

BEVEZETÉS A PNEUMATIKÁBA

P111



FESTO

**Festo Automatika
Kereskedelmi és
Szolgáltató Kft.**

1037 Budapest,
Csillaghegyi út 32–34.
Tel.: 36 1 250 0055
Fax: 36 1 250 1593
E-mail: info_hu@festo.com
Internet: www.festo.hu

TARTALOMJEGYZÉK

	Fejezet	oldal
1 Bevezetés	1	4
1.1 Pneumatika fejlődése	1	4
1.2 Sűrített levegő tulajdonságai	1	5
1.3 Pneumatikus berendezések gazdaságossága	1	6
2 Sűrített levegő előállítása	2	10
2.1 Légsűrítő berendezések	2	10
2.2 Kompresszorok típusai	2	10
2.3 Kompresszorok megválasztásának szempontjai	2	12
2.4 Légtartály	2	13
3 Sűrített levegő szállítása	3	15
3.1 Csővezetékek méretezése	3	15
3.2 Léghálózat kiépítése	3	15
3.3 Légvezetékek anyagai	3	16
3.4 Vezetékcsatlakozások	3	17
4 Sűrített levegő előkészítése	4	19
4.1 Szennyeződések a sűrített levegőben	4	19
4.2 Levegőszűrő nyomásszabályozó szeleppel	4	23
4.3 Nyomásszabályozó szelep	4	25
4.4 Levegő olajozó	4	26
4.5 Tápegység	4	27
5 Pneumatikus végrehajtók	5	29
5.1 Munkahengerek	5	29
5.2 Henger felerősítések	5	35
5.3 Munkahenger felépítése	5	36
5.4 Hengerek méretezése	5	37
6 Építőegységek	6	41
6.1 Hidropneumatikus rendszerek	6	41
7 Szelepek	7	42
7.1 A szelepekről általában	7	42
7.2 Útszelepek	7	42
7.3 Zárószelepek	7	54
7.4 Nyomásirányítók	7	60
7.5 Elzáró szelep	7	61
7.6 Pneumatikus időszelepek	7	61
8 Érintkezésmentes érzékelők és vákuumejektorok	8	64
8.1 Légszorompó	8	64
8.2 Reflexiós érzékelők	8	64
8.3 Vákuumképző ejektorok	8	65
8.4 Munkahenger érintésmentes pozícióérzékeléssel	8	66
8.5 Nyomásérősítő	8	66
9 Pneumatikus-elektromos jelátalakítók	9	67
9.1 Jelátalakító	9	67
9.2 Jelátalakító relé	9	67
10 Alapkapcsolások	10	68
10.1 Egyszeres működtetésű henger vezérlése	10	68
10.2 Kettősműködtetésű henger vezérlése	10	68
10.3 Vezérlés VAGY elemmel	10	69
10.4 Kettősműködtetésű henger sebességvezérlése	10	69
10.5 Sebességnövelés	10	70
10.6 Vezérlés ÉS elemmel	10	70

1. Bevezetés

1.1. A pneumatika fejlődése

A sűrített levegő kimutathatóan a legrégebb energiaforma, melyet az ember ismert és saját teljesítményének fokozására felhasznált. A levegőnek, mint közegnek a tudatos felhasználása és a vele való többé-kevésbé tudatos munkavégzés már évezredek óta megfigyelhető. Az első, akiről biztos tudomásunk van, a görög KTESIBIOS volt, aki a sűrített levegőt, mint munkavégző közeget alkalmazta. Kétezer évvel ezelőtt Ő készített egy sűrített levegővel működő katapultot. Az első könyv, mely a levegőnek, mint energiahordozónak az alkalmazásáról ír, az i.e. első században jelent meg, és olyan készüléket ismertet, melyet meleg levegő működtetett.

A "Pneuma" kifejezés a régi görögöktől ered, ezt a kifejezést használták a lélegzetvételre, a szélre, és a filozófiában a lélekre. A "Pneuma" szóból származik a "Pneumatik" fogalom, mint légmozgások, légfolyamatok tana. Annak ellenére, hogy a pneumatika az emberiség legrégebb ismeretei közé tartozik, az alapjaira és tulajdonságaira vonatkozó szisztematikus kutatásokat csak a múlt században végezték el. Mindössze 1950-től beszélhetünk a gyártástechnikában a pneumatika ipari alkalmazásáról. Néhány alkalmazási területe már korábban is kialakult, így a bányászatban, az építőiparban és a vasútnál (légfékek). A pneumatika világméretű ipari felhasználása azonban csak a munkafolyamatok szükségszerű racionalizálásakor és automatizálásakor indult meg rohamos léptekkel. A kezdeti nehézségek ellenére, melyek az ismeretek és képzés hiányára vezethetők vissza, az alkalmazási területek állandóan bővültek. Ma már a sűrített levegő egyetlen korszerű üzemből sem hiányozhat. A pneumatikus berendezéseket a legkülönbözőbb ipari célokra alkalmazzák.

1.2. A sűrített levegő tulajdonságai

A pneumatika meglepően rövid idő alatt elterjedt az ipari alkalmazás területein. Ennek alapvető oka, hogy vannak olyan gépesítési és automatizálási feladatok, melyek más energiahordozóval egyszerűen és gazdaságosan nem valósíthatók meg.

A sűrített levegő – mint energiahordozó – legfontosabb pozitív tulajdonságai:

Előfordulás:	A levegő gyakorlatilag mindenhol korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre.
Szállítás:	A sűrített levegő csővezetéken nagy távolságra egyszerűen, könnyen szállítható. Az elhasznált levegő visszavezetésére nincs szükség.
Tárolhatóság:	Egy kompresszornak nem kell állandóan üzemelni ahhoz, hogy a sűrített levegő folyamatosan rendelkezésre álljon. A sűrített levegő tartályban tárolható és onnan elvezethető, illetve tartályokban szállítható.
Hőmérséklettűrés:	A sűrített levegő a hőmérséklet változásokra érzéketlen, ez lehetővé teszi a biztonságos alkalmazását különleges hőmérsékleti viszonyok között is.
Biztonság:	A sűrített levegő robbanás- és tűzbiztos, nincs szükség drága biztonsági berendezések alkalmazására.
Tisztaság:	A sűrített levegő tiszta, tömítetlen vezetékeknél, elemeknél sem tud szennyeződés bekerülni a kiáramló levegő következtében. Erre a tisztaságra nagy szükség van például az élelmiszeriparban, fa-, textil-, és bőriparban.
Felépítés:	A munkavégző elemek felépítése egyszerű és ennek megfelelően olcsó.
Sebesség:	A sűrített levegő áramlási sebessége viszonylag magas, így jelentős munkasebességek elérését teszi lehetővé. (A pneumatikus munkahengerek dugattyúsebessége például 1-2 m/sec nagyságrendű.)
Állíthatóság:	Sűrített levegőnél a sebesség fokozatmentesen vezérelhető, ill. az erő kifejtés fokozatmentesen szabályozható.
Túlterhelhetőség:	A sűrített levegővel működő készülékek meghibásodás veszélye nélkül túlterhelhetők.

