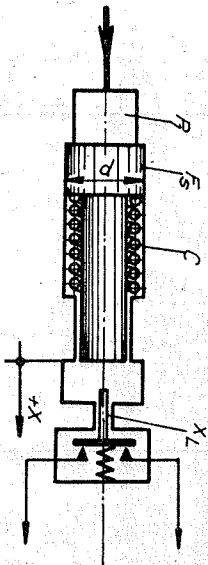
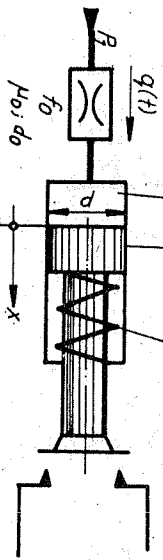


védelmi feladatokat is ellátnak. A legtöbb körfolyam és gép a rövid ideig tartó nyomástűrőhelyest általában károsodás nélkül elviseli; a késleltetés folytán a nyomáskapcsoló a rövid nyomásimpulzus alatt nem lép működésbe, míg tartós túlerhelés esetén leállítja a körfolyamot.



2.30 ábra  
Nyomáskapcsoló elvi vázlatja.



2.31 ábra  
Késleltetett nyomáskapcsoló elvi vázlatja

A nyomáskapcsolók használhatók vezérlési célokra is; pl. egy hidraulikus szegnyereg munkatereiben az előírt szorítóerőnek megfelelő értékű nyomás csak a szorítás tényleges bekövetkezésekor lép fel. Ezt a nyomáshatárt egy nyomáskapcsolóval érzékelve, annak felhasználásával indíthatjuk a szán előlő mozgását a munkadarab kirepülésének veszélye nélkül.

### 2.52 Áramirányító (mennységirányító) elemek

A 2.3 fejezetben már leírtuk az ún. fojtásos körfolyam legfontosabb jellemzőit, működési elvét. Megállapítottuk, hogy a 2.4 és a 2.5 ábrákon feltüntetett körfolyamok meghatározott elemek, szerveik időegység alatt áthaladó térfogatáram nagyságát fojtószelep irányítja. Azokat az irányítóelemeket, amelyek az energiaátalakítókon (hidraulikus motorokon) időegység alatt keresztüláramló térfogatáram nagyságát vezérlik vagy szabályozzák, áramirányító (mennységirányító) elemeknek nevezik. Feladatuk – végső soron – az, hogy segítségével a végrehajító szervek haladó vagy forgó mozgásának sebességét előre be lehessen állítani egy előírt értékre. Az áramirányító elemek feladatuk szerint két csoportra oszthatók:

- fojtószelepek és
- sebességállandósítók (áramállandósítók).

Az előírt sebességérték beállítása fokozatmentesen történik azáltal, hogy az áramirányító elemek fokozatmentesen megváltoztatják a rendszer hidraulikus ellenállását.

### 2.52.1 Fojtószelep

Viszonylag egyszerű felépítésű áramirányító elem. Működése a (2.48) Torricelli-egyenleten alapul, amelyet a fojtószelepek működésének sajátosságaihoz igazodva az alábbi alakban használunk:

$$Q_F = \mu A_F \sqrt{\frac{2E}{\gamma} \cdot \Delta p_F} \quad (2.50)$$

ahol  $Q_F$  – a fojtás térfogatárama, a fojtószelepen időegység alatt keresztüláramló folyadékmennyiség;

$\mu$  – a fojtószelep átfolyási tényezője; meghatározható a  $\xi$  ellenállási tényező ismeretében

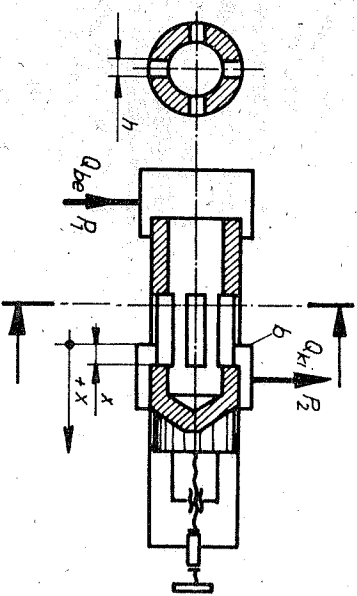
$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi}} < 1 \quad (2.51)$$

A  $\xi$  ellenállási tényezőt a (2.16) összefüggéssel értelmeztük a 2.32 fejezetben.

