

Hidraulikus műszaki mentő eszközök működési alapjai – Motoros tápegységekben alkalmazott szivattyúk

Mi a fokozatok jelentősége a szivattyúknál? Hogyan válasszunk hidraulika folyadékot? A hidraulikus műszaki mentő eszközök működési alapjairól szóló sorozatunk második részében a motoros tápegységekben alkalmazott szivattyúk jellemzőit, fajtáit és működési módjaikat mutatja be szerzőnk Mórocza Árpád, a SziFire Kft. szervizmérnöke.

Motoros tápegységekben alkalmazott szivattyúk

A műszaki mentő eszközök esetében az elért nyomás, az ennek létrehozásához szükséges teljesítmény és a működési idő lényeges. A nyomásfokozáshoz szivattyúkat alkalmaznak. Jelen jegyzetnek nem tárgya az összes hidraulikában használatos szivattyú-fajta bemutatása, csak azoké, melyekkel a műszaki mentő tápegységek esetében találkozhatunk.

A műszaki mentő eszközök nyomástartományja az 500-1 000 bar közti intervallumba esik. Az ilyen nyomásviszonyok elérésére dugattyús szivattyúkat alkalmaznak, melyek a térfogat-kiszorítás elvén működnek. Állandó munkatérfogatú, egy áramirányú szivattyúk. Elrendezésük két féle lehet: radiális és axiális elrendezésű.

Közös jellemzőik a következők:

- a) szelepvezéreltek, azaz rendelkeznek szívó és nyomószelepekkel,
- b) a gépelemeik hűtését, valamint kenését a munkafolyadék (hidraulika folyadék) látja el,
- c) a dugattyúk átmérője változó, így lehet biztosítani a többfokozatú működést, melynek mikéntjét a későbbiekben taglaljuk.

(A kézi tápegységek egy –vagy többfokozatú dugattyús szivattyúival külön nem foglalkozik jelen írás.)

