



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Gépszerkeztani Intézet Gépelemek Tanszék

Siklócsapágyak vizsgálata

segédlet a laboratóriumi gyakorlathoz

Siklócsapágyak vizsgálata

Siklócsapágyak

A csapágyazások feladata a forgó tengelyek megtámasztása, vezetése, a rájuk ható terhelések felvétele, átadása a gép állványszerkezetének. A csapágyazásokban a kialakuló mozgásviszonyoktól függően alapvetően kétféle csapágyat különböztetnek meg: *gördülő csapágyazást*, ahol a csapágy futópályáin a golyók vagy a görgők legördülnek, illetve *sikló csapágyazást*, ahol a csapágy elemek csúsznak egymáson. Siklócsapágyat már az ókorban is használtak fazekas korongok, íjfűrók, kocsis tengelyek stb. megtámasztására, és még ma is elterjedten alkalmazzák gépészeti berendezések tengelyeinek vezetésére olyan esetekben, amikor előnyösebbek a gördülőcsapágyaknál.

Legfontosabb előnyei a gördülőcsapágyakkal szemben:

- egyes területeken olcsóbbak,
- csendesebbek,
- jól csillapítanak,
- teherbírásuk nagyobb lehet,
- magasabb fordulatszámokon is üzemeltethetők,
- nagy méretben és osztott kivitelben is készülhetnek,
- egyes típusaik kenés nélkül is működtethetők,
- különleges környezeti körülmények között is használhatók stb.

Ugyanakkor hátrányosabbak lehetnek, mert:

- nagyobb a súrlódásuk,
- érzékenyek a kenéskimaradásra,
- készen kapható elemeik sok területen nem használhatók,
- a radiális és az axiális terhelés felvételére általában külön csapágy szükséges,
- kopnak, ezért viselkedésük az üzemelés során változik,
- nem feszíthetők elő.

A siklócsapágyak akkor működnek hatékonyan, ha elemeik anyagát és szerkezeti kialakítását a követelményeknek megfelelően nagy gondossággal választják ki. Az egyik elem (pl. a tengelycsap, vagy a támasztó tárcsa) rendszerint acélból vagy öntöttvasból, a másik elem (pl. a persely, a csapágygyűrű) csapágyfémből, öntöttvasból vagy valamilyen nemfémes szerkezeti anyagból készül. A siklócsapágyak a legkülönbözőbb területeken kerülnek felhasználásra, ezért nagyon sokféle követelményt kell kielégíteniük. E követelmények kielégítésében fontos szerepet játszik csapágyanyag kiválasztása.

Általában azok a kedvező csapágyanyagok, amelyek rendelkeznek az alábbi tulajdonságokkal:

- nagy teherbírás,
- kedvező kopásállóság,
- jó beágyazó-képesség,
- megfelelő bejáródási hajlam,
- alkalmazkodó képesség,
- jó szükségfutási tulajdonság,
- nagy korrózióállóság,

- megfelelő berágódási ellenállás,
- jó hővezető képesség,
- kis hőtágulás,
- jól tapad hozzá a kenőanyag.

Egyes területeken emellett még további tulajdonságok figyelembevétele is szükséges lehet.

Csapágyfémek

Fehérfémek (Babbit)

Ón vagy ólom ötvözetek, amelyek a tulajdonságok javítására kis mennyiségben rezet, nikkelt, kadmiumot is tartalmazhatnak. Az **ónötvözet** drágább, mint az ólomötvözet, de teherbírása és korrózióállósága kedvezőbb. Az **ólomötvözeteket** az olaj savtartalma megtámadja.

A fehérfémek lágyak, ezért jó a beágyazó-képességük, a bejáródási hajlamuk, az alkalmazkodó-képességük, a szükségfutási tulajdonságaik, de kis szilárdságuk miatt tömör csapágyak nem készíthetők belőlük. Főleg a nagy méretű siklócsapágyak (pl. generátor, gőzturbina, ventilátor, hajtómű, villamosmotor csapágy) futófelületét (bélését) öntik ki fehérfémből (többrétegű csapágyak), ahol a csapágyersely acél, öntöttvas vagy bronz. Kisebb teljesítményű (pl. gépjármű, kis traktor, úttisztító gép) belsőégésű motorok fő- és hajtórúd csapágyainak acél perselyei szintén vékony fehérfém béléssel készülnek (a vékony bélésfém teherbírása, az acél csapágyersely támasztó hatása miatt, elegendően nagy a motorban ébredő váltakozó csapágyterhelések felvételére).