$A_F$  – a fojtószelep változtatható átömlési keresztmetszete;

$\Delta p_F$  – a fojtás előtti és utáni tér nyomásának különbsége.

A fojtószelep működésének elvét a 2.32 ábrán vizsgálhatjuk meg kisebb részletesebben. A furatos és a palásfelületen hornyokkal ellátott tolatlyu



2.32 ábra  
Axiálisan réselt fojtószelep elvi vázlatja

menetes orsóval mindkét irányban elmozdítható. A tengelyirányból érkező térfogatáram nagyságát fojtórésnek, az átömhlési keresztmetszetek értéke szabja meg. Az ábra jelöléseinek felhasználásával meghatározható az eleméleti átömhlési keresztmetszet:

$$A_x = h \cdot x \cdot z \quad (2.52)$$

ahol

- h - a palásfelületen levő hornyok szélessége;
- x - a tolatlyu helyzete b vezérlőélhez viszonyítva; beállítási paraméter;
- z - a hornyok száma.

Feltételezzük, hogy a fojtószelep átfolyási tényezője állandó és az állandókat összevonjuk, akkor a (2.50) összefüggés az alábbi formát ölti:

$$Q_F = k \cdot x \sqrt{\Delta p} = \frac{1}{R_F} \sqrt{\Delta p} = G_F \sqrt{\Delta p} \quad (2.53)$$

ahol

$$k = z \cdot h \cdot \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma}}$$

$\Delta p = p_1 - p_2$ ; a fojtás előtti és utáni terek nyomáskülönbsége

$R_F = \frac{1}{k \cdot x}$  - a fojtószelep hidraulikus ellenállása

$G_F = k \cdot x = \frac{1}{R_F}$  - a fojtószelep hidraulikus vezetőképessége.

A (2.53) összefüggésből kifutunk, hogy a fojtószelepen átfáramló térfogatáram adott beállítás esetén is (x = állandó) nyomásfüggő, azaz ha a fojtás előtti és utáni terek nyomáskülönbsége az üzemeltetés során megváltozik, ez a változás a térfogatáram, végső soron a végrehajtószer megmozgási sebességének, megváltozását vonja maga után. Erre a "nem kívánatos" jelenségre a továbbiakban még vissza fogunk térni.

A fojtószelepek átömhlési keresztmetszetét többnyire háromszög, négyyszög vagy körgyűrű alakura képezik ki, mindhárom profil elhelyezkedhet haladó, illetve forgó mozgást végző elemen is. Az átömhlési keresztmetszetek változását szemlélteti a 2.33 ábra. A fojtási szelvények alakja lényegesen befolyásolja a fojtószelepek tulajdonságait, a minőségi jellemzőket:

- a vezérlési érzékenységet,
- az eltömhlési hajlamot,
- az átfolyási tényező.

A vezérlési érzékenység ( $\psi$ ) az egységnyi elmozdulásra, ill. elfordulásra (egységnyi beállító mozgásra) jutó térfogatáramváltozást jelenti állandó nyomáskülönbség ( $\Delta p_F = \text{állandó}$ ) mellett:

$$\psi = \frac{d Q}{d h} \quad \text{illetve} \quad \psi = \frac{d Q}{d \varphi} \quad (2.54)$$