Ahhoz, hogy a pneumatika alkalmazási területe pontosan behatárolható legyen, meg kell ismerni negatív tulajdonságait is.

Előkészítés:	A sűrített levegő gondos előkészítést igényel. Az energiahordozó szennyeződést és nedvességet nem tartalmazhat. Ez az elemek élettartamát csökkentené.
Összenyomhatóság:	A sűrített levegővel működő hengerekkel nem lehet terhelés-független, egyenletes, ill. állandó dugattyúsebességet biztosítani.
Erőkifejtés:	A sűrített levegő csak egy meghatározott erőkifejtésig gazdaságos. Normál üzemi nyomás (700 kPa, 7bar esetén) a lökettől és a dugattyúsebességtől függően, a határterhelés 20 000-30 000 N, 2000-3000 kp körüli érték.
Kipufogás:	A kipufogó levegő zajos. Napjainkra a kifejlesztett hangtompító anyagok ezt a problémát nagyrészt kiküszöbölték.
Költségek:	A sűrített levegő viszonylag drága energiahordozó. A magas energiaköltségek nagy részben olcsó elemekkel és nagy teljesítménnyel (működési sebesség) kompenzálhatók.

1.3. Pneumatikus berendezések gazdaságossága

A fokozódó gépesítés és automatizálás következtében az emberi munka kiváltásához előtérbe került a pneumatika ipari alkalmazása is.

Például: csomagok átrakása, emelők működtetése, alkatrészek szállítása, stb.

Annak ellenére, hogy a sűrített levegő viszonylag drága energiahordozó, alkalmazása számos előnnyel jár. A sűrített levegő előállítás és tárolása, valamint a különböző gépekhez, készülékekhez történő elosztása nagy költségráfordítást igényel. Ez gyakran ahhoz a megállapításhoz vezethet, hogy a pneumatika ipari alkalmazása költséges megoldás. Ez az egyoldalú szemlélet azonban csak az energia költségeit veti össze, figyelmen kívül hagyja a berendezések beruházási és üzemeltetési ráfordításait, a bérköltségek alakulását. Közelebbről megvizsgálva megállapítható, hogy egy berendezés összráfordításának általában csak csekély részét teszi ki az energia költsége.

Alapmennyiségek

Fizikai mennyiség	Jelölés	Egységek és jelölések	
		Technikai mértérendszer	SI mértérendszer
Hosszúság	l	méter (m)	méter (m)
Tömeg	m	$\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$	kilogramm (kg)
Idő	t	másodperc (s)	másodperc (s)
Hőmérséklet	T	Celsius fok ($^{\circ}\text{C}$)	kelvin (K)
Áramerősség	I	amper (A)	amper (A)
Fényerősség	I		kandela (cd)
Anyagmennyiség	n		mól (mol)

Származtatott mennyiségek

Fizikai mennyiség	Jelölés	Egységek és jelölések	
		Technikai mértérendszer	SI mértérendszer
Erő	F	kilopond (kp)	newton (N) $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1\text{N}$
Felület	A	négyzetméter (m^2)	négyzetméter (m^2)
Térfogat	V	köbméter (m^3)	köbméter (m^3)
Térfogatáram	V(Q)	(m^3/s)	(m^3/s)
Nyomás	p	atmoszféra (at) (kp/cm^2)	pascal (Pa) $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ bar (bar) $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$ $= 100\text{ kPa}$

A technikai- és nemzetközi mértérendszer közötti kapcsolatot a Newton-törvény képezi:

$$F = m \cdot a$$

$F = m \cdot a$, ahol "a" helyére a nehézségi gyorsulás (gravitációs állandó)

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ kerül.

A bevezetett értékekre, a két mértékrendszer között, a következő átszámítások érvényesek:

$$\text{Tömeg} \quad 1 \quad \text{kps}^2 \\ 1 \text{ kg} = \frac{\quad}{9,81 \quad \text{m}}$$

Erő

$$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$$

Közelítő számításoknál használható $1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$

Hőmérséklet

Hőmérsékletkülönbség: $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ K (Kelvin)}$

Nullapont: $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K (Kelvin)}$

Nyomás

Az összeállításban közölt nyomásegységeken kívül ("at" a technikai mértékrendszerben, valamint "bar" és "Pascal" az SI rendszerben) további egységeket is használva a nyomás meghatározására. A teljes áttekintés elősegítése érdekében ezeket is ismertetjük.

1. Atmoszféra, at

(abszolút nyomás technikai mértékrendszerben)

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar} \quad (9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}) \quad (98,1 \text{ kPa})$$

2. Pascal, Pa

(abszolút nyomás SI rendszerben)

1N

$$1 \text{ Pa} = \frac{\quad}{\quad} = 10^{-5} \text{ bar}$$

m²

10⁵N

$$1 \text{ bar} = \frac{\quad}{\quad} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ at}$$

m²

3. Fizikai atmoszféra, atm

(abszolút nyomás fizikai mértékrendszerben)

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ at} = 1,013 \text{ bar} \quad (101,3 \text{ kPa})$$

4. Vízoszlop mm, mm v.o.

$$10 \text{ 000 mm v.o.} = 1 \text{ at} = 0,981 \text{ bar} \quad (98,1 \text{ kPa})$$

5. Higanyszlop mm, Hgmm

(megfelel a "torr" nyomásegységnek)

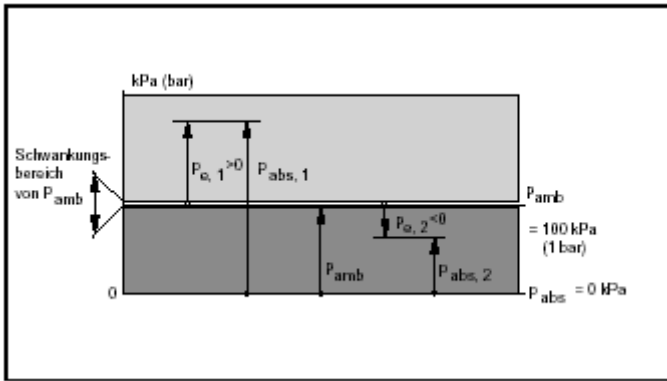
$$1 \text{ Hgmm} = 1 \text{ torr}$$

$$1 \text{ at} = 736 \text{ torr}, \quad 100 \text{ kPa (1 bar)} = 750 \text{ torr.}$$

Mindezekre a földön lévő atmoszférikus nyomás befolyást gyakorol, mely a definíciókban nem érzékelhető. Figyelembe lehet venni a mindenkori atmoszférikus nyomást P_{amb} jelöléssel, mint vonatkoztatási pontot, illetve az ettől való eltérést P_e jelöléssel, mint túlnyomásértéket.

