

7. Dugattyúrudas munkahengerek

Munkahengerek csoportosítása

Az oktatási fejezetek legelején szó volt arról, hogy hogyan épül fel egy pneumatikus rendszer és melyek a legfontosabb elemei.

- Levegőelőkészítő egységek
- Vezérlő szelepek
- Áramlásszabályzó szelepek
- Végrehajtó elemek, munkahengerek
- Pneumatika csövek, csatlakozók

Ebben a fejezetben a munkahengerekről, mint végrehajtó elemekről lesz szó.

A pneumatikában a legfontosabb működtető szerkezet, végrehajtó elem a munkahenger. A munkahenger egy olyan energia-átalakító eszköz, amely az áramló közeg nyomási energiáját alakítja át lineáris vagy forgó mozgássá.

A munkahengereket - különböző szempontok szerint - csoportosíthatjuk:

- **kivitel** szerint
 - dugattyúrudas munkahenger
 - dugattyúrúd nélküli munkahenger
 - tömlő henger
 - membrán henger
 - forgató henger
- **létrehozott mozgás** szerint
 - lineáris mozgású (egyenes vonalú)
 - forgó mozgású
- **működtetés** szerint
 - egyszeres működésű
 - kettős működésű
- **helyzetstabilitás** szerint
 - egyállású
 - kétállású
 - három-, vagy négyállású
- **vég helyzet-csillapítás** szerint
 - állítható pneumatikus löketvég-csillapítással
 - rugalmas löketvég-csillapítással
 - löketvég-csillapítás nélkül

Mivel kialakításában és működésében nagyon sokféle munkahenger létezik, ezért számos szempont szerint csoportosíthatók a munkahengerek. Az oktatási sorozatban csak a legáltalánosabb munkahengereket és a hozzá kötődő szükséges ismereteket nézzük át.

Dugattyúrudas munkahengerek

A munkahenger alapkivitele nagyon egyszerű, mégis a különböző gyártók, különféle változatokat alakítottak ki. Annak megfelelően, hogy milyen feladatot kell elvégezni a hengereknek, különféle szabványos-, és szabványon kívüli típusai terjedtek el.

A teljesség igénye nélkül, a legáltalánosabban használatos típusok, amelyeknek további változatai, speciális kivitelei is ismeretesek:

- mini ceruza henger
- körprofil henger | DIN ISO 6432
- profil henger | ISO 15552 | VDMA 24562
- kompakt henger | ISO 21287 | UNITOP
- rövidlökethű henger
- összehúzócsavaros henger | ISO 15552



A munkahengerek kialakításával, működésével kapcsolatosan **az alábbi fogalmakat szükséges tisztázni:**

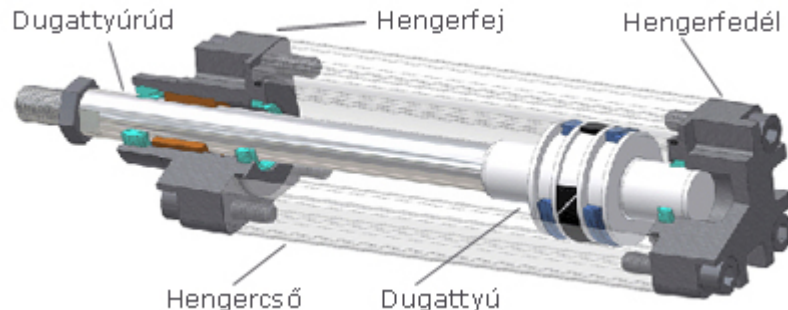
- munkahenger felépítése
- átmérő és lökethossz
- hengermozgások definiálása
- henger-működtetés értelmezése
- munkahenger szimbólumok
- lökethűg-csillapítás
- munkahenger mágneses helyzetérzékelése
- pneumatikus munkahengerek sebességének a beállítása

Munkahenger felépítése

Általánosan a dugattyúrudas munkahenger **hengercsőből** áll, amelyet **mindkét végén fedél zár le**. Ebben a hengercsőben **dugattyú mozog**, amelyhez a **dugattyúrúd csatlakozik**.

A dugattyú mozgását útszelepen keresztül a sűrített levegő vezérli, attól függően, hogy melyik hengertér kapja a vezérelt levegőt. **Az erőátvitel a dugattyúrúddal történik.**

A dugattyúrudas munkahengerek a **létrehozott mozgás szerint lineáris munkahengerek**, mert a dugattyúrúd - amelyen az erőátvitel történik - egyenes vonalú mozgást végez.