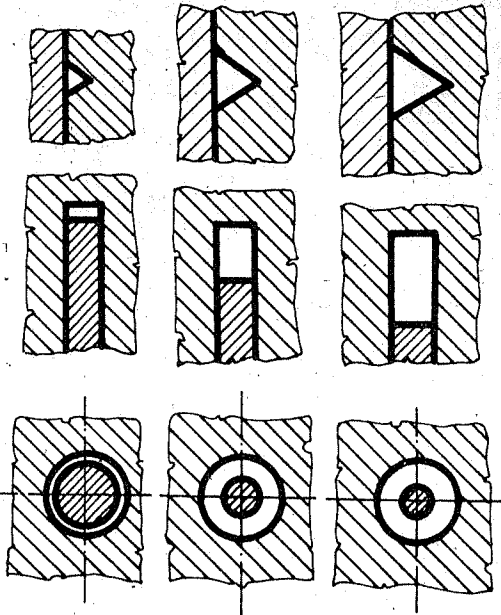
Háromszög



Négyyszög



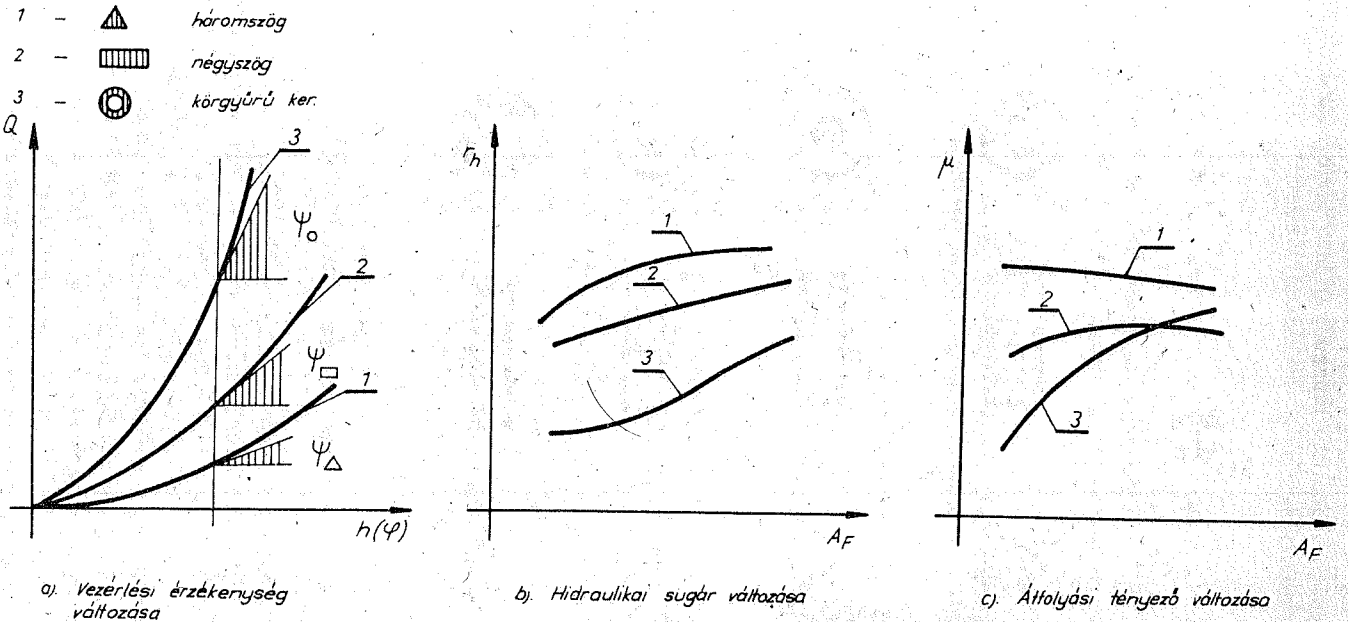
Körgyűrű



2.33 ábra  
A fojtóréssek geometriai alakjai

Mivel nagyobb beállítási pontossággra van szükség, annál kisebb érzékenységu szelepet szükséges beépíteni. A vezérlési érzékenység szempontjából a legkedvezőbb fojtórés-profil a háromszög keresztmetszetü. (ld. 2.34.a. ábrát) Üzemeltetési szempontból igen lényeges a fojtórés eltömhlési hajlamának mértéke. Az eltömhlés következtében ugyanis megváltozik a fojtórés tényleges átömhlési keresztmetszete, a fojtórés kerületén lerakódó mikroszenyvedések végső soron a végrehajtószervek mozgási sebességét csökkentik. Az eltömhlési hajlam jellemzésére az ún. hidraulikai sugár szolgál. A hidraulikai sugarat az átfolyási keresztmetszet ( $A_F$ ) és az ezen keresztmetszetet "nedvesítő" terület ( $K_F$ ) hányadosaként értelmezzük:

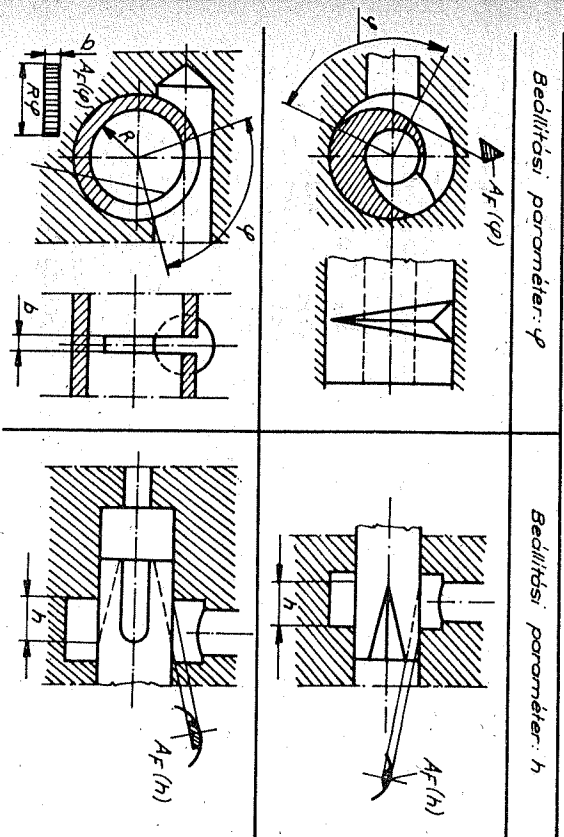
$$r_h = \frac{A_F}{K_F} \quad (2.55)$$



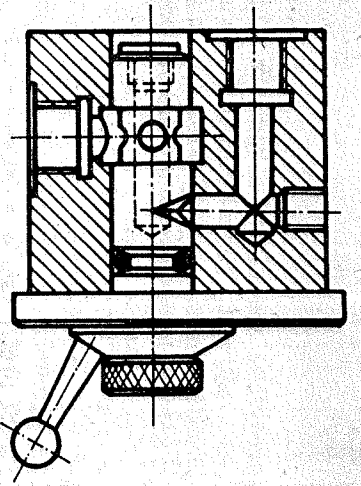
2.34 ábra  
Az áramlási viszonyok változása a különböző alakú fojtóréseknél

A 2.34. b) ábra a keresztmetszet függvényében szemlélteti a különböző fojtórészek hidraulikai sugarát, az eltömődési hajlomot. Megállapítható, hogy a háromszög keresztmetszetű profil eltömődési hajlama a legkisebb, mert a beállítás során a keresztmetszet és a terület hányadosa alig változik. Az eltömődési hajlammal különösen kis térfogatáramok esetén van kitüntetett szerepe.

Az átfolyási tényező a különböző átomló keresztmetszet profilokra vonatkozóan a 2.34. c) ábrán látható. Megállapítható, hogy az átfolyási tényező értéke is a háromszög keresztmetszetű profil esetén a legkedvezőbb, különösen kis térfogatáramok esetén. Előzőekből nyilvánvaló, hogy a legkedvezőbb áramlási viszonyok a háromszög keresztmetszetű fojtóréseknél tapasztalhatók, így széles körű elterjedésük nem véletlen. A fojtószelepek szokásos szerkezeti kialakítására a 2.35 ábra, konstrukciós kivételre a 2.36 ábra mutat példát.