Rézötvözetek

Az **ónbronzok** 4-12 % ónt tartalmazó rézötvözetek, amelyek szilárdsága, kopásállósága, korrózióállósága kiváló, de beágyazó-képességük, alkalmazkodó képességük, bejáródási hajlamuk, szükségfutási tulajdonságaik lényegesen elmaradnak a fehérfémekétől. Sok területen használt csapágy anyag, amelynek kedvezőtlen tulajdonságait hatékony kenéssel, és megfelelő konstrukciós kialakítással kompenzálják (1. és 2. ábra).

Az **ólombronzok** 10-30 % ólmot tartalmazó csapágyfémek. Az ólom nagy része nem oldódik a rézben, hanem apró ólomszemcsék formájában oszlik el a csapágyfémekben. Üzem közben a terhelés hatására a szabad ólom kinyomódik és elkenődik a súrlódó felületen, ami kiváló siklási tulajdonságokat hoz létre. Az ólombronzok beágyazó-képessége, bejáródási hajlama, alkalmazkodóképessége, kopásállósága, szükségfutási tulajdonságai lényegesen jobbak, mint az ónbronzoké. Tömör perselyek rendszerint nem készülnek belőlük, csak hasonló csapágybélések, mint a fehérfémekből. Az ólombronz bélésű csapágyerselyek teherbírása több mint kétszerese a hasonló kialakítású fehérfém bélésű csapágyakénak, ezért ezeket a perselyeket nagyobb terhelésű gépek (pl. nagyobb belsőégésű motorok: hajó, vasúti mozdony, tehergépjármű motorok, valamint dugattyús kompresszorok) csapágyazásához használják (3. ábra).

Egyéb fémek anyagok

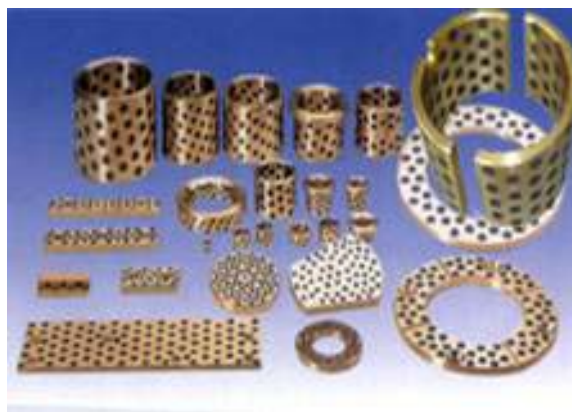
Alumíniumbronz csapágyerselyek (10% alumínium tartalommal) is előfordulnak a gyakorlatban ott, ahol a perselyt alkotó elem a csapágyazás mellett más feladatokat is ellát (Pl. a csigakerék), vagy fontos a korrózióállóság. Az alumíniumbronz szilárdsága nagy, de siklási tulajdonságai kedvezőtlenek: gondos kenésre van szükség.

Lemezgrafitos öntöttvasból is készülhet kis terhelésű csapágypersely, amelynek grafitartalma jó szükségfutást biztosít, de rossz beágyazó és alkalmazkodó képességük miatt az öntöttvasak nagy terhelésű csapágyak készítésére nem alkalmasak. Ma már ritkán fordul elő, hogy nagy terhelésű gép siklócsapágy perselye öntöttvasból készül.

Az **alumínium ötvözetek** nem a legjobb csapágyanyagok, mégis használják azokat ott, ahol az alumínium kis sűrűsége, nagy szilárdsága és korrózióállósága előnyös. Az alumínium siklási tulajdonságait ón ötvözéssel javítják. A 6% ónt tartalmazó alumínium ötvözetből tömör siklócsapágy perselyeket készítenek. A 20% ónt tartalmazó alumíniumból, porkohászati eljárással, hasonló csapágybéléseket alakítanak ki acél csapágyperselyben, mint fehérfémből vagy ólombronzból (3. ábra). Ezeket a vékony alumíniumötvözet bélésű csapágyperselyeket is használják a nagyteljesítményű dugattyús gépek fő- és forgattyú csapágyaiban.