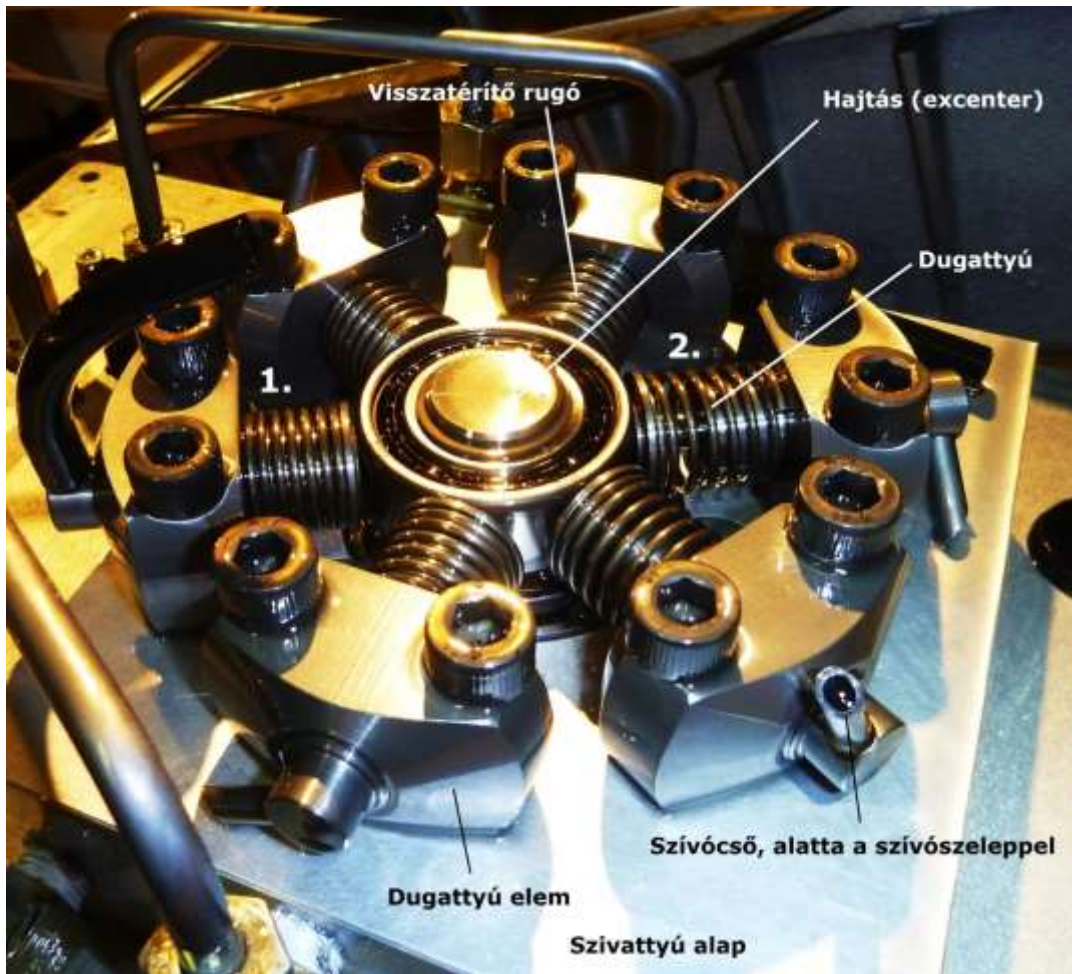


1. ábra Volumetrikus szivattyúk csoportosítása¹

Radiál dugattyús szivattyú

Viszonylag egyszerű szerkezet, jó gyárthatóság, szerelhetőség, robosztus kivitel a jellemző rá. Hátránya, hogy nagyméretű, nehéz szerkezetű. A dugattyú elemek egy kör mentén sugár irányban (radiálisan) helyezkednek el a megfelelő furatolással rendelkező szivattyú alapon. A dugattyú elemek szívó ágára csatlakoznak a szívótömlők, illetve az esetleges szűrők. A szívóvezeték alatt található a szívószelep; majd az olaj útját követve a dugattyú után a nyomószelep. A meghajtásról egy, a főtengelyhez képest excentrikusan elhelyezett csapágyazott körhagyó gondoskodik. A dugattyúk visszatérítésére, tehát a szívó munkáütem végrehajtására rugók szolgálnak. A lenti ábrán található szivattyú kialakításából jól tudunk következtetni a működésére. Az ábrán 1. számmal jelölt dugattyú éppen a nyomásfokozás; a 2. számmal jelölt dugattyú pedig a szívás munkáütemében látható.

¹ Dr. Szlivka Ferenc: Áramlástechnikai gépek, Dunaújváros, 2008, ISBN-978-963-87780-6-2 alapján



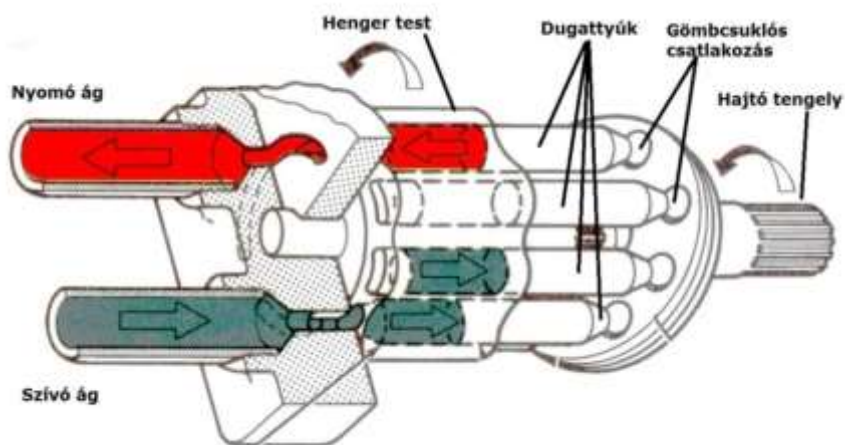
2. ábra Radiális elrendezésű dugattyús szivattyú