Az alábbi ábra az elébb tárgyaltakat szemlélteti.

3. ábra



A légköri nyomás nem mindenütt azonos.

Változik a geográfiai helyzetnek és az időjárásnak megfelelően. Az abszolút nulla nyomástól a változó légköri nyomásig terjedő tartományt vákuumnak ($-P_e$), az e feletti tartományt túlnyomásnak ($+P_e$) nevezzük. Az abszolút nyomás P_{abs} a ($-P_e$) és ($+P_e$) nyomásértékekből tevődik össze. A gyakorlatban alkalmazott mérőműszerek csak a túlnyomást ($+P_e$) mutatják.

A P_{abs} nyomás megadása esetén a mutatott értékek közelítőleg 100 kPa (1 bar) értékkel nagyobbak.

Az összefoglalt alapmennyiségek ismeretében a levegő legfontosabb fizikai törvényszerűségei követhetők.

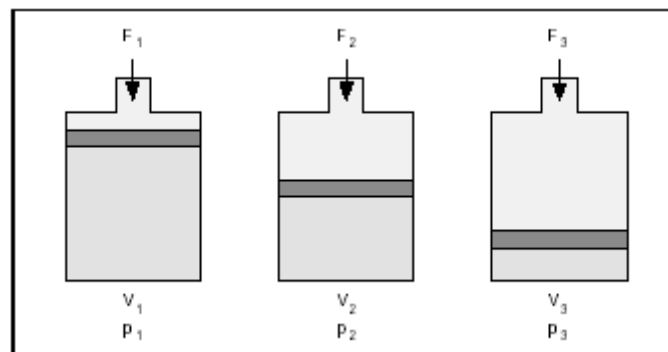
1.4.1. A levegő kompresszibilis, összenyomható

Mint minden gáznemű közegnek, a levegőnek sincs határozott alakja. Formáját a legkisebb hatás megváltoztatja, a levegő felveszi környezetének alakját. A levegő kompresszibilis (összenyomható) ugyanakkor tágulásra is képes, expandál.

Az erre vonatkozó törvényszerűségeket a Boyle-Mariotte törvény tartalmazza. Egy zárt térben lévő levegő térfogata, állandó hőmérséklet esetén, az abszolút nyomással fordítottan arányos. Mely lényegében azt jelenti, hogy egy meghatározott levegőmennyiség abszolút nyomásának és térfogatának szorzata állandó.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{konstans.}$$

A törvényszerűséget az alábbi ábra szemlélteti:



1.4.2. A levegő térfogata hőmérséklet hatására megváltozik

A 273 K hőmérsékletű levegő, állandó nyomáson, 1 K-el melegítve, 1/273 arányban változtatja térfogatát.

Ezt a Gay-Lussac törvény rögzíti:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

V_1 térfogat T_1 hőmérsékleten
 V_2 térfogat T_2 hőmérsékleten

A V_2 meghatározása:

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273 \text{ °C} + T_1} (T_2 - T_1)$$

Magyarázat:

Normálállapot a DIN 1343 szerint egy normálhőmérsékleten, ill. normálnyomáson rögzített állapot folyadékra, ill. gáznemű közegre.

A technikai normál állapot:

Normál levegőhőmérséklet: $T_n = 293,15 \text{ K}; \quad t_n = 20 \text{ °C}$

Normál nyomás: $P_n = 98066,5 \text{ Pa} = 98066,5 \text{ N/m}^2 = 0,980665 \text{ bar}.$

A fizikai normál állapot:

Normál levegőhőmérséklet: $T_n = 273,15 \text{ K}; \quad t_n = 0 \text{ °C}$

Normál nyomás: $P_n = 101325 \text{ Pa} = 101325 \text{ N/m}^2 = 1,013225 \text{ bar}.$

1.4.3. Gázok állapotegyenlete

A gázok viselkedésének törvényszerűségeit az általános gáztörvény határozza meg, mely szerint:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{konstant}$$

2. Sűrített levegő előállítása

2.1. Légsűrítő berendezések

A sűrített levegő előállítására légsűrítőket (kompresszorokat alkalmaznak, amelyek az atmoszférikus levegőt a kívánt nyomásértékre sűrítik. A pneumatikus vezérlőrendszerekhez (hajtás, vezérlés) szükséges működtető energiát központi sűrített levegő ellátás biztosítja. Ennek megfelelően az energia-átalakítást – és energiaátvitelt nem kell minden felhasználó berendezésekhez külön megtervezni.

A kompresszorteleptől a sűrített levegő csővezetéken jut el a felhasználóig. Mobil kompresszorokat az építőiparban vagy helyüket gyakran változtató gépeknél alkalmaznak.

A kompresszortelep- és léghálózat tervezésekor célszerű figyelembe venni, az adott felhasználókon túlmenően a későbbiekben beszerzésre kerülő berendezéseket is. Mindig jobb, ha az energiaellátás tartalékokkal rendelkezik, mint később megállapítani azt, hogy túlterhelt. Egy kompresszortelep bővítése mindig jelentős költségkihatású.

Nagyon fontos a sűrített levegő tisztasága. Ez biztosítja a berendezések hosszú élettartamát. Ügyelni kell a különféle légsűrítők helyes alkalmazására is.

2.2. Kompresszorok típusai

A megfelelő kompresszor megválasztása az üzemi körülmények, a szükséges üzemi nyomás, valamint a szállítandó levegőmennyiség alapján történik.