1. ábra Ónbronz csapágy perselyek és támasztó gyűrű



2. ábra Szilárd kenőanyaggal ellátott bronz csapágy perselyek és csúszó elemek

Főcsapágy persely



Hajtórúdcsapágy persely

3. ábra Vékony bélésfémme készült belsőégésű motor főcsapágy és hajtórúdcsapágy perselyek

Nem fémes csapágyanyagok

Nagy terhelés esetén a súrlódás és kopás csökkentése, a berágódás megakadályozása érdekében a fém siklócsapágyakat kenni kell. Olyan területeken, ahol kenésre nincs lehetőség (igen magas, vagy igen alacsony a hőmérséklet, fokozottak a tisztasági követelmények), olyan csapágyanyagokat kell használni, amelyek kenés nélkül is üzemelhetnek. Csak olyan anyagok jöhetnek számításba, amelyek nem tapadnak a tengely felületéhez (nem alkotnak vele erős adhéziós kötést). Közéjük tartoznak a **műanyagok** (pl. PA, POM, PETP, PTFE, HDPE, UHMWPE, PI, PEEK), a kő, a gumi, a keményfém, a kerámia, valamint az erre a célra készített **fém- vagy műanyag kompozitok**. A fém- és műanyag kompozitok a súrlódás és kopás csökkentése érdekében szilárd kenőanyagokat (pl. grafit, MoS₂, PTFE (2. ábra)), és gyakran erősítő anyagokat is (pl. kerámia vagy szénzálakat illetve porokat) tartalmaznak. A műanyag kompozitokba kenőolajat is tehetnek.

Műanyagok

Előnyös tulajdonságaik miatt sok területen használnak műanyag siklócsapágyakat és csúszó vezetőket.

A műanyag csapágyak előnyösebbek a fémcsapágyaknál, mert

- korrózióállóak,
- vízzel és más folyadékkal is kenhetők,
- egyszerűen és olcsón előállíthatók,
- tömegük kicsi,
- kis csúszási sebességen nagy terhelés felvételére képesek.

Hátrányuk ugyanakkor

- a rossz hővezető képesség,
- a kis szilárdság,
- a kis hőállóság,
- a nagy hőtágulás, és
- a kis méretstabilitás.

A műanyag csapágyak teherbírásának növelése érdekében vagy vékony csapágy perselyeket készítenek (szalagcsapágyak), vagy fém perselyekben vékony műanyag futóréteget alakítanak ki (4-7. ábrák). Mindkét esetben érvényesülhet a fémpersely támasztó hatása, és a vékony műanyag réteg kedvezőbb hővezető képessége.

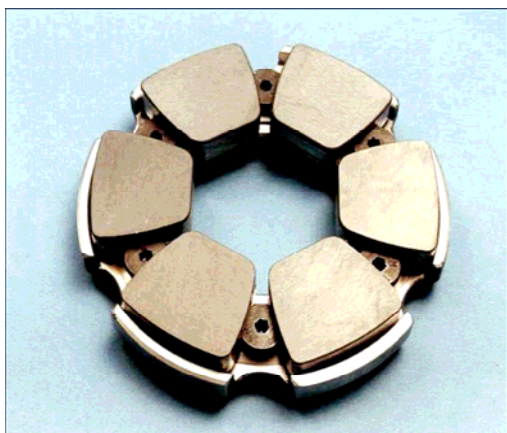


4. ábra Acél siklócsapágyak PTFE futófelülettel. Kenést nem igényelnek

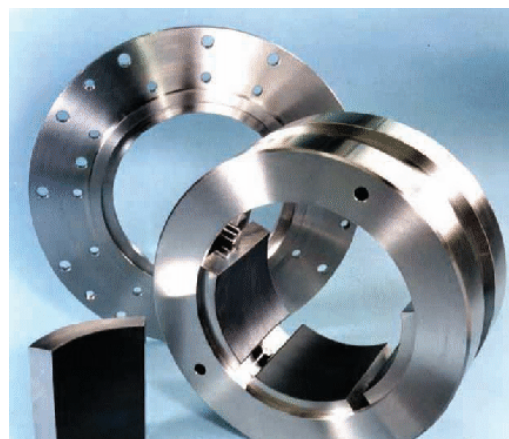


5. ábra Acél siklócsapágyak POM futófelülettel. Szereléskor egyszer kenőzsírral megkenik