Axiál dugattyús (ferdetárcsás) szivattyú

A radiál dugattyús szivattyúhoz képest komplikáltabb, nehezebben gyártható és szerelhető, de könnyebb, kompaktabb és jóval kisebb befoglaló méretek jellemzik. A dugattyúk tengely irányban (axiálisan), azaz a megható tengellyel párhuzamosan helyezkednek el. A meghajtó tengelyre egy ferdén kialakított tárcsa van rögzítve, mely megfelelő csapágyazáson és gömbcsuklós csatlakozásokon keresztül kapcsolódik a dugattyúkhöz. Ellentétben a radiál dugattyús szivattyúval, a szívás munkáütemét nem rugók végzik. Az ábrán 1. számmal jelölt dugattyú éppen a nyomásfokozás; a 2. számmal jelölt dugattyú pedig a szívás munkáütemében látható.



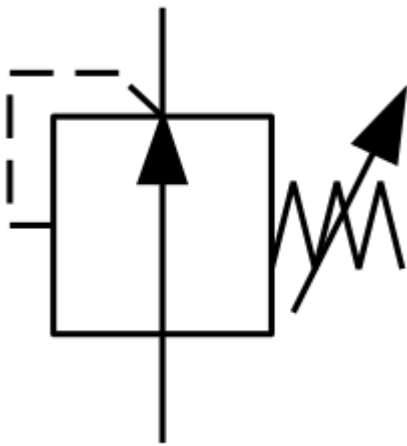
3. ábra Axiális elrendezésű dugattyús szivattyú



4. ábra Axiális elrendezésű dugattyús szivattyú felépítése

Fokozatok jelentősége

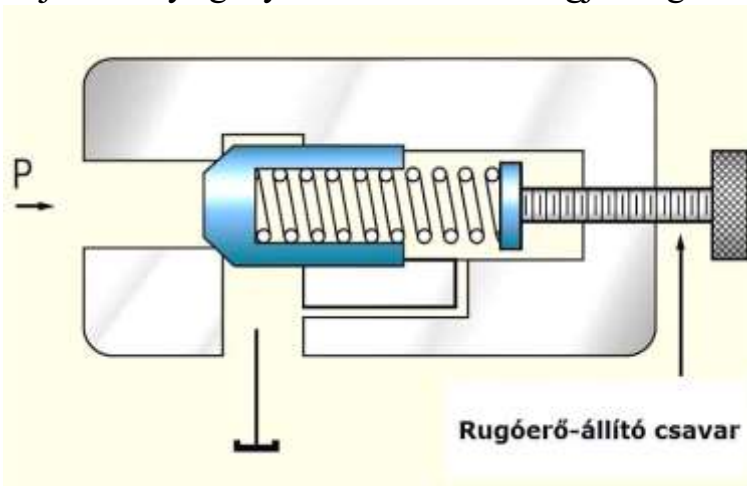
A tápegység esetében követelmény, hogy emberi erővel hordozható legyen, ez



5. ábra Állítható nyomásszabályzó szelep belső vezérlőolaj-hozzávezetéssel

pedig korlátozza a méretét, tömegét. Ez egyben azt is jelenti, hogy nem lehet akár mekkora teljesítményű erőforrással szerelni a tápegységeket. Ahhoz, hogy korlátozott teljesítményű erőforrásokkal is gyorsan el lehessen érni az üzemi nyomást, többfokozatú hidraulikus rendszerek alkalmazására van szükség, melyet a továbbiakban ismertetett módon valósítanak meg.

A szivattyúk dugattyúi különböző átmérőjűek. A nagyobb átmérőjű dugattyúk fajlagosan nagyobb teljesítmény-igényt eredményeznek, azonos nyomás mellett, mint a kisebb átmérőjű dugattyúk. Ez azt jelenti, hogy adott motorteljesítmény mellett a nagyobb átmérőjű dugattyúkat csak egy bizonyos nyomáshatárig lehet alkalmazni. Ez a határ lesz az átváltási nyomás, ahol a nagy átmérőjű dugattyú által szállított olajmennyiséget visszavezetik a tápegység olajtartályába, így az emelkedő nyomásból következő teljesítmény-igény növekedés nem fogja meghaladni az erőforrás teljesítményét.



