

- A hidraulikus motorok - és általában a hidraulikus elemek - robusztus kivitelűek, ematt a környezetet káros hatásainak sokkal inkább ellenállnak, mint a pneumatikus vagy a villamos motorok.
- A hidraulikus berendezések igen jelentős előnye a pneumatikus rendszerekkel szemben az, hogy az energiatranszmissziós folyadék a hidraulikus körfolyamatok jelentős részénél gyakorlatilag szennyezőhatárlannak tekinthető.
- A végrehajtó szervek sebessége, fordulatszámja könnyen irányítható, szükség esetén fokozatmentesen.
- Az energiatranszmisszió könnyen elosztható.
- A túlterhelés elleni védelem könnyen megvalósítható.
- A hidraulikus rendszerek hátrányos tulajdonságai:
  - Kis teljesítmények átvitelkor (folytások körfolyamok) kedvezőtlen a hatásfokuk.
  - Nem biztosítanak pontos előfűtést, "kötött" kinematikai láncban (pl. mentőgépekhez, vagy fogazáshoz) nem alkalmazhatók.
  - A hidraulikus elemek jelentős hányada nagy megmunkálási pontos-ságot igényel (IT4-IT5), ezért beszerzési, előállítási költsége relatíve magas.

A hidraulikus rendszerek üzemeltetéséhez ún. tápegység szükséges, amely az energiatranszmissziós folyadék tárolására szolgál. Pneumatikus berendezésnél az energiatranszmissziós közeg - a levegő - általában mindenütt rendelkezésre áll, ennek folytán a pneumatikus körfolyam energiatranszmissziós rendszerrel, kisebb méretű és súlyú apparátust igényel, mint a hidraulikus körfolyam. Az áramló folyadék energiatranszmissziós folytán hidraulikus rendszer nem célszerű alkalmazni abban az esetben, ha jelentős távolságot kell áthidalni.

Ebből a vázlatos áttekintésből is megállapítható, hogy a hidraulikus rendszerek alkalmazása ott célszerű, ahol kis időállandóval, nagy pontossággal nagy erőt, illetve nyomatékot kell kifejteni; ha a komplex rendszer méretei egy kívánják, több, egymástól független hidraulikus körfolyam is kialakítható, melyek között a megfelelő kapcsolatot jelölő jelölőkkel (elektronikus, pneumatikus) biztosíthatjuk.

A hidraulikus rendszerek tervezése során a technológiai folyamat követelményeiből kiindulva először a hidrosztatikus rendszer "kinematikai láncát" (körfolyamát) kell megtervezni, majd ennek alapján ki kell választani a legmegfelelőbb elemeket. A tervezés második fázisában elemezni kell az így összeállított rendszer dinamikus viselkedését, és esetenként korrekciókat szükséges végrehajtani.

Megemlíthetjük, hogy napjainkban kezd kibontakozni a hidraulikus hajtás speciális változatoként a hidraulikus váltakozó áramu energiatranszmissziós alkalmazása. A jegyzet korlátozott terjedelme miatt sem a váltakozó áramu hajtással, sem a dinamikus analízis beható ismertetésével nem foglalkozunk.

## 2.2 A hidraulikus irányítás alapelvei, jellemzői

### 2.21 A hidraulikus hajtás mechanizmusa

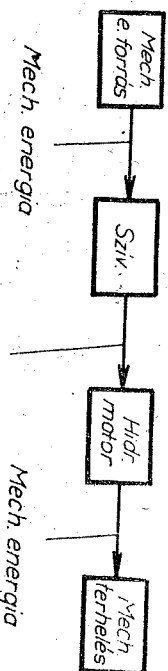
A hidraulikus hajtás és irányítás alapját energiatranszmissziós képezi. Az energiatranszmissziós célja az, hogy a hidraulikus hajtás, illetve irányítás folyamatban részt vevő áramló folyadék energiatartalmát megnövelje. Amennyiben a potenciális energiától eltekintünk, úgy az áramló folyadéknak a nyomási, illetve kinetikai energiája az, amely megfelelő berendezéssel a mért mechanikai energiává alakítható. Attól függően, hogy melyik energiát használjuk, megkülönböztetünk

hidrosztatikus (nyomási) és hidrodinamikus (kinetikai)

energiatranszmissziót. Bebizonyítható, hogy a kis és közepes teljesítményeknél a hidrosztatikus, míg a nagy teljesítményeknél (75 kW fölött) a hidrodinamikus energiatranszmisszió az előnyös és gazdaságos.