A szárazon, illetve határkenéssel működő csapágyak teherbírását az anyag szilárdsága, kopása és a melegedés korlátozza. A túlzott kopás és melegedés megakadályozása érdekében rendszerint a $p=F/BD$ átlagos csapágyterhelés és a $v=D\omega/2$ csúszási sebesség szorzata, a $p\cdot v$ érték nagyságát korlátozzák, ami nem haladhatja meg az adott anyagpárra megengedett értéket (D – a csap átmérője, B – a persely szélessége). Rossz hővezető képességük miatt a műanyag csapágyakra megengedett $p\cdot v$ érték kicsi: 0,1- 0,3 N/mm²·m/s. A nagyteherbírású, hőálló műanyagok (pl. PI, PAI, PEEK), valamint a vékony műanyag futófelületek esetén azonban a $p\cdot v$ érték ennél lényegesen nagyobb lehet (1,5 – 3,6 N/mm² m/s)



6. ábra Szénszállal erősített PEEK futófelülettel készült beálló-sarus talpcsapágy



7. ábra Szénszállal erősített PEEK futófelülettel készült beálló-sarus radiális siklócsapágy

Műszenek

Korrózióállóságuk és vegyszerállóságuk miatt egyes területeken használnak elektrografit vagy kemény műszen siklócsapágyakat (8. ábra), pl. vízszivattyúk, kis villamos motorok, villamos kézi szerszámok, mezőgazdasági kisgépek, irodagépek és háztartási gépek tengelyeinek csapágyazására. Jó hővezető képességük miatt egyes területeken előnyösebbek lehetnek a műanyag csapágyaknál, de ridegek, ezért erős dinamikus terhelések esetén nem használhatók. Az elektrografit csapágyak kenés nélkül is üzemelhetnek, a kemény műszen csapágyakat azonban kenni kell. Vízenéssel is kiválóan működnek.



8. ábra Műszen csapágyak



9. ábra Kerámia csapágyak és gyűrűk

Kerámiák

A kerámia siklócsapágyak (9. és 10. ábra) elsősorban nagy keménységük, hőállóságuk és vegyi ellenálló képességük miatt előnyösebbek más csapágyanyagoknál. Főleg magas hőmérsékleten vagy erős koptató hatásnak kitett berendezésekben kerülnek felhasználásra: pl. vegyipari keverőkben, szivattyúkban, szennyvízkezelő berendezésekben, élelmiszeripari gépekben. Nagy keménységük miatt megmunkálásuk munkaigényes, ezért a kerámia csapágyak drágák.

Az utóbbi években terjednek a kerámia bevonatú siklócsapágy elemek is (11. ábra), amelyekkel sok területen jelentősen megnövelik a hagyományos siklócsapágyak teherbírását és élettartamát.



10. ábra Élelmiszeripari gépek kerámia siklócsapágyai



11. ábra Szilíciumkarbid futófelületű radiális siklócsapágy és talpcsapágy elemek (perselyek, és szegmensek, valamint hüvelyek és támasztó tárcsák)

Különleges követelmények kielégítésére *egyéb csapágyanyagokat* is használnak. A mezőgazdasági gépekben, kisebb követelmények esetén, kenőolajjal átitatott **facsapágyakat** építenek be (12. és 13. ábra), amelyek különösen előnyösek ott, ahol a nedves és szennyezett környezet, valamint az erős dinamikus igénybevételek más csapágyak gazdaságosan nem alkalmazhatók.



12. ábra Facsapágy perselyek

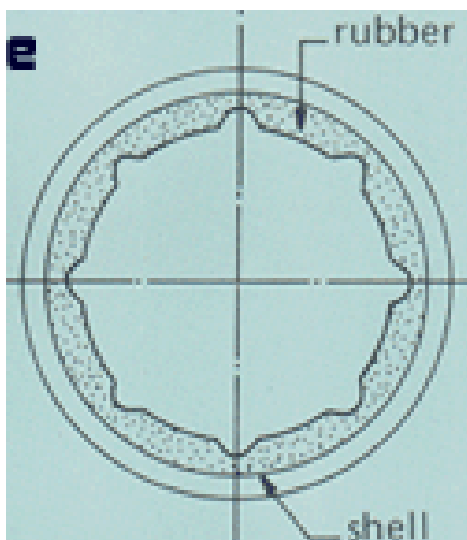


13. ábra Egyszerű beálló facsapágy



14. ábra Fából készült mélyhornyú golyócsapágy

A fába bevitt kenőolaj hosszú ideig gondoskodik a hatékony kenésről, de a teherbírás növelése érdekében a facsapágyak időszakonként megkenhetők, vagy folyamatos kenéssel is működtethetők. Hajókon is előfordulnak facsapágyak, sőt gördülő csapágyakat is készítenek fából (14. ábra).