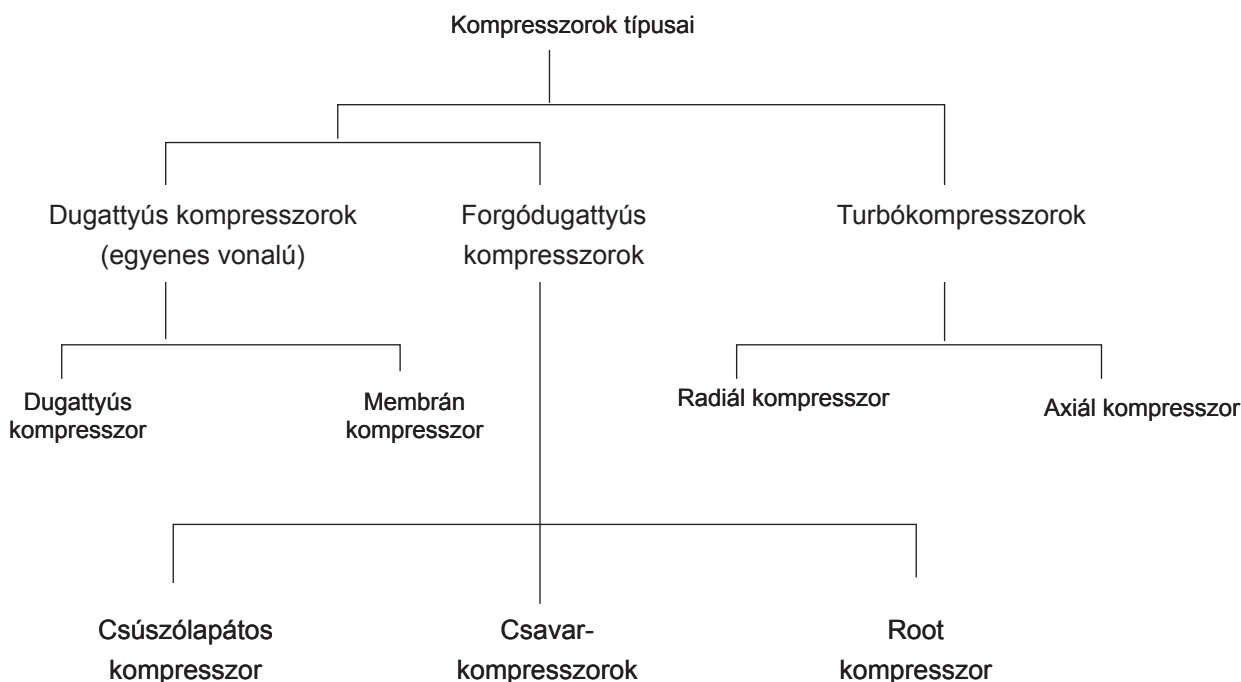
Működési elv alapján kétféle kompresszortípust különböztethetünk meg:

- Térfogatkiszorítással működő kompresszorok.

A levegőt a zárt térben, térfogatcsökkentéssel sűrítik. Ezek lényegében a dugattyús kompresszorok (egyenes vonalú mozgást végző-, ill. forgódugattyúval).

- Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok.

A levegőt egyik oldalon szívják, majd azt felgyorsítva sűrítik. Ezek a turbókompresszorok.



2.2.1. Dugattyús kompresszorok

Dugattyús kompresszor (egyenes vonalú mozgású dugattyúval)

Ez a kompresszortípus a legelterjedtebb. Alkalmas kis-, közepes- és nagy nyomások előállítására. Nyomástartománya 100 kPa (1 bar)-tól több ezer kPa-ig terjed.

Nagy nyomások eléréséhez többfokozatú kompresszorokra van szükség. A beszívott levegőt az első fokozat elősűríti, majd közbenső hűtést követően, a következő dugattyú fokozza a sűrítést. A második sűrítőtér térfogata a sűrítési viszonyoknak megfelelően kisebb. A sűrítési folyamat során keletkezett hő hűtéssel kell elvezetni.

Membránkompresszorok

A kompresszoroknak ezt a típusát a dugattyús légsűrítőkhez soroljuk.

A szívó- és nyomóteret a dugattyútól egy membrán választja el, így a sűrített levegő nem kerül érintkezésbe a dugattyútérrel. A levegő tehát olajmentes lesz.

A membránkompresszorok a fentiek alapján előnyösen alkalmazhatók az élelmiszer-, gyógyszer-, valamint vegyiparban.

Forgódugattyús kompresszorok

A forgódugattyús kompresszoroknál, a forgórész elfordulása során relatív térfogatcsökkenés következik be, ezzel megtörténik a levegő sűrítése.

Csúszólapátos kompresszorok

A lapátos kompresszornál egy be- és kimenő csatlakozásokkal ellátott, hengeres házban (sztátor) excentrikusan csapágyazott forgórész (rotor) forog.

A rotorban lévő résekben elhelyezett lapátok, forgás közben növekvő, majd csökkenő térfogatot zárnak be. A cellák növekedésekor történik a levegő beáramlása, csökkenésekor végbemegy a sűrítés.

A lapátokat a forgás közben fellépő centrifugális erő szorítja a sztátor falához. A lapátos kompresszorok előnye a kis beépítési helyszükséglet, az egyenletes (gyakorlatilag lökésmentes) állandó légszállítás.

Két tengelyű csavarkompresszorok

A csavarkompresszor működési elve, hogy két csavarformájú forgórész egymásba nyúló meneteinek kapcsolódó pontjai, forgás közben, axiális irányban továbbhaladnak. A menetek és a kompresszorház közötti térben lévő levegőt ezáltal továbbítják. A forgórészek konvex, ill. konkáv profilú menettel ellátottak, így a szállítás közben a térfogat csökken, megtörténik a sűrítés.

Root kompresszorok

A kompresszor dugattyúi egymással párhuzamos tengely körül forognak a házban. A dugattyúkat fogaskerékpár kapcsolja össze. Az álló ház és a forgórész közé beszívott levegőt a forgódugattyú kompresszió nélkül szállítja a szívócsonktól a nyomócsonkig. A szívó- és nyomóoldal elválasztását a dugattyú élek biztosítják.

2.2.2. Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok

Az áramlásdinamikai elven működő légsűrítőket főleg nagy légszállításnál célszerű alkalmazni. Készülnek axiális és radiális átömlésű kivitelben.

A levegőt egy vagy több turbinakerék hatása hozza mozgásba. Az áramlás során megnövekedett kinematikus energia nyomási energiává alakul át.

2.3. Légkompresszorok megválasztásának szempontjai

2.3.1. Szállított mennyiség

A kompresszor által szállított levegőmennyiség meghatározásánál két esetet különböztetünk meg.

Ezek:

- Elméleti légszállítás
- Tényleges légszállítás

Dugattyús kompresszoroknál az elméleti légszállítás a mindenkori lökettérfogat és fordulatszám szorzataként határozható meg.

A tényleges légszállítás függ a kompresszor típusától, volumetrikus veszteségétől, valamint az üzemi nyomástól.

Üzemeltetés szempontjából csak a valóban rendelkezésre álló, tényleges légszállítás ismerete fontos, mivel ez áll rendelkezésre a sűrített levegővel működő készülékek energiaellátására.