Mindhogy a fémforgácsoló szerkezetek hajtóműveiben fellelő teljesítmények értékei a fenti határérték alatt vannak, a továbbiakban csupán a hidrosztatikus energiatranszmisszióval foglalkozunk.

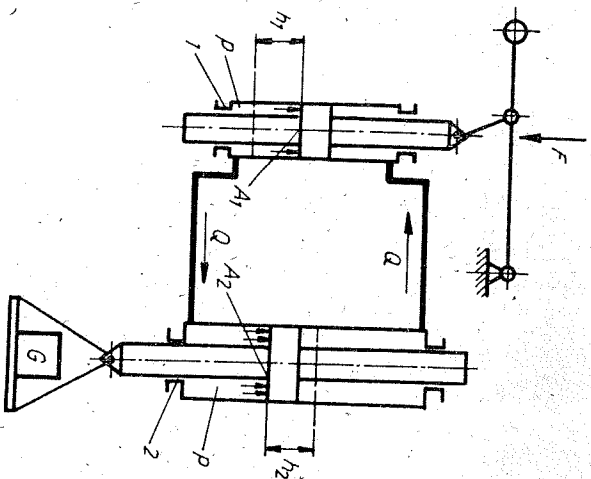
A hidrosztatikus energiatranszmisszióval tulajdonképpen a mechanikai energia átvitelét jelenti az áramló folyadék segítségével. A mechanikai energiatranszmisszió (a legtöbb esetben villamos motor) által szolgáltatott mechanikai energiát a szivattyú alakítja át az áramló folyadék nyomási energiájává, melyet a hidraulikus motor alakít vissza mechanikai energiává (2.1 ábra).



Áramló folyadék nyomási energiája

2.1 ábra

A hidraulikus hajtás alapelve



2.2 ábra  
A hidraulikus hajtás mechanizmusa

A hidrosztatikus energiatvitel fizikai értelmezését a 2.2 ábrán felületesen elemi hidraulikus körfolyamon vizsgálhatjuk. Az egyszerűség kedvéért tekintünk el a súrlódási erőktől, valamint az áramló folyadék nyomásvesztéseitől és a részvesztésektől. Ekkor a G súlyú teher emelésére (terhelés legyőzésére) szolgáló berendezésre a következő erőegyensúlyi egyenletek írhatók fel:

$$p \cdot A_2 = G \quad (2.1)$$

$$p \cdot A_1 = F \quad (2.2)$$

ahol "p" - az "1" és "2" hengerek alsó tereiben és az összekötő vezetékben levő folyadékban uralkodó nyomás,

$A_1$  - az "1" henger dugattyujának effektív felülete,  
 $A_2$  - a "2" henger dugattyujának effektív felülete;

G - a teher súlya (terhelő erő)

F - az "1" henger dugattyuján kifejtett erő.

A (2.1) és (2.2) egyenletek összevonásával a kifejtendő erő:

$$F = \frac{A_1}{A_2} G \quad (2.3)$$

Látható, hogy a G teher kiegyensúlyozásához szükséges erő annál kisebb, minél kisebb az  $A_1/A_2$  felületarány.

Mozgassuk az "1" henger dugattyuját állandó sebességgel lefelé: legyen a "t" idő alatt megtett út  $h_1$ . Amennyiben a rendszerben levő folyadékot összenyomhatatlannak tekintjük, az ábrából nyilvánvaló, hogy az "1" hengerből a dugattyú mozgása következtében kiszoruló folyadék a "2" hengerbe áramlik, s ennek hatására a "2" dugattyú "t" idő alatt felfelé  $h_2$  utat tesz meg. Az "1" hengerből kiszorított folyadék térfogata

$$V_1 = A_1 \cdot h_1$$

$$V_2 = A_2 \cdot h_2$$

Mivel a "2" hengerbe ugyanez a folyadék áramlik be:

Ezekből az egyenletekből a "2" dugattyú elmozdulása:

$$h_2 = \frac{A_1}{A_2} h_1 \quad (2.4)$$

Ez utóbbi összefüggésből látható, hogy adott  $h_1$  esetén a teher emelkedése -  $h_2$  - annál kisebb, minél kisebb az  $A_1/A_2$  felületarány.