15. ábra Gumi csapágy

Gumi csapágyak

Gumi alátámasztásokat gyakran használnak kis elmozdulás esetén, pl. hidak, épületek, csővezetékek alátámasztására, ahol nincs csúszás a támasztó felületeken, hanem a gumi rugalmassága engedi meg a hőtágulásból, vagy mechanikai alakváltozásból eredő elmozdulást. Amennyiben nagyobb elmozdulásra van szükség, a korszerű híd és cső alátámasztásoknál PTFE réteget alakítanak ki a gumi felületén, amelyet nagyon sima rozsdamentes acél felülettel párosítanak. Hajó tengelyek csapágyazására használnak gumicsapágyakat, amelyeket vízzel kennek (15. ábra).

A siklócsapágyak kenése

A siklócsapágyak hatékony, megbízható működésének, a súrlódás és kopás csökkentésének leghatékonyabb eszköze a kenés, ezért, ha lehetőség van rá, a siklócsapágyakat kenőolajjal, kenőzsírral, kenőpasztával vagy szilárd kenőanyaggal kenik. A kenés legfontosabb feladata a súrlódó felületek elválasztása, a szilárdtest érintkezés megakadályozása, és ezáltal a súrlódás és a kopás irányítása, rendszerint csökkentése.

A kent gépszerkezetek normális működése során *határkenés*, *vegyes kenés* vagy *tiszta folyadékkenés* állapot alakul ki. A legkedvezőbb rendszerint a tiszta folyadékkenés állapot, amely a legegyszerűbben hidrodinamikai hatással alakítható ki, ha annak feltételei megvannak (van az egymáson elmozduló felületek között viszkozus kenőanyag, amely tapad a felületekhez, és a felületek elmozdulásának irányában szűkülő rés). Hidrosztatikus hatással is

kialakítható a tiszta folyadékkenés állapot (ahol a viszkózus és a felülethez tapadó kenőanyagot szivattyú nyomja a hordozó felületek közé, ami költséges segédberendezéseket, és jelentős üzemeltetési költségeket igényel).

A hidrodinamikai hatást először 1883-ban Tower mutatta ki kísérletekkel, és amelyre építve Reynolds kidolgozta a hidrodinamikai kenés elméletet, felírta annak alapegyenletét (Reynolds egyenlet).

A hidrodinamikai kenés lényege az, hogy a gépelemek egymáson terhelés alatt elmozduló felületei a hozzájuk tapadt viszkózus kenőanyagot a mozgás irányában szűkülő térbe kényszerítik, ahová az összes folyadék nem fér be, ezért nyomás alakul ki, amely a folyadék többletet kinyomja. Megfelelően kialakított siklócsapágyban a létrejött hidrodinamikai nyomás olyan nagy lehet, hogy a csapágy terhelését felveszi, a csapágyperselyt a tengelycsap felületétől elemeli, közvetlen érintkezésüket megakadályozza.

A hidrodinamikai nyomás a felületek egymáson elcsúsztatásával (tangenciális hatással), vagy a felületek közelítésével (a kenőanyag kiszorításával) egyaránt kialakítható. A változó üzemállapotú, olajjal kent súrlódó elemek között kialakuló hidrodinamikai nyomást e két hatás együttesen hozza létre (pl. dugattyús gépek siklócsapágyaiban).

A hidrodinamikai nyomás az alábbi Reynolds egyenlet megoldásával határozható meg:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[h^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right] - 6\eta \left[(U_1 + U_2) \frac{\partial h}{\partial x} + 2V \right] = 0$$

Az egyenletnek általános megoldása nincs, eddig analitikusan mindig csak egyszerűsítő feltételekkel oldották meg, vagy numerikus megoldást alkalmaztak. A nyomáseloszlás meghatározása után, annak integrálásával, számítható a csapágy teherbírása a csap helyzetét jellemző relatív excentricitás függvényében. A nyomáseloszlást felhasználva meghatározható a siklócsapágy kenéséhez: a terheléshez tartozó kenőfilm vastagság állandó fenntartásához szükséges kenőolaj mennyisége.

A csapágyban a súrlódási veszteséget a kenőfilm nyírása idézi elő. A kenőanyag dinamikai viszkozitásának ismeretében, a Newton egyenlet felhasználásával, a csap felületénél, a kenőfilmben kialakuló áramlási sebesség gradiens segítségével, felírható a csap felületét terhelő nyírófeszültség függvény. Ezt integrálva a csap felületén számítható ott feltételezett súrlódási erő, és abból a súrlódási tényező. A súrlódási erő és a kerületi sebesség szorzata adja a súrlódásból eredő teljesítmény veszteséget, amelyből a hőelvezetési feltételek ismeretében számítható a csapágy hőmérséklete.