6. ábra Az állítható nyomásvezérlő szelep szerkezeti kialakítása

Az átváltást követően kisebb átmérőjű dugattyúk fogják folytatni a nyomásnövelést. Az átváltást minden esetben adott nyomásértékre beállított rugóterhelésű szelepek végzik: abban az esetben, ha a hidraulika körben felépült nyomás

meghaladja a szelep rugóerejét, az nyit, és elejti a nyomást. Az ilyen rendszerek esetében fontos, hogy az átváltási nyomások összhangban legyenek az erőforrás

teljesítményével. Példaként említem, hogy kopott, tehát csökkent teljesítményű belső égésű motorok esetében az átváltási nyomások csökkentésével redukálható a motort érő terhelés; egyben jelzem, hogy ez a nyomásfelfutási idő növekedését, és adott esetben az elérhető végnyomás mérséklődését fogja eredményezni.

Hidraulika folyadék

A hidraulikus rendszerek működésének feltétele a megfelelő mennyiségű, minőségű munkafolyadék (hidraulika olaj) jelenléte, melynek egyidejűleg több fontos feladatot kell ellátnia:

- **Erőátvitel:** A szivattyú megnöveli a munkafolyadék nyomási energiáját. A nyomási energiát az energia-átalakítók változtatják ismét mechanikai energiává.
- **Hűtés:** A jegyzet tárgykörébe tartozó műszaki mentő berendezések esetében nem találkozunk különálló olajhűtő egységekkel, szemben például a magasból-mentő gépjárművekkel. Tehát a gépelemek hűtését egyrészt az eszközök egyidejű használati idejének korlátozásával (nem folyamatos üzemre optimalizáltak), másrészt a megfelelő mennyiségű hidraulika olaj használatával lehet biztosítani.
- **Kenés:** A hidraulikus rendszerek belső alkotó elemeinek kenését a munkafolyadék biztosítja egy le nem váló kenőréteggel, mely a magas nyomás, nem megfelelő olajellátás és túl alacsony viszkozitás esetén leválhat, *maródásos kopást* okozva. *Súrlódásos kopás* egymáson elcsúszó felületeken, szilárd anyagokkal szennyezett munkafolyadékok esetében; *korróziós kopás* pedig a hosszabb ideig nem üzemeltetett hidraulikus rendszerek esetében, a levegő nedvességtartalmának hidraulika olajban történő megjelenése okán lép fel.

A hidraulika folyadékok az alábbi fontos tulajdonságok figyelembevételével kerülnek kiválasztásra²:

- **Viszkozitás**

A viszkozitás ismertetésénél két fogalmat szükséges elkülönítenünk egymástól, a dinamikai és a kinematikai viszkozitást.

A nyomófolyadékok azon tulajdonságát, mellyel gátolják az áramló keresztmetszeten belüli két szomszédos nyomófolyadék-réteg kölcsönös lamináris elmozdulását, *dinamikai viszkozitás*nak nevezzük. Először Newton értelmezte.

SI mértékegysége: $[\eta] = \frac{Ns}{m^2} = Pa \cdot s$

CGS mértékegysége: $1 \text{ poise } (P) = 0,1 \cdot Pa \cdot s$

A gyakorlatban a *kinematikai viszkozitást* alkalmazzák többnyire, mely a dinamikai viszkozitás és a sűrűség hányadosával meghatározott mennyiség:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

SI mértékegysége: $[\nu] = \frac{m^2}{s}$

CGS mértékegysége: $1 \text{ stokes} = 1 \text{ cm}^2 \cdot s^{-1} = 1 \frac{\text{cm}^2}{s}$

A kinematikai viszkozitás leggyakorlatiasabb megközelítése az, hogy a folyadék időegység alatt mekkora felületen képes szétterülni.