Kikötésünk szerint az "1" dugattyú a  $h_1$  utat egyenletesen "t" idő alatt tette meg, melynek során az "1" hengerből kiszorított folyadéktérfogat:  $V_1 = V_1 \cdot h_1$ . Az egyensúlyi idő alatt kiszorított folyadéktérfogat tehát:

$$Q = \frac{V_1}{t} \quad (2.5)$$

Ez időegység alatt szállított folyadéktérfogatot a rövidség kedvéért a továbbiakban nevezzük folyadékmennyiségnek.

Nyilvánvaló, hogy a G teher egyensúlyban tartásához a "p" nyomásnak a teher emelése közben is fenn kell állnia. (A súrlódási erőtől és az indulásnál fellépő gyorsulástól eltekintünk.) Ennek folytán a rendszer nemcsak erőt, hanem energiátvitelt is végez. Az F erő által végzett munka:

$$L_1 = F \cdot h_1$$

A G teher emelésére fordított munka pedig:

$$L_2 = G \cdot h_2$$

Könnyen belátható, hogy a különböző veszteségek elhanyagolása esetén  $L_1 = L_2$ .

A teher emelésére fordított  $L_1 = F \cdot h_1$  munkát "t" idő alatt végzettük. A teljesítmény tehát:

$$P_1 = \frac{L_1}{t} = \frac{F \cdot h_1}{t}$$

Az  $F$  erőt a (2.2) egyensúlyi egyenlethől behelyettesítve:

$$P_1 = \frac{p \cdot A_1 \cdot h_1}{t}$$

Mivel  $A_1 \cdot h_1/t$  éppen a folyadékmennyiség, a teher emelése során a "p" nyomásu áramló folyadék által átvitt teljesítmény:

$$P_1 = Q \cdot p, \quad (2.6)$$

ahol tehát

- Q - az időegység alatt kiszorított folyadéktérfogat (folyadékmennyiség);
- p - az áramló folyadék nyomása.

(Az egyes fizikai mennyiségek dimenzióival a 2.24 fejezetben részletelesen foglalkozunk.)

Rövid vizsgálatunkat összefoglalva láthatjuk, hogy a hidraulikus energiaátvitelhez szükséges egy szivattyú ("1" munkahenger), amely időegység alatt "p" nyomásu "Q" folyadékmennyiséget szállít megfelelő csővezetékben keresztül a hidraulikus motorba ("2" munkahenger). A rendszerbe bevezetett, illetve a rendszertől elvezetett energia egyaránt mechanikai energia.

A gyakorlatban alkalmazott hidraulikus rendszerek a 2.2 ábrán látható berendezésnél természetesen sokkal bonyolultabbak. Felépítésükkel és az alkalmazott elemekkel a későbbiekben részletesen foglalkozunk; alapvető elvük azonban - az energiaátalakítás mechanizmusát tekintve - megegyezik a 2.2 ábrán látható rendszerével.

## 2.22 A hidraulikus körfolyamok ábrázolása

A hidraulikus körfolyamok ábrázolásánál sok nehézség származna abból, ha az egyes hidraulikus elemeket és szerveket konstrukciós kivitelüket teljes mértékben tükröző ábrákkal tüntetnénk fel. Ilyen ábrázolási mód mellett még az egyszerű hidraulikus rendszerek működését is nehéz lenne áttekinteni. Az ábrázolási nehézségek áthidalására rajzjeleket alkalmaznak, amelyek a szerkezeti felépítést és a működés módját egyszerű jelképekkel szemléltetik. A rajzjelek az alábbi követelményeket elégítik ki:

- a legegyszerűbb módon lehetővé teszik a körfolyamok legrészletesebb ábrázolását,
- a jelképekkel ábrázolt legbonyolultabb körfolyam is könnyen áttekinthető.