2.35 ábra  
Fojtószelepek szerkezeti kialakítása



2.36 ábra

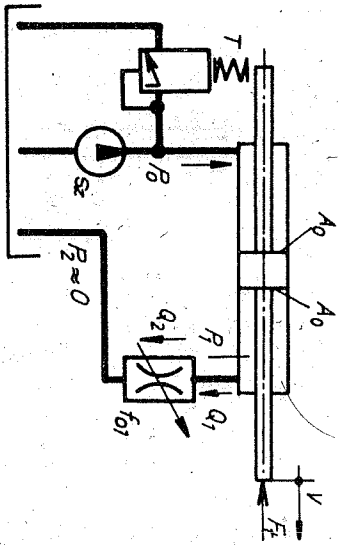
Fojtószelep konstrukciós kialakítása

ahol  $A_0$  - a dugattyu felülete

$p_0$  - a tápnyomás

$$p_0 A_0 - p_1 A_0 - F_t = 0 \quad (2.56)$$

A (2.53) összefüggés elemzése során megállapítottuk, hogy a fojtószelepen átáramló térfogatáram nem állandó, hanem a fojtószelep két oldalán uralkodó nyomások különbségének függvényében változik. A következőkben vizsgáljuk meg kissé részletesebben a fojtószeleppel vezérelt hidraulikus körfolyamatok viselkedését. A 2.37 ábrán látható fojtószeles körfolyamat a kifolyóági vezérlésre mutat példát. A surldőerők elhanyagolásával a dugattyura felírható az alábbi erőegyensúlyi egyenlet:



2.37 ábra

Fojtószeleppel vezérelt körfolyam

$p_1$  - a kifolyóágban uralkodó nyomás (a munkahenger és a fojtószelep között)  
 $F_t$  - a terhelőerő.

A munkahenger v sebessége:

$$v = \frac{Q_1}{A_0} \quad (2.57)$$

Ha eltekintünk a volumetrikus veszteségektől, akkor a hengerből kiáramló  $Q_1$  térfogatáram azonos a fojtószelepen átáramló  $Q_2$  térfogatárammal:

$$Q_1 = Q_2$$

A fojtószelepen átáramló térfogatáram, ha  $p_2 \approx 0$ :

$$Q_2 = Q_1 = \mu \cdot f_{01} \sqrt{\frac{2E}{\gamma} p_1} \quad (2.58)$$

A (2.57) összefüggésbe behelyettesítve kapjuk:

$$v = \frac{\mu f_{01}}{A_0} \sqrt{\frac{2E}{\gamma} p_1} \quad (2.59)$$

A (2.56) egyensúlyi egyenlehből fejezzük ki  $p_1$ -et, majd helyettesítsük be a (2.59) egyenletbe:

$$p_1 = p_0 - \frac{F_t}{A_0} \quad (2.60)$$

ahol

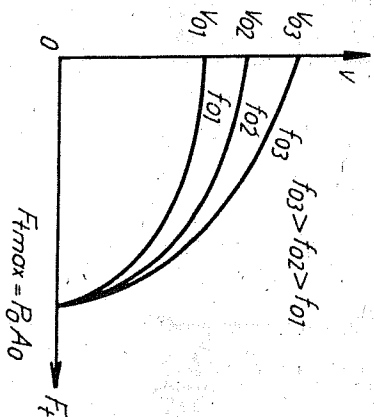
$$v = \frac{\mu f_{01}}{A_0} \sqrt{\frac{2E}{\gamma} (p_0 - \frac{F_t}{A_0})} = k_0 \cdot f_{01} \sqrt{\frac{p_0 A_0 - F_t}{A_0^3}} \quad (2.61)$$

$$k_0 = \mu \sqrt{\frac{2E}{\gamma}}$$

A (2.61) egyenletnek megfelelő jelleggörbékét különböző fojtószelep-állások mellett a 2.38 ábra tartalmazza, míg a  $p_1$  nyomás változását a terhelés függvényében a 2.39 ábra szemlélteti. Az ábrákról is leolvasható, hogy a munkahenger dugattyurudjának v sebessége terhelés növekedésével csökken, sőt az  $F_{tmax} = p_0 A_0$  határterhelésnél zérussá válik, a szivattyú teljes térfogatárama a túlfolyó és biztonsági szelepen keresztül visszarámlik a tartályba. A bizonyítás mellőzésevel megállapíthatjuk, hogy teljesen azon eredményre jutunk beömlőági vezérlés elemzése során is. Fon-

tos következtetés, hogy fojtószeleppel csak olyan esetekben célszerű a sebességvezérlést megoldani, ha

- kicsiny a terhelőerő a határterheléshez képest, ill. ha
- a terhelőerő változása csekély mértékű.