Átmérő és lökethossz

A dugattyúrudas munkahengereknek a típus-kialakítás mellett két meghatározó paramétere van:

- henger átmérő
- lökethossz

Például (HAFNER **DIL** típusú munkahenger jelölése):

- **DIL 40/320**

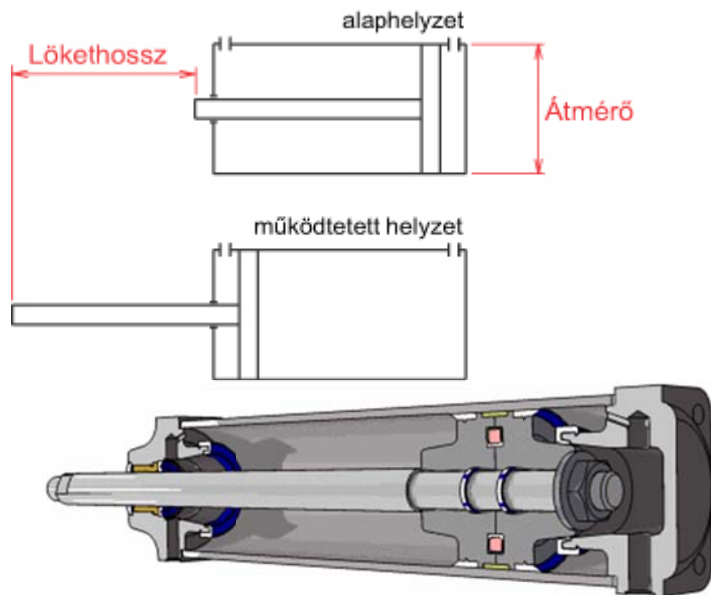
Típusszám értelmezése:

- **DIL** | a munkahenger típusa, amely egyértelműen definiálja a munkahenger kivitelét
(*DIL = ISO 15552 szabványú kettősműködésű munkahenger, állítható löketvégcsillapítással, érintésmentes érzékeléssel - amelynél a helyzetérzékelő a profilcsőben kerül elhelyezésre*)
- **40** | a munkahenger átmérője [mm]
- **320** | a munkahenger lökethossza [mm]

A **munkahenger átmérője** tulajdonképpen a hengercső belső átmérője, amelyben a dugattyú mozog.

Ez határozza meg, hogy adott nyomáson mekkora nyomóerő kifejtésre képes a munkahenger.

A **lökethossz a munkahengernek egy szerkezeti mérete**. Ezen a hosszon képes a henger munkavégzésre.



A nagy lökethossz jelentősen megnöveli a vezetőpersely valamint a dugattyúrúd terhelését. A kihajlás kiküszöbölése érdekében a dugattyúrúd átmérőjét meg kell növelni - gyakorlati szempontok szerint, nagyobb átmérőjű munkahengert szükséges választani, amelynek nagyobb a dugattyúrúd-átmérője.

Nagy lökethosszak esetén - a terhelés mértékének és irányának megfelelően - gondoskodni kell a megfelelő megvezetésről.

A munkahengerek átmérői és lökethosszai szabványosítottak, amelyek közül a legjellemzőbb méretek:

Munkahenger átmérője [mm]:

| ø8 | ø10 | ø12 | ø16 | ø20 | ø25 | ø32 | ø40 | ø50 | ø63 | ø80 | ø100 | ø125 |
| ø160 | ø200 | ø250 | ø320 |

Lökethossz mérete [mm]:

| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 | ...

A munkahenger átmérő- és lökethossz méretei a henger típusától, kivitelétől függ.

A munkahenger által kifejtett erő a **sűrített levegő nyomásától**, a **dugattyú átmérőjétől**, valamint a **tömítőelemek súrlódási ellenállásától** függ.

Számítsuk ki a fenti példában szereplő DIL 40/320 típusú munkahenger által kifejtett nyomóerőt 6 bar üzemi nyomáson.

Munkahenger átmérője:

Amely a tulajdonképpen a munkahenger dugattyújának az átmérője:

$$d = 40 \text{ mm}$$

A munkahenger dugattyújának a felülete:

A kör területének a számítása, azaz a kör keresztmetszetű munkahenger dugattyújának a felülete:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

A képletbe behelyettesítve az értékeket:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{40(\text{mm})^2 \cdot 3,14}{4} = 1256 \text{ mm}^2$$

Üzemi nyomás:

$$p = 6 \text{ bar} = 0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A munkahenger nyomóerejének a számítása:

Pascal törvénye értelmében:

$$F = p \cdot A$$

A képletbe behelyettesítve az értékeket:

$$F = p \cdot A = 0,6 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot 1256 (\text{mm}^2) = 753,6 \text{ N}$$

A kiszámolt érték egy elméleti erő. A gyakorlatban 5% veszteséggel számolhatunk, amely a súrlódást, valamint az egyéb veszteséget korigálja.