Az állandósult üzemállapotú hidrodinamikai kenésű siklócsapágyak teherbírása, kenőanyag szükséglete és súrlódási tényezője kifejezhető viszonylag egyszerű dimenzió nélküli jellemző számokkal, amelyek csak a csapágy ε relatív excentricitásától, B/D szélesség-viszonyától (és esetleg az olaj bevezetés helyétől) függnek.

A terhelési szám (Sommerfeld szám): $S_t = \frac{F}{BD} \frac{\psi^2}{\eta\omega} = S_t \left(\varepsilon, \frac{B}{D} \right)$

Az olajfogyasztási szám $q_1 = \frac{Q}{D\psi\omega} = q_1 \left(\varepsilon, \frac{B}{D} \right)$

A súrlódási szám: $C = \frac{\mu}{\psi} = C \left(\varepsilon, \frac{B}{D} \right)$

Tervezéskor a csapágyak méretezése e három dimenzió nélküli szám segítségével elvégezhető: számítható a folyadék súrlódási állapot megbízható fenntartásához szükséges kenőolaj viszkozitása, a kenéshez szükséges kenőanyag mennyisége, a csapágy hőmérséklete, és megállapítható szükség van-e a csapágy hűtésére.

Csapágyvizsgálatok

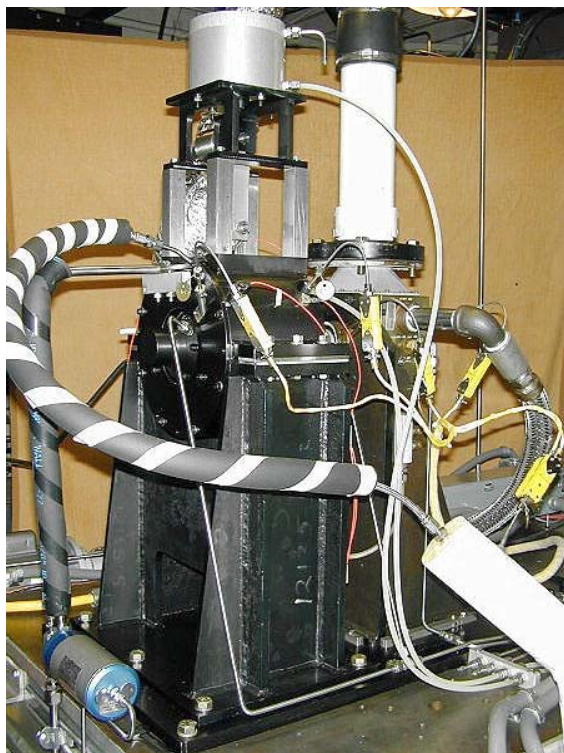
Bár a siklócsapágyak működése során lehetőleg a hidrodinamikai kenésállapot kialakítására törekszenek, ennek feltételei üzem közben azonban nem mindig állnak fenn: a gépek indításakor és leállításakor gyakorlatilag vegyes súrlódási állapot jön létre, amikor a részben kialakuló szilárdtest érintkezés miatt nagyon fontos, hogy a csapágyanyagok megfelelő siklási tulajdonságokkal - kis adhéziós hajlammal, kedvező súrlódási jellemzővel, kopásállósággal és berágódási ellenállással - rendelkezzenek. Ezek a tulajdonságok természetesen függenek a tengely anyagától és a kenőanyagtól is.

A siklócsapágyakban a vegyes súrlódás alatt kialakuló súrlódási, kopási és berágódási folyamatok rendkívül összetettek, azok számításával ma még megbízhatóan nem határozhatók meg, ezért a siklócsapágyak viselkedését: teherbírását, súrlódási veszteségét, berágódási szilárdságát, a folyadék kenésállapot kezdetét jelző határfordulatszámát, a kenés hatékonyságát gyakran kísérletekkel határozzák meg.

Az egyik régóta használt csapágyvizsgálati eljárás a határterhelés vizsgálat, amely különböző sebességen határozza meg azt a legnagyobb terhelést, amelyet a csapágy, károsodás nélkül, elvisel. Ez a vizsgálati módszer egyidejűleg veszi figyelembe a kenőanyag, a csapágy anyag és a csapágy kialakítás hatását. A vizsgálat során lépcsőzetesen addig növelik a csapágy terhelését, amíg a hőmérséklet gyors növekedése nem jelzi a kenésállapot rosszabbodását, és a meghibásodás kezdetét. Gyakran már a súrlódási nyomaték gyors emelkedése is jelzi, hogy a csapágy tovább nem terhelhető anélkül, hogy meghibásodna.