- **Viszkozitási index**

² A fluidtechnika- hidraulika alapjai és elemei, Mannesmann Rexroth Kft., ISBN 3-8023-0266-4 alapján

A folyadékok sűrűsége a hőmérséklet emelkedésével csökken, tehát a kinematikai viszkozitás is csökken. A viszkozitás-változás a fojtási helyeken a hidraulikus rendszer térfogatáramát, ezáltal a fogyasztók sebességét is befolyásolja. A hőmérséklet- viszkozitás vonatkoztatási rendszerben ábrázolva a kedvező viszkozitási indexű folyadékok jelleggörbéje lapos, azaz a hőmérséklet változása nem hozza magával a viszkozitás nagymértékű változását. Ilyen folyadékokat alkalmaznak a repülőgépek hidraulikus rendszereiben. A műszaki mentő berendezéseknél nem kell nagymértékű hőingadozással számolni, így magasabb viszkozitási indexű folyadékok is alkalmazásra kerülhetnek.

- **A viszkozitás nyomás-függése**

A munkafolyadékok viszkozitása a nyomás növekedésekor megváltozik. 400 bar nyomás esetén a viszkozitás a légköri nyomáson mért érték kétszerese.

- **Reakcióképeség hiánya**

A hidraulika folyadékoknak a hidraulikus rendszerekben található elemekkel összeférhetőnek kell lenniük, nem léphetnek reakcióba velük.

- **Ellenállóság a termikus igénybevétellel szemben**

A hidraulikus rendszerek üzeme során a munkafolyadék felmelegedés-lehűlés ciklusokon megy keresztül, melyek befolyásolják a folyadék élettartamát. A hőmérséklet túlzott értékre emelkedését a működési idő korlátozásával, és/vagy hűtő berendezések alkalmazásával lehet biztosítani. Utóbbi előnye a stabil jelleggörbe, és a folyadék élettartamának növekedése; hátránya a magasabb bekerülési és üzemeltetési költségek.

- **Ellenállóság oxidációs igénybevétellel szemben**

Ásványolajoknál az öregedés folyamatát az oxigén, a fény és a katalízis befolyásolja. A nagy öregedésállóságú ásványolajban oxidáció-inhibitorok

vannak, melyek az oxigén gyors felvételét hivatottak megakadályozni, mely fokozná az alkatrészek korrózióját.

- **Kis összenyomhatóság**

Amint azt a fejezet előző részeiben taglaltuk, a valóságos folyadékokat minimálisan összenyomhatónak (kompresszábilis) feltételezzük, mely tulajdonság olyan csekély mértékű, hogy csak elméletben számolunk vele. A hidraulikus rendszerek esetében azonban fontos megemlíteni az összenyomhatóságot, mely a folyadékban lévő levegő (gáz) mennyiségétől függ. Ha nagyméretű, nyomás alatt lévő rendszereket hirtelen teher (nyomás) mentesítünk, lökésszerű impulzusok, zajok keletkeznek és erős melegedés lép fel. Az ásványolajban sok kis méretű légbuborék található. Ha az olajat hirtelen nagy nyomás alá helyezzük, a légbuborékok olyan mértékben felmelegedhetnek, hogy öngyulladás lép fel (Diesel-effektus), mely helyileg magas hőmérsékletet és nyomást eredményez. A Diesel-effektus károsíthatja a rendszer tömítéseit, valamint a munkafolyadékot magát, mely megég, kokszosodik. Az összenyomhatósági tényező mindig az adott munkafolyadékra jellemző érték; mely a hőmérséklet emelkedésével növekszik; a nyomás növekedésével csökken. Ásványolajok esetében jó közelítéssel 0,7-0,8% összenyomhatósági tényezővel számolhatunk 100 baronként.

- **Jó hővezető képesség**

A munkafolyadék mint hűtőközeg is funkcionál a hidraulikus berendezésekben, tehát a szivattyú elemekben, szelepekben, energiaátalakítóknál keletkező hőt a munkafolyadéknak kell a tartályba szállítania, ahol a nagyobb mennyiségű, alacsonyabb hőmérsékletű folyadék található. A tartály a visszavezetett hőt a falain keresztül adja le, ezért ennek szintén jó hővezető képességűnek kell lennie.