Ennek megfelelően egy 40 mm átmérőjű munkahenger, 6 bar nyomáson **megközelítőleg 716 N nyomóerőt** fejt ki.

$$\frac{716 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right)}{9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} = 72,98 \text{ kg}$$

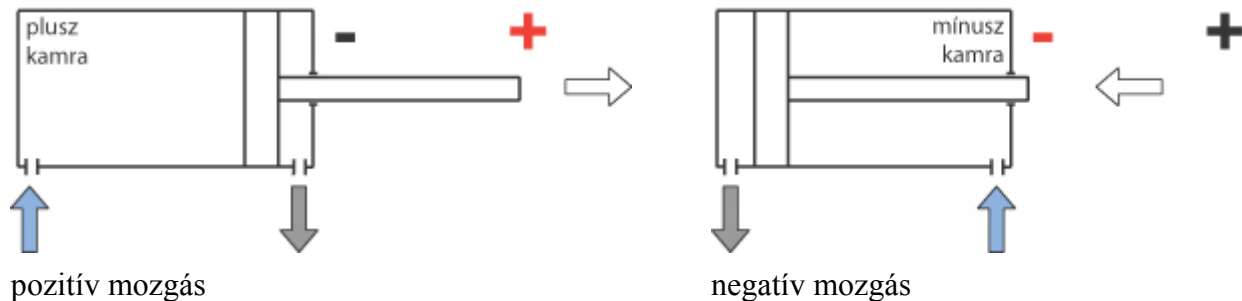
Amennyiben a nyomóerőt elosztjuk a nehézségi gyorsulással ($9,81 \text{ m/s}^2$), akkor - gyakorlatias szemmel nézve - a munkahengerünk egy közel 73 kg-os tömeg súlyerejének felelő nyomóerőt fejt ki.

FONTOS! Ezzel az erővel - amelyet a munkahengerünk kifejt - **csak megtartani lehet ezt a tömeget** és nem felemelni!

Ha egyenletesen felemelünk egy tárgyat, akkor a gravitációs erő ellenében munkát kell végezni. Fizikai értelemben munkavégzésről akkor beszélünk, ha egy test erő hatására elmozdul. Emeléskor az erő irányában a test elmozdul, így munkavégzés is történik.

Hengermozgások definiálása

A munkahenger két véghelyzetét **pozitív** és **negatív véghelyzetnek** nevezzük. Ennek megfelelően a munkahenger két kamráját **plusz** és **mínusz kamrának** vagy hengertérnek nevezzük.



A kitolt dugattyúrúd a pozitív véghelyzetben van, mert a plusz kamrába irányítjuk a vezérelt levegőt. A negatív véghelyzetben a munkahenger dugattyúrúdja betolt helyzetben van, mert a mínusz kamrába kapja a vezérlést. Az ellentétes kamra légtelenítése alapfeltétel, hogy a benne lévő levegő szabadon kiáramolhasson.

Henger-működtetés értelmezése

Működtetés szempontjából megkülönböztetünk **egyszeres-** és **kettős működtetésű** munkahengereket.

Az **egyszeres működtetésű munkahengereknél** csak az egyik hengertér kap vezérelt sűrített levegőt. Ennek megfelelően csak az egyik irányban végeznek munkát a sűrített levegő által. A másik mozgásirányban rugóerő vagy külső terhelőerő biztosítja a dugattyúmozgást.

Az egyszeres működésű munkahengerek lökethosszát a beépített rugó szerkezeti mérete korlátozza, ezért az egyszeres működésű munkahengerek - relatíve - rövid lökethűek.

Kétféle kivitele létezik, annak megfelelően, hogy a rugó a dugattyú előtt vagy mögött helyezkedik el:

- egyszeres működésű munkahenger, alaphelyzetben betolt dugattyúrúddal
(a rugó a dugattyú előtt helyezkedik el)
- egyszeres működésű munkahenger, alaphelyzetben kitolt dugattyúrúddal
(a rugó a dugattyú mögött helyezkedik el)

A **kettősműködésű munkahengerek** esetében a bevezetett sűrített levegő energiája a dugattyút mindkét irányban működteti. A kettősműködésű munkahengert ott alkalmazzák, ahol a munkahenger mindkét irányban munkát kell végezni.