A változó terhelésű siklócsapágyak (pl. belsőégésű motor csapágyak, dugattyús szivattyú és kompresszor csapágyak) fontos jellemzője a csapágy persely futófelület kifáradási szilárdsága, ami szintén csapágy vizsgálatokkal határozható meg. Erre a célra olyan vizsgáló berendezéseket építenek, amelyekben a csapágy terhelését, rendszerint körülfordulásonként, széles tartományban változtatják, és ezzel a csapágy perselyben nagymértékbe változó lüktető feszültséget alakítanak ki. A terhelésváltozást rendszerint excenterrel, centrifugális erővel, vagy hidraulikus munkahengerekkel idézik elő.

A gyakorlatban számos vizsgáló berendezést használnak. Közülük csak két korszerűen felszerelt siklócsapágy vizsgáló berendezés bemutatására kerül itt sor (16. és 17. ábra). Jellemző tulajdonságaikat az ábra alatti szöveg sorolja fel.



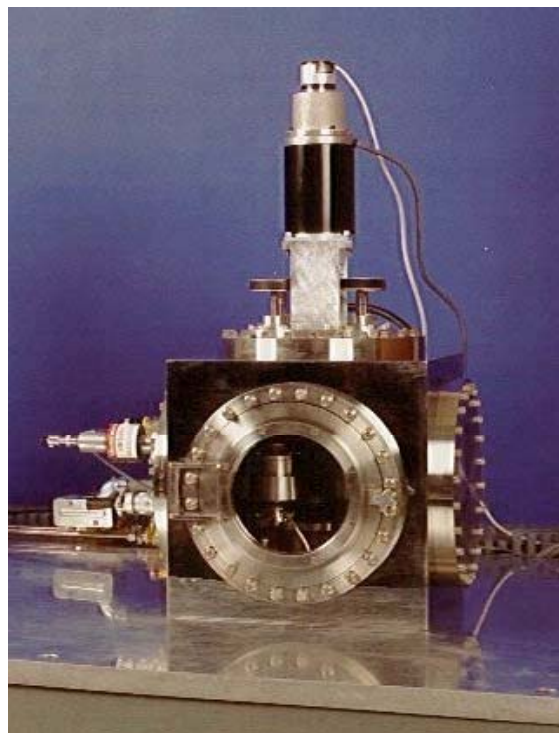
16. ábra Olajkenésű radiális és axiális csapágyvizsgáló berendezés

Állandó, vagy változtatható terhelés
 Legnagyobb radiális terhelés 13 000 N.
 Legnagyobb axiális terhelés 3 000 N.
 Legnagyobb fordulatszám 25 000 1/min
 Csapágy átmérő 100 mm
 Csapágy szélesség 50 mm
 Automatikus indítás leállítás, olajellátás változtatás.
 Mért mennyiségek:
 Radiális és axiális terhelés
 Tengely fordulatszám
 Kenőolaj áram
 Be és kilépő olaj hőmérséklete
 Olajnyomás
 Csapágy persely hőmérséklete
 Relatív excentricitás, csappálya.

A mérés

A mérés célja a nem kent és kent állapotban is üzemeltethető műanyag siklócsapágyak viselkedésének meghatározása mindkét állapotban.

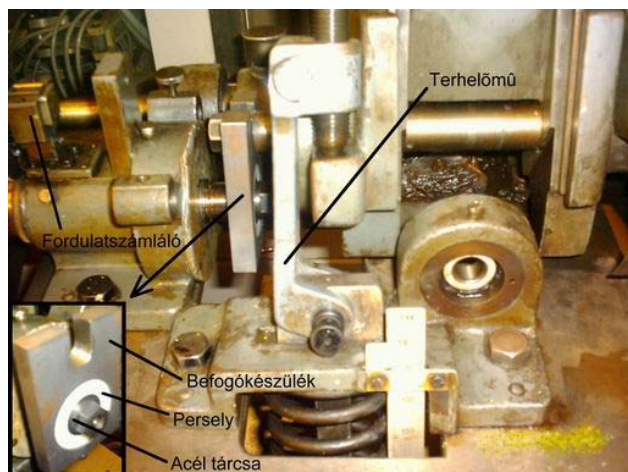
A siklócsapágyak viselkedésének, súrlódási és kopási jellemzőinek, valamint határterhelésének vizsgálatára alkalmas a korábbi mérésekből már ismert AMSLER típusú vizsgáló berendezés. Jelenlegi mérésekhez is ez a berendezés kerül felhasználásra (18. ábra).