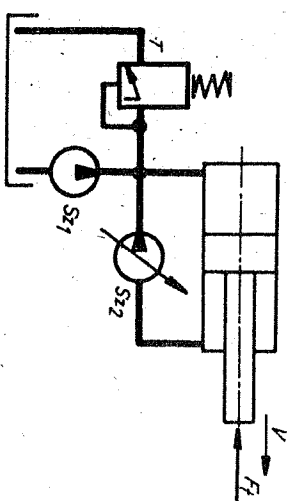
A legtöbb fejlett ipari országban a hidraulikus jelképeket a szabványok rögzítik. A szocialista országok egységesen használt hidraulikus (és pneumatikus) jelképet hazánkban az MSZ 14403 szabvány tartalmazza. A 2.1 táblázat ennek rövidített kivonata, a legfontosabb és legáltalánosabban használt jelképek felülnézetével.

## 2.23 A hidraulikus körfolyamok alaptípusai

A hidraulikus körfolyamok két alapvető csoportra oszthatók:

1. Zárt körfolyamok.
2. Nyitott körfolyamok.

A zárt körfolyamok legfőbb jellemzője, hogy a szivattyú által szállított folyadékmennyiséget a végrehajtószerv teljes mértékben felhasználja, meghozzá úgy, hogy a végrehajtószervből távozó folyadék teljes egészében közvetlenül a szivattyú szivóterébe jut. A 2.3 ábrán látható igen egyszerű körfolyamban a munkahengert az  $Sz_2$  változtatható folyadékhozamú szivattyú működteti.



2.3 ábra  
Zárt hidraulikus körfolyam

Az  $Sz_1$  állandó folyadékhozamú szivattyú a résvesztéseket pótolja. Az  $Sz_1$  szivattyú által szállított folyadékmennyiség a körfolyamban fel nem használt hányadát a T túlfolyószelep vezeti el.

Előzőekből látható, hogy a zárt körfolyam egyik előnyös tulajdonsága az energiaközevitő folyadékot magába foglaló tartály igen kis mérete, amelynek csupán a volumetrikus veszteségek fedezésére szolgáló folyadék tárolása a feladata. Mivel a zárt körfolyamokat legfőképpen a forgács nélküli alakítás gépeinél alkalmazzák, vizsgálatukkal részletebben ebben a fejezetben nem foglalkozunk.

1. Általános rajzjelek		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés	Rajzjel
1.1	Állíthatóság	
1.2	Aramlási irány	
1.21	Egyirányú	
1.22	Kétirányú	
1.3	Mozgásirányok	
1.31	Egyenes vonalú mozgás	
1.32	Egyenes vonalú mozgás (Lengő)	
1.33	Egyenes vonalú mozgás	
1.34	Forgómozgás	
1.35	Forgómozgás (Lengő)	
1.36	Forgómozgás	
1.4	Működtetés	
1.43	Mechanikus (kézi)	
1.44	Mechanikus (Rugó)	
1.48	Elektromógneses	
1.6	Vegyes rajzjelek	
1.62	Elem, ill. szerv alopjele	
1.63	Szerelési egység	

5. Nyomás alatti közegáramlást létesítő gépek		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés	Rajzjel
5.1	Állandó terfogatkiszorítású szivattyú, egy áramlási irányjal	
5.2	Állandó terfogatkiszorítású szivattyú, két áramlási irányjal	
6	Nyomás alatti közegáramlás felhasználásával forgó mozgást létesítő gépek	
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés	
6.1	Állandó folyadékternyelésű hidrosztatikus motor, egy áramlási irányjal	
6.2	Állandó folyadékternyelésű hidrosztatikus motor, két áramlási irányjal	
6.5	Lengő motor	
12. Nyomásmeghajtóró elemek és szervek		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés.	Rajzjel
12.1	Nyomásmeghajtóró elem vagy szerv alopjele	
12.2	A mozgásra rugóerő hat	
12.3	A mozgásra folyadéknyomás hat	
12.5	Únvezérlésű, nyomásmeghajtóró	
14. A közegáramlás mennyiségét befolyásoló elemek és szervek		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés.	Rajzjel
14.1	Folyószelap nem változtatható áramlási keresztmetszettel	