A széleskörű alkalmazási lehetőségeiből adódóan különféle kivitelei léteznek:

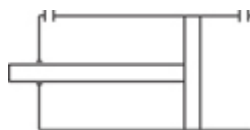
- kettősműködésű munkahenger
(*alap kivitel*)
- kettősműködésű munkahenger, átmenő dugattyúróddal
(*a munkahenger mindkét fedelén ki van vezetve a dugattyúróddal*)
- kettősműködésű munkahenger, elfordulásmentes dugattyúróddal
(*amikor a dugattyúróddal tengelye körüli elfordulás nem megengedett, akkor vagy speciális, nem kör keresztmetszetű dugattyúróddal van szerelve a munkahenger, vagy dupla dugattyúróddal van beépítve*)
- kettősműködésű munkahenger, megvezetett dugattyúróddal
(*a nagyobb terhelések felvétele érdekében beépített megvezetéssel van ellátva a munkahenger, amely egyben elfordulásmentes kivitel is*)
- többállású munkahenger
(*két darab munkahenger van háttal összeépítve, amelyekkel 3 vagy 4 állás különböző működési hossz megvalósítható, attól függően, hogy mekkorák az egyes munkahengerek lökethosszai*)
- tandem munkahenger
(*két vagy több munkahenger úgy van összeépítve, hogy a dugattyúróddjuk is közösítve vannak. Így megnöveljük a dugattyúk - ezáltal a munkahenger nyomóerejét is egyben - felületét, anélkül, hogy nagyobb átmérőjű munkahengert alkalmaznánk.*)

Munkahengerek jelölése szimbólumokkal

Az egységes ábrázolásmód alapján egyértelműen látható az adott munkahenger működése, kivitele.

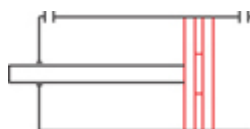
Fontos! A szimbólumok csak a munkahengerek működésére, kivitelére utalnak, és nem tartalmaz információt a munkahenger típusára, hogy az éppen kompakt-, vagy profilhengert ábrázol.

Kettősműködésű "alap" munkahenger



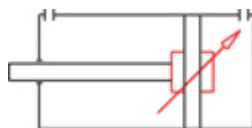
Szimbóluma jelzi a munkahenger legfontosabb elemeit: hengercső, fedelek, dugattyú, dugattyúródd és a levegőcsatlakozás.

Kettősműködésű munkahenger, érintésmentes érzékeléssel



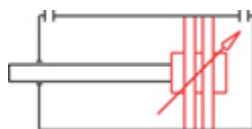
A szimbólumban jelölve van a mágnes. A dugattyú ketté van osztva és közötté helyezkedik el a mágnes.

Kettősműködésű munkahenger, állítható löketvég-csillapítással



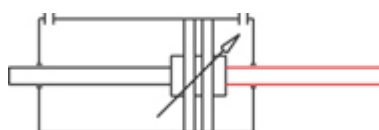
Állítható löketvég-csillapítást szimbolizál a dugattyún lévő fékeződugattyú és a nyíl. A nyíl szimbolizálja a löketvég-csillapítás beállíthatóságát.

Kettősműködésű munkahenger, állítható löketvég-csillapítással, érintésmentes érzékeléssel



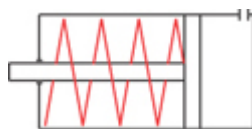
A fentiek kombinációja szimbolizálja a munkahenger kivételét: állítható löketvég-csillapítás, érintésmentes érzékeléssel

Kettősműködésű munkahenger, átmenő dugattyúrúddal, állítható löketvég-csillapítással, érintésmentes érzékeléssel



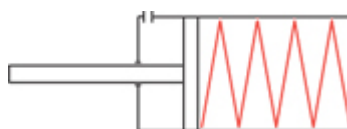
A szimbólumban jelölve van az átmenő dugattyúrúd, valamint a fent már ismertetett állítható löketvég-csillapítás és érintésmentes érzékelés

Egyszeres működésű munkahenger



Egyszeres működésű munkahengert szimbolizál a hengerbe épített rugó.

Egyszeres működésű munkahenger, alaphelyzetben kitolt dugattyúrúddal



Alaphelyzetben kitolt dugattyúrúddal rendelkező henger esetén a rugó hátul található.

A szimbólumok jelölésénél két olyan fogalommal is találkoztunk, amelyekről a következő tananyagban lesz részletesen szó:

- Löketvég-csillapítás
- Munkahenger mágneses helyzetérzékelése

A szimbólumok értelmezéséhez most csak említést teszünk róluk...

- A **löketvég-csillapítás** célja a dugattyú sebességének a lecsökkentése, még mielőtt a fedéllel érintkezne...
- A pneumatikus munkahengerek **dugattyújának helyzetérzékelésére** a mágneses elven működő helyzetérzékelőket alkalmazunk. A dugattyúba épített állandó mágnesset érzékeli a hengercsőre épített közelítéskapcsoló. Így lehet érintésmentesen érzékeltetni a munkahenger dugattyújának a helyzetét...