

A sűrített levegő, mint munkavégző közeg

Buda Lajos

Alföldi Nyomda Zrt., műszaki osztályvezető

A korszerű nyomdaüzemek energiaellátásának ma már természetes része a sűrített-levegő-hálózat. Mivel az egyik legdrágább energiaközvetítő rendszernek tekinthető, a hatékony és gazdaságos üzemeltetésére ajánlatos kiemelt gondot fordítani.

A sűrített levegő – számos előnyös tulajdonsága miatt – az ipar egyik legelterjedtebben használt energiahordozója.

A karbantartással és üzemeltetéssel foglalkozó szakembereknek fontos ismernie azokat a hibaforrásokat, ahol a sűrített-levegő-rendszerekben a legnagyobb energiaveszteségek keletkeznek. Szükséges, hogy megfelelően tájékozottak legyenek a sűrített-levegő-előállítás, -elosztás és -felhasználás legfontosabb kérdéseiről, a hatásfok-javítás lehetőségeiről.

A pneumatikus rendszereket a nyomástartomány alapján a következők szerint csoportosíthatjuk:

- ◆ kis nyomás < 0,2 bar ($0,2 \times 10^5$ Pa),
- ◆ normál nyomás 0,2–2 bar ($0,2–2 \times 10^5$ Pa),
- ◆ nagy nyomás 2–10–16 bar ($2–16 \times 10^5$ Pa),
- ◆ igen nagy nyomás >16 bar (16×10^5 Pa).

A nyomdaiparban – munkavégzésre – döntően

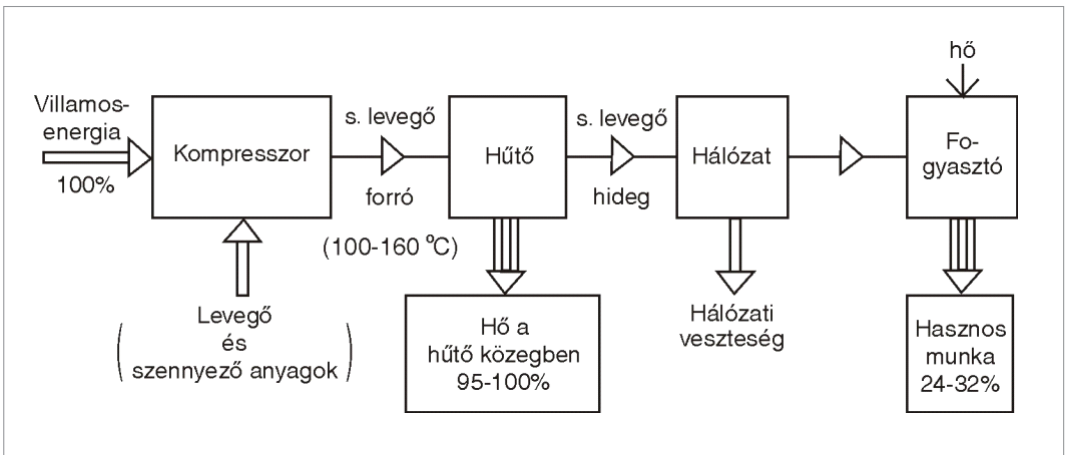
a nagy nyomású rendszereket alkalmazzuk, ezért az ilyen rendszerek létrehozásának főbb kérdéseit tárgyaljuk.

A föld felszínén a levegő átlagos nyomása 10,33 m vízoszlop vagy 760 mm higanyoszlop nyomásával tart egyensúlyt. Technikai normál állapotnak a 20°C -os (293 K) és 1 atm (760 torr = $1,0132 \times 10^5$ Pa) nyomású levegőt tekintjük.

A nagy nyomású levegő előállítására használt kompresszorok döntően térfogat-kiszorítással működnek, s ezek a működési mechanizmusuk szerint (dugattyús, forgódugattyús, Root, membrán, csavar stb.) széles kínálatból választhatóak. Az egyenes légszállítás, szabályozhatóság s az alacsonyabb üzemeltetési költség miatt a csavar-kompresszorok térhődítését tapasztalhatjuk.

Fontos rögzíteni: a sűrített levegő nem az energia egyik fajtája, hanem az energiátovábbítás közvetítő közege. Amikor villamos energia és atmoszferikus levegő felhasználásával sűrített levegőt állítunk elő, a folyamat során nagy mennyiségű hő is keletkezik, ahogy az 1. ábrán látható. Ha ennek hasznosításáról nem gondoskodunk, akkor a sűrített levegő az egyik leggazdaságtalanabb energiefelhasználási móddá válik.