A DIN-szabványban közölt adatok tényleges értékek (pl. DIN 1945). A szállított mennyiségek Nm^3/perc , vagy $\text{Nm}^3/\text{óra}$ egységekben vannak megadva.

2.3.2. Nyomás

A kompresszor által szállított sűrített levegő nyomásának két meghatározása lehetséges.

Üzemi nyomás alatt a kompresszor szállító-, ill. tároló tartályában lévő, valamint a csővezetékben szállított levegő nyomása értendő.

Munkanyomás az a nyomás, amelyre a mindenkori munkahelyen szükség van. A munkanyomás értéke az esetek többségében 600 kPa (6 bar). A pneumatikus elemek üzemi adatait is erre a nyomásértékre adják meg.

Fontos:

Megbízható és pontos működés előfeltétele az állandó nyomás biztosítása.

A nyomásváltozástól függő jellemzők:

- a dugattyúsebesség;
- az erő kifejtés;
- a végrehajtó, vezérlő elemek időbeli működése.

2.3.3. Kompresszorok légszállításának szabályozása

A kompresszorok légszállításának, a mindenkori szükségletekhez történő illesztése, a szállítás szabályozását teszi szükségessé. A szabályozásra több megoldási lehetőség ismeretes, melyek a légszállítást a beállítható minimális és maximális nyomáshatárok között változtatják.

A légszállítás szabályozásának módjai:

Üresjárat szabályozás	Résztermeléses szabályozás	Leállásos szabályozás
a./ Lefúvató szabályozás	a./ Fordulatszám szabályozás	
b./ Elzárásos szabályozás	b./ Szívóoldali fojtásos szabályozás	
c./ Szabályozás a szívószelep nyitásával		

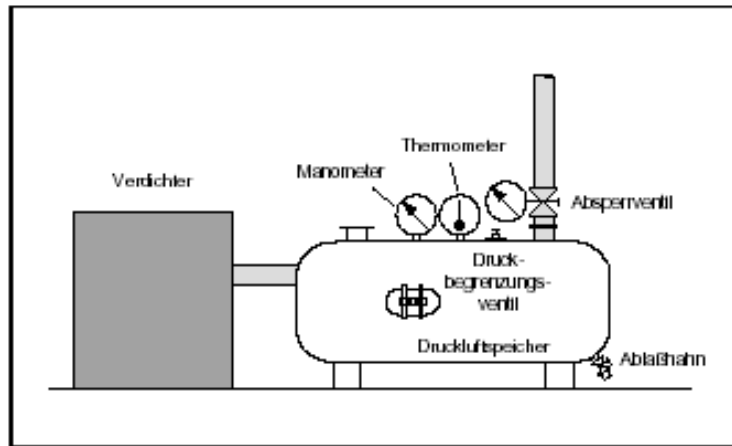
2.3.4. Telepítés

A kompresszort zárt, hangszigeteléssel ellátott helyiségben kell felállítani. A helyiség legyen jól szellőztethető, a beszívott levegő lehetőleg hideg, pormentes legyen.

2.4. Légtartály

A légtartály feladata az egyenletes levegőellátás biztosítása, továbbá a hálózatban, a felhasználás változása során létrejövő nyomásingadozások kiegyenlítése. A tároló nagy felületéből adódóan a benne lévő sűrített levegő további hűtőhatásnak van kitéve. Ennek következményeként, a levegő nedvességtartalmának egy része, a tartályban víz alakjában lecsapódik.

Légtartály



A légtartály méretét befolyásoló tényezők:

- a kompresszor légszállítása;
- a levegőfelhasználás;
- a hálózat geometriája (járulékos térfogat);
- a szabályozási mód;
- a megengedett hálózati nyomásingadozás.

Légtartály térfogatának meghatározása leállósos szabályozásnál

Példa:

Szállított levegőmennyiség

$$V = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

Kapcsolási szám/óra

$$z = 20$$

Nyomáskülönbség

$$\Delta p = 100 \text{ kPa (1 bar)}$$

Tartálytérfogat

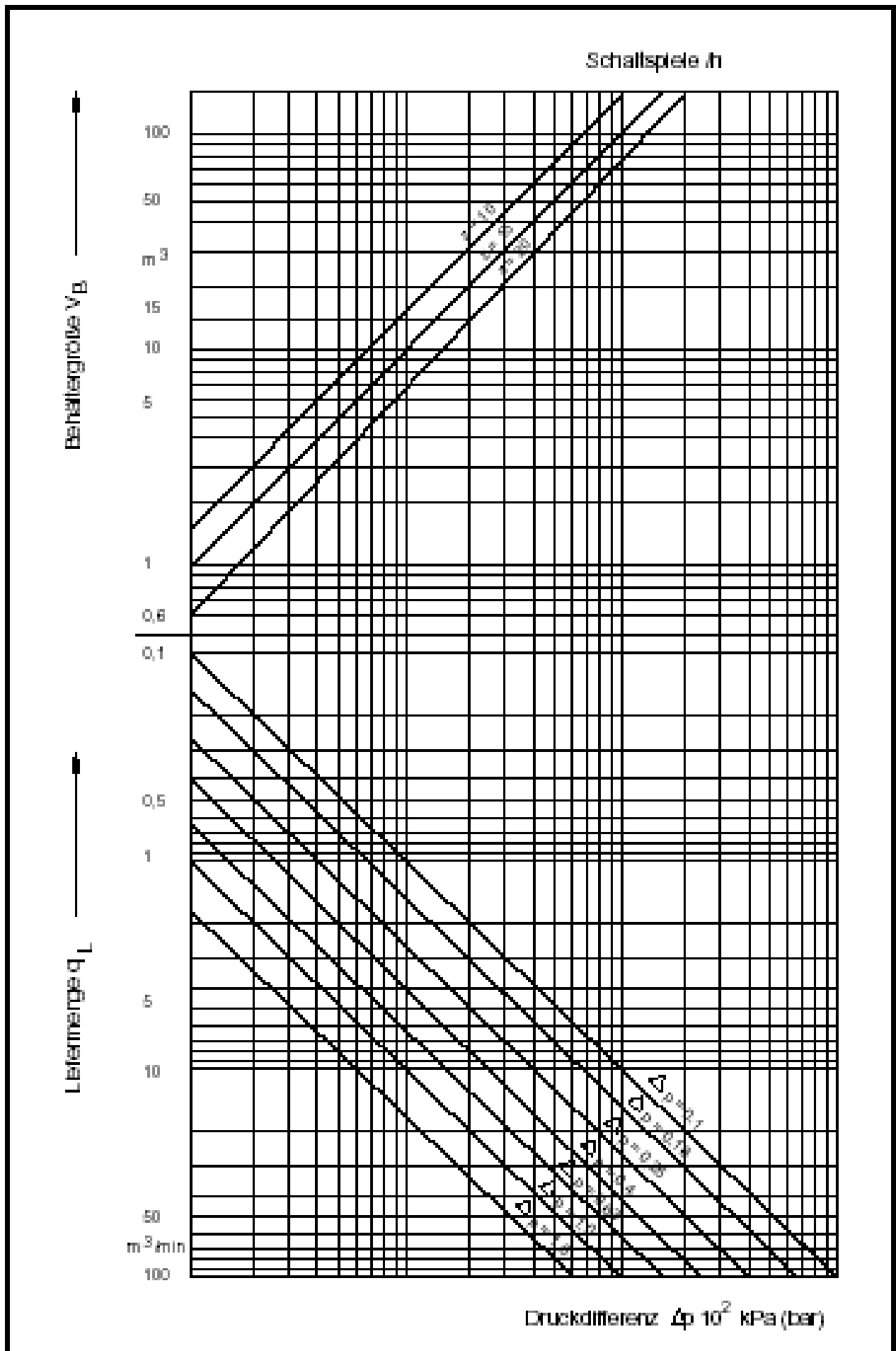
$$V_B = ? \text{ 15 m}^3 \text{ (diagrammból)}$$