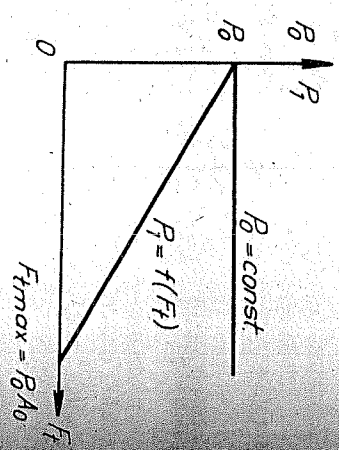


2.38. ábra  
Fojtószeleppel vezérelt körfolyam jelleggörbéi

A fenti megkötések miatt fojtószeleppel vezérelt körfolyamatokat a különböző köszűrőgépeknél (silk-, palást-, furakköszűrőgépeknél) találhatunk ki-folyóági sebességvezérléssel.

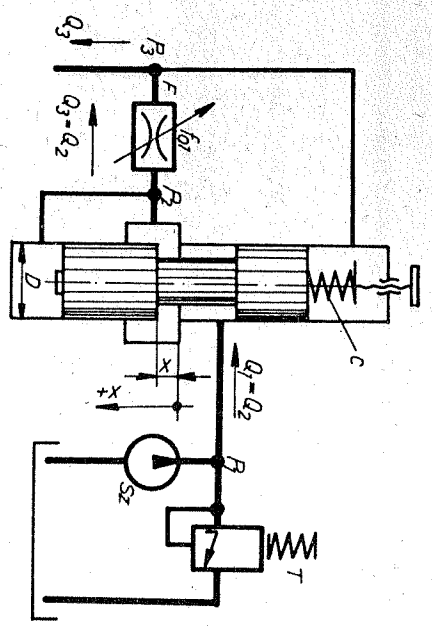
2.52.2 Sebességállandósító szelepek

A sebességállandósító szelepek tulajdonképpen két, eddig már megismert szelepből összeállított elemek: az egyik a nyomáscsökkentő szelep, a másik pedig a fojtószelep. Elvi vázlatát a 2.40 ábra mutatja. A nyomáscsökkentő szelep kifolyóágához csatlakozik az F fojtószelep, amelynek a kifolyóágában - egyszersmind a sebességállandósító kifolyóágában - uralkodó nyomást ( $p_3$ ) a nyomáscsökkentő szelep folatlyujának rugó felőli végéhez vezetiük. A sebességállandósítás - pontosabban a térfogatáram-állandósítás feltétele az, hogy az F fojtószelep adott és állandó  $f_{01}$  átömlési keresztmetszetén a bemenő  $p_1$  és a kimenő  $p_3$  nyomástól gyakorlatilag függetlenül, állandó térfogatáram áramoljék keresztül, ami nyilván csak úgy lehetséges



2.39. ábra  
A munkahenger vezérelt tereben uralkodó nyomás alakulása fojtószelepes vezérlésnél

- a Torricelli-egyenlet értelmében - ha a fojtószelepen fellépő nyomásesés gyakorlatilag állandó és nem függ sem a bemenő  $p_1$ , sem a kimenő  $p_3$  nyomástól.



2.40. ábra  
Sebességállandósító szelep elvi felépítése

A sebességállandósító működése az alábbiak szerint vizsgálható:

Ha a  $p_1$  tápnyomást állandó értékűnek tételezzük fel, bizonyítható, hogy a sebességállandósító szelepen  $\Delta p$  nyomásesés a terheléstől függetlenül állandó értékű lesz, következésképpen a végrehajtószerv mozgása közel egyenletes sebességgű lesz. Tételizzük fel, hogy adott külső terhelés esetén a végrehajtószervnél  $p_3$  nyomás lép fel. Az F fojtószelep előtti  $p_2$  nyomás uralkodik. A nyomásvizszonyok figyelembevételével felírhatjuk a nyomáscsökkentő szelepen, illetve a fojtószelepen átfáramló térfogatáram nagyságát a Torricelli-egyenlet alkalmazásával. A nyomáscsökkentő szelep térfogatárama:

$$Q_2 = \mu_t \cdot D \cdot \pi \cdot x \cdot \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (p_1 - p_2)} \quad (2.62)$$

ahol  $\mu_t$  - a nyomáscsökkentő szelep átfolyási tényezője

D - a nyomáscsökkentő tolattyujának átmérője

x - a tolattyu vezérlő élének helyzete az  $x = 0$  helyzethez képest

$p_1$  - tápnyomás

$p_2$  - a nyomáscsökkentő utáni nyomás.