ciklusszámonként úgy mértük, hogy a pulzátor lassú fel- és leterhelésével hiszterézis hurkot ( $F = F(\Delta x)$ ), rajzoltattunk, és lemértük a terhelés előjelváltozásánál a hurok eltolódásának az értékét, ami azonos a csap és a furat játékával (2. ábra).

A mérésorozatból kiválasztott négy próbatest játékának növekedését a ciklusszám függvényében a 3. ábrán láthatjuk. A mérésekből egyértelműen megállapítottuk, hogy a kezdetben nagyobb relatív játéku próbatestek károsodása gyorsabban bekövetkezett, mint a kisebb játékuaké.

A fenti megállapítás ismeretében az MHD hasított, belül kúpos, kívül hengeres hüvelyű kötést készített. A hüvelybe csavarral behúzott kúpos csappal



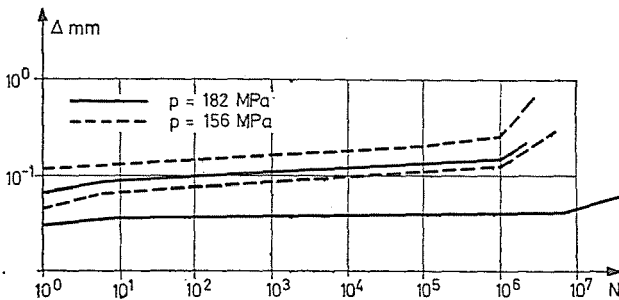
1. ábra



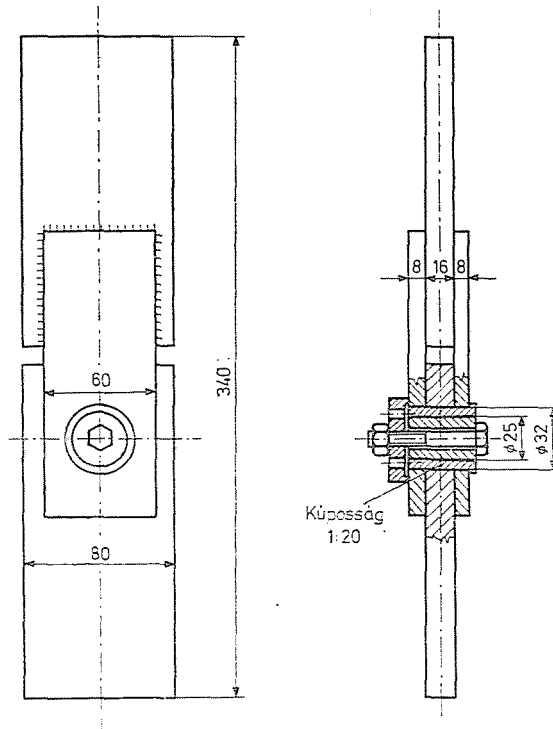
2. ábra

a játékok elméletileg, de a mérések szerint gyakorlatilag is nullára csökkenthetőek. A gyakorlati kialakításnak megfelelő próbatestet a 4. ábra mutatja. A hasított hüvely anyaga: A 37 B, a kúpos csapé A 60 B, a csavaré pedig A 60 B. A méreteket a Vasipari Kutatóintézet pulzátorának megfelelően határoztuk meg. A pulzátor terhelhetősége  $f = 5$  Hz frekvenciánál és  $R = -1$  terhelési módnál  $\pm 100$  kN. A biztonság érdekében  $\pm 80$  kN értékkel számoltunk. A megengedhető felületi feszültség értékét a hevederekre  $\sigma_{H1} = 300$  MPa, a csapra  $\sigma_{H2} = 500$  MPa értékűre vettük. A redukált érték a  $\sigma_{Hr} = \frac{2\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$  összefüggés alapján  $\sigma_{Hr} = 375$  MPa. A két összesimuló hengeres felületen ébredő legnagyobb nyomás értéke:

$$P_{\max} = \frac{F}{b \cdot d} \frac{4}{\pi} \leq \sigma_{Hr}.$$



3. ábra



4. ábra

$F_{\max} = 80 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{Hr} = 375 \text{ MPa}$  felvételével  $b \cdot d = 509,3 \text{ mm}^2$  értéket kapunk.  $b_2 = D/2$  esetében a furat átmérője  $d = 32 \text{ mm}$ , a hevederek vastagsága pedig  $b_1 = 8 \text{ mm}$  és  $b_2 = 16 \text{ mm}$ .