Eredmény

Tartálytérfogat

$$V_B = 15 \text{ m}^3$$

Diagram



3. Sűrített levegő szállítása

A növekvő méretű racionalizálás, valamint a gyártóeszközök automatizálásának fokozott igénye egyre nagyobb volumenű levegőellátást igényel az üzemekben. A gépek, készülékek meghatározott mennyiségű levegőigényét a kompresszor csőhálózaton keresztül biztosítja.

A csővezeték geometriáját úgy kell megválasztani, hogy a nyomásesés a légtartálytól a felhasználóig ne lépje túl a 0,1 bar értéket. A nagyobb nyomásvesztés veszélyezteti a rendszer gazdaságosságát és nagymértékben csökkenti a teljesítményt.

A kompresszortelep egy későbbi bővítési lehetőségét már a tervezéskor figyelembe kell venni és a csővezetéknek ennek megfelelően nagyobbra kell méretezni. Nagyobb méretű léghálózat utólagos beépítése ugyanis jelentős költségekkel jár.

3.1. Csővezetékek méretezése

A csővezeték átmérőjének meghatározása az alábbi tényezők figyelembevételével történhet:

- átáramló levegőmennyiség,
- vezeték hossza,
- megengedett nyomásesés,
- vezetékbe beépített szerelvények (fojtóelemek) száma.

Egyenértékű csőhosszúságok nomogramm értékek alapján tájékoztató értékek 95 mm csőátmérőnél:

6 db	T elágazó (Ř 90 mm)	= 6 · 10,5 m	= 63 m
1 db	elzárószelep (Ř 90 mm)		= 32 m
5 db	ívdarab (Ř 90 mm)	= 5 · 1 m	= 5 m

100 m

Csőhosszúság 280 m

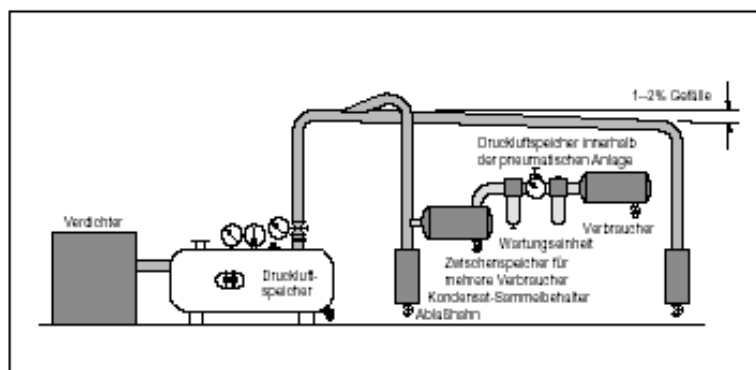
Egyenértékű csőhosszúság 100 m

Teljes csőhosszúság 380 m

3.2. Léghálózat kiépítése

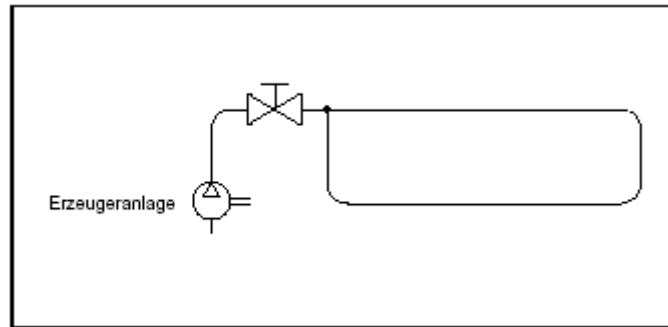
Az energiaszállító csővezeték geometriájának meghatározása mellett igen lényeges a léghálózat helyes kialakítása is. A léghálózat megköveteli a **rendszeres ellenőrzést és karbantartást**, ennél-fogva kerülni kell a falba, vagy aknába történő telepítést. Ebben az esetben ugyanis a csővezetékek szivárgásának ellenőrzése körülményes. Kismértékű tömítetlenségek is jelentős nyomásvesztéseket okozhatnak.

A csővezeték rendszer helyes kialakításánál ügyelni kell arra, hogy a vezetékek 1-2 %-os lejtéssel rendelkezzenek az áramlás irányában.



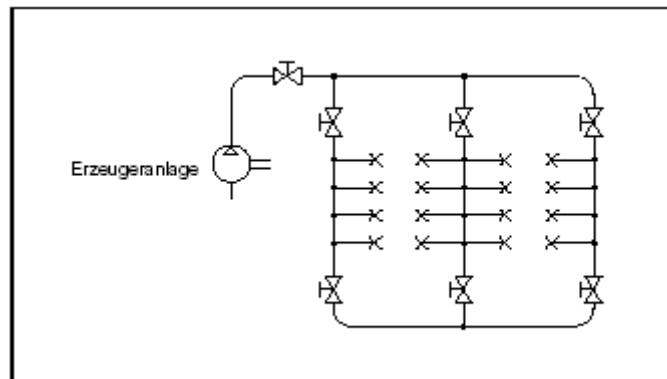
Így lehetőség van a lecsapódó kondenzvíz lefolyására. A levegőelvételi helyek csatlakoztatásait ennél-fogva – horizontális vezetékrendszer esetén – a cső felső részén kell elhelyezni. Ezzel a megoldással elkerülhető, hogy az esetleges kondenzvíz a fővezetékbe, a leágazóvezetékben keresztül a fogyasztóhoz jusson. A fővezeték legmélyebb pontjaira vízgyűjtő edényeket kell elhelyezni, ahonnan az összegyűlt csapadék egy lefűvőcsap nyitásával időnként eltávolítható. Ha az üzemi adottságok lehetővé teszik, a fővezetéknek célszerű körvezeték-ként kiépíteni.