- **Kis nedvszívó képesség**

Az ásványolajjal üzemeltetett berendezések esetében fontos, hogy a munkafolyadék vízmentes maradjon. A levegő nedvességtartalma a tartály faláról tud lecsapódni; a szivattyú a hajtótengely-tömítésnél; és a csatlakozásoknál kerülhet a rendszerbe. A gyakorlatban a műszaki mentő berendezéseknél nem lehetséges vízleválasztó berendezéseket beépíteni, mivel az eleve kis térfogatú olajmennyiségben nagyon kis mennyiségű víz jelenhet meg üzemszerű körülmények között. A víztartalom hosszú távon korróziós problémákat okoz, így a gyártói előírások minden esetben követendők az olajcserékkel kapcsolatban.

- **Nehezen gyulladó- nem éghető**

A hidraulikus rendszer sérülése esetén számolni kell a kijutó magas nyomású, porlasztott munkafolyadékkal, különösen ott, ahol gyújtóforrások vannak jelen. E kockázattal számolva ilyen esetben speciális, magas lobbanáspontú, nehezen gyulladó, vagy nem éghető munkafolyadékokat alkalmaznak. (HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFD)

- **Lerakódások nem képződnek**

A munkafolyadék kívánatos tulajdonsága, hogy hosszú üzemszünet esetén sem válik ki belőle szennyező anyag, lerakódás, iszap, melyek a szelepek működését akadályoznák.

Az alábbi munkafolyadékokat különböztetjük meg:

a) Ásványolaj-alapú hidraulika olajok ISO 6743/4 és DIN 51524 alapján

HL- Oxidációt és korróziógátló adalékokkal

HLP- Kopásgátló, oxidáció- és korróziógátló adalékokkal

HVLP- Emelt viszkozitási indexű HLP olajok

b) Nehezen gyulladó nyomófolyadékok

Tiszta

víz

HFA és altípusai

HFB (víz az olajban emulzió)

HFC (vízglykol)

HFD-R (foszforsavészter)

HFD-U (poliészteres összetétel)

c) Környezetkímélő nyomófolyadékok

HTG (növényi olajok, trigliceridek)

HPG (poliglikolok)

HE (szintetikus észterek)

d) Különleges nyomófolyadékok

Szintetikus olajok (pl. poli- α olefinek és glikolok)

Légiközlekedési nyomófolyadékok

A hidraulika olajokat (munkafolyadékokat) viszkozitásuk alapján is osztályozhatjuk. A viszkozitási osztályba sorolást az ISO 3448 szabvány tartalmazza, jelölése ISO VG 2-től ISO VG 1500-ig terjed, ahol a számérték a 40 C⁰ hőmérséklethez tartozó kinematikai viszkozitás középértéket jelöli cSt (centistokes) mértékegységben.

A Holmatro hidraulikus műszaki mentő berendezésekhez a fenti szabvány szerinti ISO VG 15 (DIN 51524 3. rész szerinti HVLP) ásványi olaj alapú hidraulika folyadékot használhatjuk.

Fontos kiemelni, hogy a különböző hidraulika folyadékok összecszerelése nem szerencsés!

A hidraulika folyadékokkal kapcsolatban az alábbiakat betartani szükséges a hidraulikus rendszerek zavartalan működése érdekében:

a) Óvjuk a rendszert a szilárd szennyeződések és a víz bekerülésétől!

b) Rendszeresen ellenőrizzük a hidraulika folyadék szintjét; az eszközt ne üzemeltessük alacsony hidraulika folyadékszint mellett!

c) Az utántöltést csak az eredetivel megegyező paraméterekkel rendelkező hidraulika folyadékkal végezzük el!

d) A gyártói előírásoknak megfelelő időközönként cseréltsük le a hidraulika folyadékot!

e) A kéttömlős tápegységeket ne üzemeltessük szerszámok nélkül, végnyomáson terhelve!



7. ábra Elhasznált és új hidraulika olaj

Mórocz Árpád 2020