2. Vezetékek és csökötések		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés.	Rajzjel
2.01	Munkavezeték	—
2.02	Hűtővezeték	—
2.03	Segédvezeték	—
2.04	Hajlékony cső	
2.06	Csőkeresztlezáródás	
2.07	Csőösszekötés	
2.11	Légtelenítő	
2.12	Szivárgó olaj levezetése	
3. Szerelvények és egyéb felszerelések		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés.	
3.01	Tartály	
3.02	Tartály Nyomás alatti folyadékot tárol.	
3.14	Szűrő: a) csővezetékbe b) csővégen	
3.15	Előmelegítő	
3.16	Hűtő	
3.17	Hőfokszabályozó	
4. Méré- és mérő-kapcsoló készülékek		
Szám	Megnevezés, Alkalmazás, Értelmezés.	
4.1	Nyomásmérő (manométer)	
4.3	Áramlásmérő	
4.4	Hőmérséklet	

A legáltalánosabban használt körfolyam az ún. nyitott körfolyam. Alapvető jellemzője, hogy a végrehajtószerről a folyadék - a hasznos munkavégzés után - a tápegység tartályába áramlik. Nyilvánvaló, hogy ez a köráramlás már lényegesen nagyobb méretű tápegységet tesz szükségessé, mint a zárt körfolyam; ezzel szemben áll vízszint számos, a nyitott körfolyamot jellemző előny, amit az igen széles körű alkalmazás is alátámaszt.

A hidraulikus működtetésű szerszámegyeknél (általában bármilyen hidraulikus működtetésű gépnél) rendszerint fennáll az a követelmény, hogy a végrehajtószerv haladó vagy forgó mozgásának sebességét meghatározott intervallumban fokozatosan vagy fokozatmentesen változtatni lehessen.

Ez a sebességvezérlés vagy a végrehajtószervbe időegység alatt betáplált folyadékértérfogat, vagy a végrehajtószerv fajlagos folyadéknyelésének változtatásával valósítható meg. Mivel a betáplált folyadékmenyiség a körfolyam szivattyújának fajlagos folyadékhozamával is változtatható, a körfolyam sebességének vezérlése többféle módon végezhető.

Nyilvánvaló, hogy a sebességvezérlés módja döntő mértékben befolyásolja az egész körfolyam felépítését és a felhasznált elemeket; ennek fogva célszerű először megvizsgálni a nyitott körfolyamok azon alap típusait, melyeket a különböző sebességvezérlési módokkal különíthetünk el egymástól. A lehetséges változatokat a 2.2 táblázatban foglaltuk össze.

2.2 táblázat

## Nyitott hidraulikus körfolyamok alap típusai

	SZIVATTYÚ folyadékhozama $Q_{sz}$	HIDRAULIKUS MOTOR folyadéknyelése $Q_m$
a	állandó	állandó
b	állandó	változtatható
c	változtatható	állandó
d	változtatható	változtatható

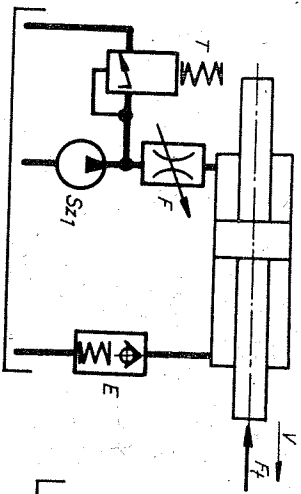
a) Állandó folyadékhozamu szivattyúval táplált körfolyam állandó folyadéknyelésű motorral

Az állandó folyadékhozamu szivattyúval, és állandó fajlagos folyadéknyelésű motorral rendelkező egyszerű körfolyam vázlatla a 2.4 ábrán látható: a munkahengerbe - mint végrehajtószervbe - bevezetett térfogatára - mot az F fojtószeleppel lehet a kívánt "y" sebességnek megfelelő értékre

beállítani. Mivel az  $Sz_1$  állandó folyadékhozamu szivattyú által szállított tértogatáram általában sokszorososa a munkahengerbe bevezetettnek, a felesleges folyadékmennyiséget el kell vezetni. Erre szolgál a T túlfolyószelep. A kifolyóágban levő E ellenállászelep az előtöltési sebesség egyenletességét javítja, meghatározott értéki ellennyomás fenntartásával.