Körvezeték



Ebből a vezetékrendszerből indulnak ki a leágazások a fogyasztókhoz. Ez a kialakítás a lökészerű, nagyobb fogyasztás esetén is egyenletes ellátást tesz lehetővé, mivel ilyenkor két irányból áramlik a fogyasztóhoz a levegő. Összetett hálózatnál a körvezeték hossz- és keresztirányú átkötései gyakorlatilag tetszőleges helyen biztosítják a fogyasztóhoz történő leágazás lehetőségét.

Összetett hálózat



A beépített zárószелеpek (tolózárak) lehetővé teszik meghatározott vezetékszakaszok lezárását arra az esetre, ha azt nem használják, vagy javítás és karbantartás miatt annak kiiktatása szükséges. Ez a megoldás a tömítettségi vizsgálatok elvégzését is lehetővé teszi.

3.3. Légvezetékek anyagai

3.3.1. Fővezetékek

A csővezetékek anyaga többféle lehet:

- Vörösréz
- Sárgaréz
- Ötvözött acél
- Műanyagcső

Általános követelmény, hogy a csővezetékek legyenek könnyen áthelyezhetők, korrózióállóak. A tartósan felépített vezetékeket célszerű hegesztett, vagy forrasztott kötésekkkel készíteni.

Legcélszerűbb **réz**ből, vagy **műanyag**ból készíteni a csővezetékeket. Ezekhez a vezetékrendszerekhez nagyon jó idomkészlet és csatlakozó készlet tartozik. Ragasztott vagy gyorscsatlakozás szerelés ajánlott.

3.3.2. Pneumatikus berendezések vezetékai

A pneumatikus berendezések vezetékait ma egyre inkább polietilén és poliamid csövekkel építik ki. Gyorscsatlakozók alkalmazásával könnyen és olcsón szerelhetők.

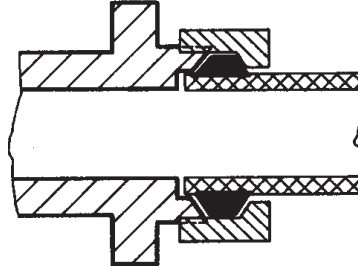
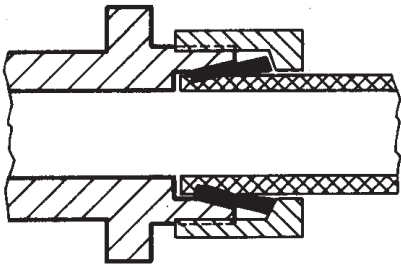
3.4. Vezetékcsatlakozások

3.4.1. Csőcsatlakozók

Főleg acél- és rézcsövekhez az alábbi megoldások alkalmazhatók.

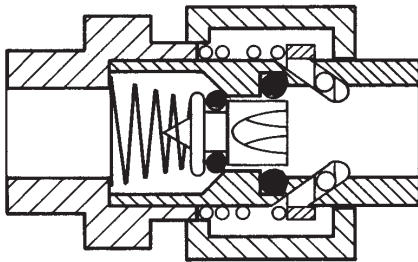
Vágógyűrűs csőcsatlakozás
Ez a kötés többször oldható és
összecsavarozható

Kúpos-gyűrűs csatlakozás acél- és rézcsövekhez
Különleges belső gyűrűvel műanyag-
csövekhez is alkalmazható

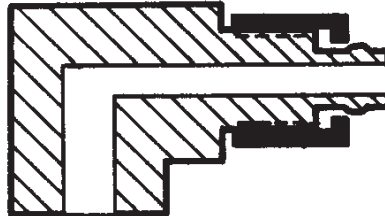


Régebbi konstrukciónál még megtalálható a "duzzasztott gyűrűs" és a "peremezett" csatlakoztatás

Gyorscsatlakozó



Gyorscsavar-kötések műanyagcsövekhez



Csőcsatlakozók



Légálózat kialakításához használt műanyag csővek és csatlakozók



Szerelő szerszámok

Csővágó (merőleges vágási élt biztosít)



Szerelő fogó



Csőbontó QS csatlakozókhoz



Tömítő gyűrű



4. Sűrített levegő előkészítése

4.1. Szennyeződések a sűrített levegőben

A gyakorlatban, a sűrített levegő megfelelő tisztasága fontos követelmény.

A szennyeződés por-, vagy rozsdá, illetve olaj és nedvesség formájában van jelen, mely a pneumatikus berendezések meghibásodásához, az elemek idő előtti tönkremeneteléhez vezethet.

A kondenzvíz durva leválasztását általában az utóhűtőt követően végzik, míg a finomleválasztást és szűrést, valamint a sűrített levegő utókezelését közvetlenül a felhasználási hely előtt oldják meg.

Fokozott figyelmet kell fordítani a levegő nedvességtartalmára. Víz (nedvesség) a kompresszor által beszívott levegővel kerül a légkörbe. A levegő nedvességtartalma függ annak relatív páratartalmától, melyet a hőmérséklet és az időjárási helyzet befolyásol.