A hüvely szétfeszítéséhez szükséges belső nyomást és a hüvelyben ébredő hajlító feszültséget először az 5. ábra szerinti modell alapján számítottuk, majd abból az egyszerű feltételből, hogy a besajtolt hasított gyűrű sugara  $r$  értékről körben  $r + \Delta r$  értékre növekszik.

Az első módszerrel számolva:

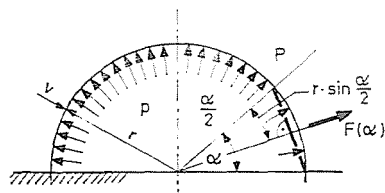
$$p = 352 \psi,$$

a második módszerrel:

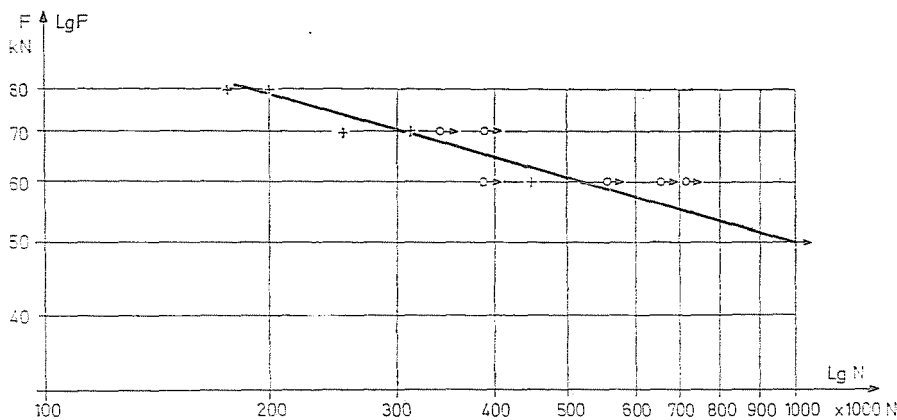
$$p = 333 \psi \text{ adódott.}$$

Feltételezve, hogy H7/f8 illesztéshez tartozó  $\psi = (0,78 \pm 2) \cdot 10^{-3}$  relatív játék a deformáció során  $\psi = 0$ -ra csökken,  $p_{\min} = 0,275$ ,  $p_{\max} = 0,906 \text{ MPa}$  adódott. A deformáció során a gyűrűben ébredő legnagyobb hajlítófeszültség  $\sigma_{h \max} = 104 \text{ MPa}$ , a besajtoláshoz szükséges legnagyobb erő az

$$F_s = 4r b p (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$



5. ábra



6. ábra

összefüggés alapján, és

$$\mu = 0,1 \text{ és } \alpha = 1,432^\circ \text{ értékekkel}$$

$$F_{s\max} = 135 \text{ N.}$$

A terhelési szintek és az ennek megfelelő felületi nyomás értékek:

$F$ kN	$P$ MPa	$P_{\max}$ MPa
80	156	199
70	136	174
60	117	148
50	98	124

A fárasztást befejezettek tekintettük, ha a 0 ciklusszámnál mért játék rohamosan növekedni kezdett.

A mérések eredményét a 6. ábra mutatja. Az ebből számított regressziós görbe egyenlete:

$$F N^{0,292} = 2825 \text{ kN}$$

A varratok gyenge minősége miatt több próbatest a furat károsodása előtt már tönkrement.

Az ismertetett regressziós egyenlet ezért csak durva közelítésnek tekinthető és természetesen csak az adott kialakítású és anyagú kötésre érvényes.

A méréseket első osztályú varratokkal készített próbatestekkel  $F_1 = 70$  kN és  $F_2 = 50$  kN terhelési szinteken megismételtük. A mérési eredmények feldolgozása folyamatban van. Ennek eredményéről a Konferencián számolok be.

Dr. Sváb János egy. tanár, a műszaki tudományok kandidátusa