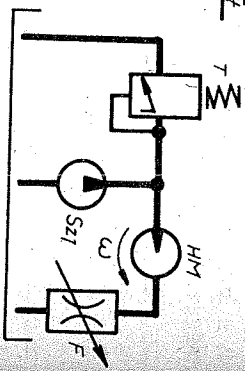
Amint az ábrából látható, ennél az elrendezésnél a hengerbe beáramló folyadékmennyiséget vezérlejük.

A következő, még gyakrabban alkalmazott ún. fojtással vezérelt körfolyamot mutatja a 2.5 ábra. A végrehajtószerv egy forgó mozgást végző hidromotor, melynek kifolyóágában található az F fojtószelep. Feladata az előző esetével teljesen megegyező, az eltérés csupán annyi, hogy itt a hidraulikus motorból időegység alatt kiáramló folyadékmennyiség vezérlésévé válik. A rendszer számára pillanatnyilag felesleges folyadékmennyiséget ugyancsak az  $Sz_1$  állandó folyadékhozamu szivattyú nyomóvezetéke kapocsolt T túlfolyószeleppel vezeti el.



2.4 ábra

Állandó folyadékhozamu szivattyúval és állandó folyadéknnyelésű motorral felépített körfolyam



2.5 ábra

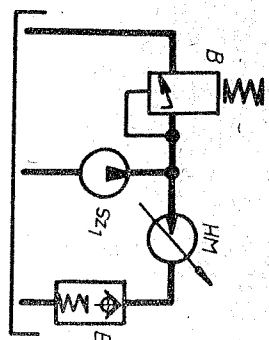
Állandó folyadékhozamu szivattyúval táplált, fojtással vezérelt körfolyam

A 2.4 és 2.5 ábrán látható rendszerek - igen egyszerű felépítésük-nél fogva - a legelterjedtebbek; olyan berendezéseknél, amelyeknél az F terhelőerő vagy annak változása jelentős, a fojtószelep helyett egyeb, a későbbiekben részletesen tárgyalta elemeket alkalmaznak a terhelés ingadozása káros hatásainak csökkentése végett. Mind a fojtószeleppel, mind az egyéb irányítószervvel vezérelt körfolyamok részletes vizsgálatára a nevezett elemek tárgyalásakor még kitérnünk.

b) Állandó folyadékhozamu szivattyúval táplált körfolyam változtatható fajlagos folyadéknnyelésű motorral

A körfolyam elvi vázlatát a 2.6 ábrán látható. Az  $Sz_1$  állandó folya-

dékhozamu szivattyú által szállított tértogatáram teljes egészében az egy áramlási tránvú, változtatható fajlagos folyadéknnyelésű motorba kerül. A változtatható fajlagos folyadéknnyelés azt jelenti, hogy a motor tengelyének egy teljes körülfordulására eső folyadéknnyelése változtatható. (Ennek konstrukciós megoldásával az energiatálatalkítókkal foglalkozó fejezetben majd megismerkedünk.) A motorba időegység alatt bevezetett állandó folyadéknnyiség ellenére a fajlagos folyadéknnyelés változtatása révén a motor fordulatszámja (szögsebessége) vezérelhető. (Nyilvánvaló, hogy ez a megoldás csak forgó mozgást végző hidraulikus motoroknál lehetséges, mivel a lineáris mozgást végző hidraulikus motorok - munkahengerek - fajlagos folyadéknnyelése - tehát a dugattyú egysegnyi elmozdulásakor fellépő folyadéknnyelés - nem változtatható, éppen a konstrukciós kialakításuk miatt.) Mivel az  $Sz_1$  állandó folyadékhozamu szivattyú teljes folyadékszállítása mindenkor felhasználásra kerül, a B biztonsági szelep feladata a rendszerben maximummal, meghibásodás nélkül megengedhető nyomás benátárolása. Amennyiben a nyomóági nyomás a megengedett értéket eléri, a szelep nyit, és a nyomás további fokozódását előlédző felesleges folyadéknnyiséget elvezeti. Ez az állapot természetesen csupán az üzemi viszonyoktól eltérő, túlterhelésnél következik be.