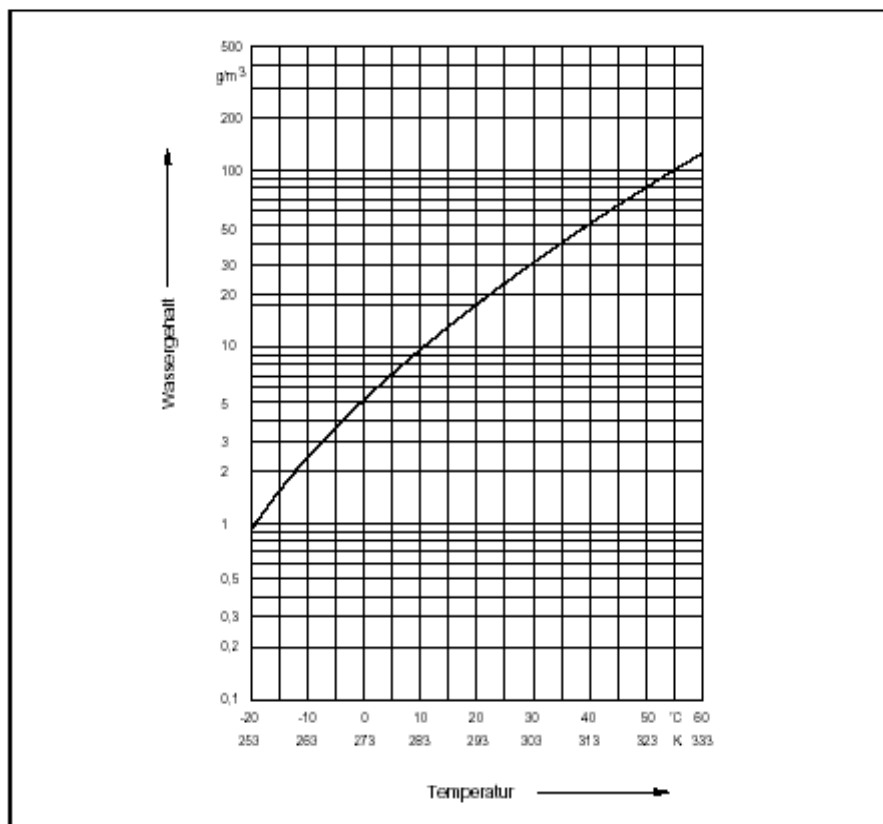
Az **abszolút páratartalom** az 1 m³ levegőben lévő víz mennyiségét adja meg.

A **telítettségi érték** az a legnagyobb vízmennyiség, amelyet 1 m³ levegő az adott hőmérsékleten képes felvenni.

A **relatív páratartalom** maximális 100 % lehet (harmatpont hőmérséklet).

A levegő telítettségi értékét a hőmérséklet függvényében a "Harmatpont Görbe" szemlélteti.

Harmatpont görbe



$$\text{relatív páratartalom} = \frac{\text{abszolút páratartalom}}{\text{telítettségi érték}} \cdot 100 \%$$

Példa:

293 K (20 °C) harmatpontnál 1 m³ levegő víztartalma 17,3 gramm.

A nedvesség csökkentésének lehetőségei:

- A kompresszor szívóoldalán a levegő szűrése;
- Olajmentes kompresszor alkalmazása;
- A sűrített levegő szárítása.

A sűrített levegő szárítási módjai:

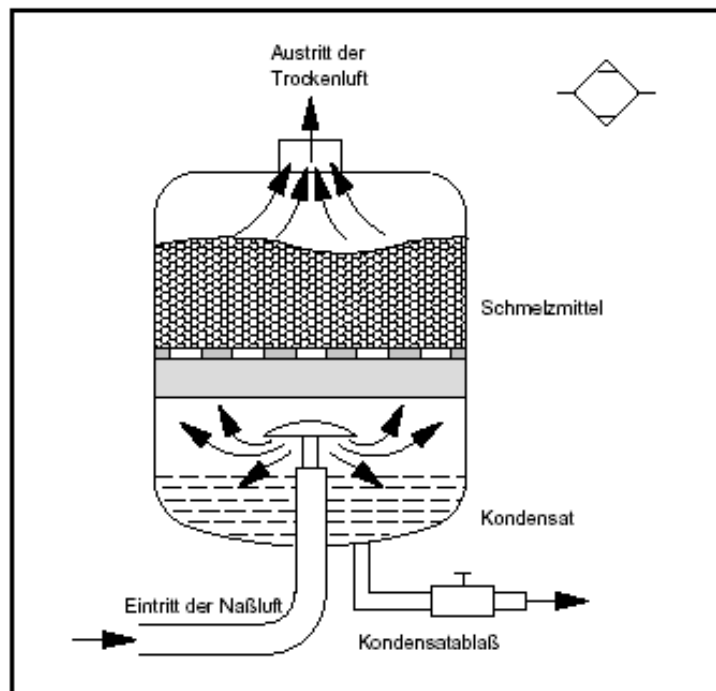
- Abszorpciós szárítás;
- Adszorpciós szárítás;
- Hűtőszárítás.

Abszorpciós szárítás

Az abszorpciós szárítás tisztán kémiai eljárás. A sűrített levegőt szárítóanyag rétegen vezetik át. A vizet, illetve vízgőzt a szárítóanyag kémiai úton leköti, s ezáltal fokozatosan elhasználódik.

A vízzel telített szárítóanyag eltávolításáról gondoskodni kell. Ez kézi, vagy automatikus úton lehetséges.

Abszorpciós szárítás



A szárítóanyag idővel elhasználódik, ezért évente 2-4 alkalommal utántöltést és cserét igényel.

Az abszorpciós szárító egyidejűleg az olajgőzöket, olajszármazékokat is leválasztja. Nagyobb olajmennyiség káros hatással van a szárítóra, ezért célszerű a szárító elé finomszűrőt felszerelni.

Adszorpciós szárítás

Az adszorpciós szárítás fizikai eljárás (adszorpció: az anyag szilárd test felületére rakódik le). A szárítótöltet porózus, nagy felületű anyag, általában 100 % szilíciumdioxid. Ezt az anyagot "gél"-nek nevezik.

A "gél" feladata, hogy a vizet és a vízgőzt adszorbeálja, miközben a nedves levegő a szárítóbetétben áramlik.

A "gél" lekötőképessége természetesen korlátozott, telítődés után egyszerű művelettel regenerálható.

A töltet kiszárítása felmelegített levegő átfúvatásával történik.

Tanfolyam kínálatunk

Bevezetés a pneumatikába	P111
Pneumatika szerviz	P121
Célorientált pneumatika	P130
Pneumatika felsőfokon	P150
Bevezetés az elektropneumatikába	EP211
Egynapos pneumatika operátoroknak	P100
A vákuumtechnika alapjai	VUU
A programozható vezérlők alapismeretei	E311
PLC vezérlésű gyártórendszerek diagnosztikája	E311S
PLC ismeretek gyártómérnökök részére	E350
Szenzorika	SP1110
Bevezetés a hidraulikába	H511
Hidraulika szerviz	H521
Bevezetés az elektrohidraulikába	EH611
Bevezetés a proporcionálhidraulikába	PH711
Egynapos hidraulika operátoroknak	H100
Műanyagos továbbképzés	MÜ2002
Korszerű termelési rendszer elemei	TP900
Probléma megoldási technikák	PR3000
Alumíniumprofil rendszer használata a gyakorlatban	AT100
Gépépítés alumíniumprofil rendszerekből	AT200

Aktuális tanfolyami kínálatunk:

a www.kekvilag.hu/didaktik/tanfolyamok weboldalon található.