17. ábra Vákuum csapágyvizsgáló berendezés

Gördülőcsapágyak vizsgálata vákuumban.
 Súrlódási nyomaték és (kifáradási vagy kopási) élettartam meghatározása.
 A világűrben uralkodó környezetet modellezi.
 Folyamatos vagy váltakozó irányú forgatás.
 Legnagyobb fordulatszám 4800 1/min.
 Legkisebb nyomás a vákuumtérben 10^{-8} torr.
 A csapágy hűthető és melegíthető
 Hőmérséklet tartomány $-40 \dots +50^\circ\text{C}$.
 Kenés: zsír vagy szilárd kenőanyag.
 Számítógéppel irányított mérési folyamat.
 Előfeszített 1219 vagy 7008 típusú csapágyak vizsgálatára készült, de más gördülő és sikló csapágyak vizsgálatára is alkalmas

A siklócsapágy-vizsgálatok során különböző műanyagból készült csapágyperselyek futnak acél csapon.



18. ábra Siklócsapágy-vizsgálat Amsler tribométeren

Vizsgálati paraméterek:

A csapágypersely furatátmérője 32 mm, szélessége 10 mm.

A csap szélessége 15 mm.

A csap felülete köszörült, átlagos felületi érdessége $R_a=0,35-0,4 \mu\text{m}$.

A csap anyaga C 45 minőségű ötvözetlen acél

A relatív játék 6 %.

A mérés menete:

A csapágyvizsgálat szárazon indul, és amikor a súrlódási tényező vagy a csaphőmérséklet jelzi, hogy a csapágy elérte teherbírásának határát, a mérés egyszer olajjal megkent állapotban folytatódik.

A mérések során a következő műveleteket kell elvégezni:

1. A csap felszerelése a vizsgáló tengelyre
2. A persely beépítése a befogó házba.
3. A csap és a persely furat felület tisztítása és zsírtalanítása alkohollal.
4. A persely felhelyezése a csapra és a befogó ház megfogása.
5. A terhelés beállítása. A korábbi méréstől eltérően itt rugós-csavarorsós terhelőművet alkalmazunk.
6. A vizsgálat elindítása, a súrlódási nyomaték folyamatos mérése és figyelemmel kísérése.
7. Lézersugaras hőmérővel a csap felület hőmérsékletének mérése több alkalommal egy terhelési állapotban.
8. 1000 fordulatonként a terhelés növelése a mérésvezető oktató utasítása szerinti lépcsőkben.
9. Amennyiben a súrlódási nyomaték folyamatos emelkedése, vagy a 100°C hőmérséklet határ átlépése jelzi a csapágy meghibásodás kezdetét, kis mennyiségű kenőolajat kell a csap felületére juttatni úgy, hogy beszivárognon a csapágyrésbe. Az alkalmazott olaj ISO VG 10 viszkozitási osztályú adalékoltalan alapolaj.
10. A mérés folytatása terhelési lépésenként addig, amíg a kent csapágy teherbírásának határát a súrlódási nyomaték, vagy a hőmérséklet emelkedése nem jelzi.
11. A berendezés leállítása és a mérési eredmények jegyzőkönyvbe foglalása.

A berendezés csak oktató felügyelete mellett használható!



Mérési jegyzőkönyv a „Siklócsapágyak vizsgálata“ című laboratóriumi gyakorlathoz

Mérés helye:

Mérés időpontja:

Oktató neve:

Mérésvezető:

Mérőcsoport tagjai:

.....

.....

.....

Mérőberendezés típusa: és gyártási száma:

A felhasznált mérőeszközök:

megnevezése	típusa	gyártási száma
.....
.....
.....
.....
.....

Környezeti hőmérséklet: °C

Dátum:

.....

oktató aláírása

.....

mérésvezető aláírása



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Gépszerkezettani Intézet Gépelemek Tanszék

A tárcsa anyaga:

Felületi érdessége:

A próbatest anyaga:

Mért eredmények:

Mérési pontok	Számláló	Terhelés [N]	Kenőanyag	M _s [cmkp]	μ [-]	T _{csap} [°C]
Indítás						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
Leállítás						

Kiértékelés:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....