2.6 ábra

Állandó folyadékhozamu szivattyúval és változtatható fajlagos folyadéknnyelésű motorral felépített körfolyam

c) Változtatható folyadékhozamu szivattyúval táplált körfolyam állandó fajlagos folyadéknnyelésű motorral

A körfolyam elvi vázlatát a 2.7 ábrán láthatjuk. Az  $Sz_1$  változtatható folyadékhozamu szivattyú által pillanatnyilag szállított folyadéknnyiség teljes egészében a munkahengerbe áramlik; ennek "v" előtöltési sebességét azáltal vezérlejük, hogy a szivattyú folyadékhozamának változtatása révén változtatjuk a hengerbe időegység alatt beáramló folyadék mennyiségét. Mivel a szivattyú által bármely időpontban szállított folyadéknnyiség teljes mértékben felhasználásra kerül, a B biztonsági szelep csupán a meg nem engedhető túlterhelések elleni védelemre szolgál, az előző körfolyamhoz hasonlóan. A kifolyóágban elhelyezett ellenállászelep az előtöltési sebesség egyenletességét fokozza. Ennél a körfolyamnál a munkahenger helyett természetesen forgó mozgást végző hidraulikus motor is alkalmazható.

2.24.1 A folyadék nyomása

A hidraulikus rendszerekben energiaátalakító közegként folyadékokat alkalmaznak. A folyadék által közvetített energia jellemzésére a térfogatgyorságra jutó energiát, a nyomást használják.

$$p = \frac{E}{V}$$

Nyugró folyadékokban - a szokásos értelmezés szerint - a nyomás felületegységre jutó erő:

$$p = \frac{F}{A}$$

A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete értelmében a nyomás mértékegysége a nemzetközi SI mértékegységrendszerben a pascal, jele: Pa.

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

A normális légköri nyomás (a fizikai atmoszféra) értéke: 101 325 Pa.

Törvényesen használható mértékegység továbbá (csak gázok és folyadékok nyomásának meghatározására) a bar is.

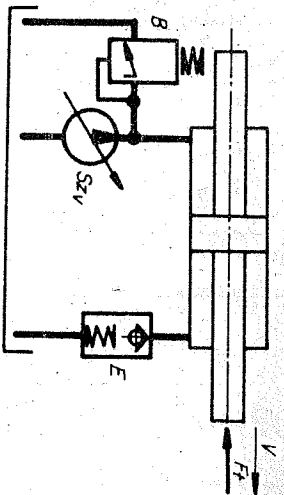
$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa.}$$

A technikai gyakorlatban elterjedten alkalmazzák még a technikai atmoszférát is:

$$1 \text{ at} = 1 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

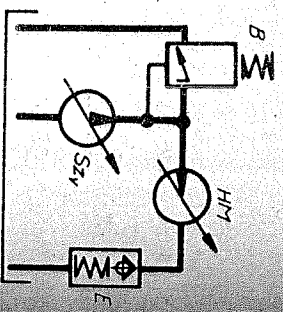
A továbbiakban a technikai atmoszférával közel megegyező bar-t használjuk. Esetenként a technikai atmoszférát is feltüntetjük, ahol azt indokoltnak tartjuk. A nyomás mértékegységeit és azok összefüggéseit az áttekinthető-ség kedvéért táblázatosan is megadjuk (2.3 táblázat).

A hidraulikus berendezések névleges (maximális) nyomás értékeit nemzetközi ajánlás alapján az MSZ 5064-58 tartalmazza. A csatlakozás, illesztés, üzemeltetés, tervezés szempontjából fontosabb nyomás értékeket a 2.4 táblázat tartalmazza.



2.7 ábra

Változtatható folyadékhozamu szivattyúval és állandó fajlagos folyadékelnyelésű motorral felépített körfolyam



2.8 ábra

Változtatható folyadékhozamu szivattyúval és változtatható fajlagos folyadékelnyelésű motorral felépített körfolyam

d) Változtatható folyadékhozamu szivattyúval táplált körfolyam változtatható fajlagos folyadékelnyelésű motorral

A körfolyam vázolata a 2.8 ábrán látható. A 2.6 ábrán bemutatott rendszerhez hasonlóan ez is csupán forgó mozgást végző hidraulikus motorral - mint végrehajtószervvel - valósítható meg. A hidromotor fordulatszámja változtatható a hidromotor fajlagos folyadékelnyelésének, a szivattyú folyadékhozamának, valamint mindkettőnek együttes változtatásával.

A B biztonsági szelep a túlterhelések elleni védelmet szolgálja, mivel a szivattyú a rendszer számára felesleges folyadékmennyiséget nem szállít.

A felsorolt körfolyamok közül a 2.4 és a 2.5 ábrán ábrázolt főlíásos körfolyamok a szivattyú által szolgáltatott teljesítménynek mindig csak egy részét fordítják hasznos munkavégzésre; a felesleges teljesítményt a túlfolyószelep emésztí fel. A körfolyam összfűhatásfoka relative kicsiny, a folyadék üzemi hőmérséklete magas (kb. 50-60 °C). Hátrányai ellenére - egyszerű felépítése miatt - a legelterjedtebb megoldás. A többi körfolyamnál a szivattyú által leadott teljes teljesítmény a végrehajtószervbe kerül, az összfűhatásfok a körfolyamot alkotó hidraulikus elemek hatásfoka határozza meg. Előzőek miatt az üzemi hőmérséklet is lényegesen kisebb értékű, mint a főlíásos körfolyamatoknál.

## A nyomás mértékegységei és azok összefüggései

	N/m <sup>2</sup>	at	torr	bar	atm
1 N/m <sup>2</sup> (Pascal)	1,0	$1,01972 \cdot 10^{-5}$	$7,50062 \cdot 10^{-3}$	$10^{-5}$	$0,986923 \cdot 10^{-5}$
1 at	$9,80665 \cdot 10^4$	1,0	735,559	0,980665	0,967841
1 torr	133,3224	$1,35951 \cdot 10^{-3}$	1,0	$1,333224 \cdot 10^{-3}$	$1,3158 \cdot 10^{-3}$
1 bar	$10^5$	1,01972	750,062	1,0	0,986923
1 atm	$1,01325 \cdot 10^5$	1,033227	760	1,01325	1,0

## Hidraulikus rendszerek nyomássora

Pa 10 <sup>5</sup>	bar (at)	Pa 10 <sup>5</sup>	bar (at)
0,980665	1	24,516625	25
1,569064	1,6	39,2266	40
2,451663	2,5	61,781895	63
3,92266	4,0	98,0665	100
6,178190	6,3	156,9064	160
9,80665	10	245,16625	250
15,69064	16		

## 2.24.2 A nyugvó és áramló folyadék mennyisége, mértékegységei. Közepes sebesség

A nyugvó folyadék mennyisége térfogatával jellemezhető. Jele általában: V és szokásos mértékegységei: cm<sup>3</sup>; dm<sup>3</sup> (liter), m<sup>3</sup>. A tápegységek tartályai, folyadéktárolók stb. méretezésénél a KGSZ 73.0009-66 sz. szakmai szabványának a névleges térfogatra (jele NV) vonatkozó előírásai a mértekadók. A névleges térfogatsor - a fenti szabvány alapján - kivonatolva az alábbi (a térfogat mértékegysége: dm<sup>3</sup> = l)

1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400 (1)

Ha valamely folyadéktérfogat meghatározott idő alatt egy adott térből egy másik térbe áramlik, akkor az áramló folyadékmennyiségre - a továbbiakban az egyszerűség kedvéért csak folyadékmennyiségre - kell mértékegységet bevezetnünk. A hidraulikai számításokban előforduló paraméter az adott szelvényen (keresztmetszeten) időegység alatt átáramló folyadéktérfogat (térfogatáram, folyadékmennyiség).

Allandósult esetben:

$$Q = \frac{V}{t}$$

(2.7)