1. ábra. A sűrített-levegő-előállítás folyamatábrája



A kompresszor szállítóteljesítményét az alábbi képlet (1) segítségével határozhatjuk meg:

$$Q_K \geq s \times Q_L \times 100 / ED\% \quad (1)$$

ahol,

Q_K – a kompresszor légszállítása normál állapotra vonatkoztatva ($Nm^3/perc$),

Q_L – átlagos levegőfogyasztás, szintén normál állapotra vonatkoztatva ($Nm^3/perc$),

ED% – bekapcsolási időtartam százalékban (ED opt. 50%; üzemidő: min. 5 min),

s – biztonsági tényező. (1,2)

A kompresszor szabályozása történhet:

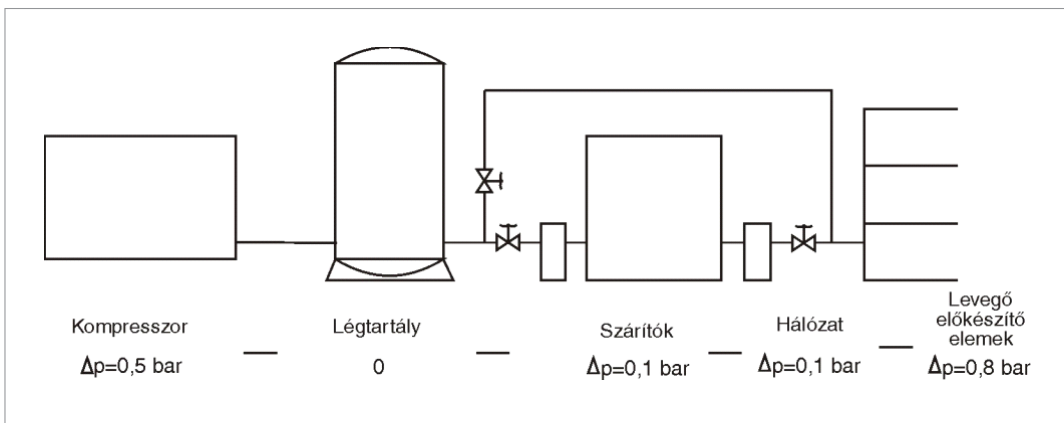
- ◆ fordulatszám-szabályozással,
- ◆ terhelésszabályozással (kétpontszabályozás),
- ◆ szívóvezetékbe épített fojtószeleppel,
- ◆ szívószelep nyitva tartásával,
- ◆ szívóoldal-lezárással,
- ◆ nyomóvezetékbeől szívóvezetékbe átvezetéssel (by-pass).

A munkavégző pneumatikus elemek többnyire 6 bar nyomásra méretezettek. Ahhoz, hogy a működtetési pontokon a kívánt végnyomást megkapjuk, a hálózat méretezésénél az egyes szerkezeti elemeken bekövetkező nyomásesésekkel is számolni kell (2. ábra).

A levegő-előkészítő elemeken bekövetkező nyomásesés a következők szerint kalkulálható:

- ◆ gyorscsatlakozón 0,2 bar,
- ◆ tömlőn 0,2 bar,
- ◆ szűrőn 0,2 bar,
- ◆ olajozón 0,2 bar,
- ◆ összesen 0,8 bar.

2. ábra. Nyomásesések a sűrített levegő hálózatban



A hálózatba építendő kompresszor által biztosítandó nyomás ez esetben:

$$\text{min. nyomás: } 7,5 \text{ bar} \geq 0,5 \text{ bar} + 7,0 \text{ bar} \geq 0,1 \text{ bar} + 0,1 \text{ bar} + 0,8 \text{ bar} + 6,0 \text{ bar} \quad (2)$$

A kompresszor végnyomásának 1,0 bar-ral történő felemelése a kompresszor teljesítményigényének 6–10%-os növekedését hozza magával!

A kompresszor szakaszos üzemeltetését az teszi lehetővé, hogy megfelelő méretű tartályból legyen fedezhető a légszükséglet, amíg a kompresszor üzemben kívül van.

A légtartály méretezése a (3) képlet szerint lehetséges.

$$V_T = (15 Q_K \times P_{sz}) / (\Delta p \times z) \quad (3)$$

ahol,

V_T – tartálytérfogat (m^3)

Q_K – a kompresszor légszállítása normál állapotra vonatkoztatva ($Nm^3/perc$),

P_{sz} – szívóoldali nyomás (bar),

Δp – nyomáskülönbség a tartályban a kikapcsolás és bekapcsolás között (bar),

z – a kapcsolási ciklusok száma 1 óra alatt.

A sűrített levegőt a 3. ábra táblázatai szerint soroljuk minőségi osztályokba.

A nyomdaipari gépek és berendezések a 3. minőségi osztályba tartozó sűrített levegő-ellátást igénylik.

A környezeti levegő – amit a kompresszor beszív – szilárd szennyeződések és jelentős mennyiségű vizet is tartalmaz. A szívóoldali szűrő fojtást, hatásfokcsökkenést eredményez.

3. ábra. Szilárdanyag-tartalom

Osztály	Max. részecskeátmérő (μm)	Részecskesűrűség (mg/m^3)
1.	0,1	0,1
2.	1	1
3.	5	5
4.	40	nincs specifikálva

Víztartalom

Osztály	Nyomás alatti harmatpont ($^{\circ}\text{C}$)
1.	-40
2.	-20
3.	+2
4.	+10
5.	nincs specifikálva

Olajtartalom

Osztály	Max. olajtartalom (mg/m^3)
1.	0,01 alatt
2.	0,1
3.	1,0
4.	2,5
5.	5,0

A túlzott finomságú, $1\ \mu$ -os szűrő 2–4%-os, míg a nyomdaipari felhasználásnak megfelelő $5\ \mu$ -os szűrő alig 0,1%-os hatásfokcsökkenést jelent. A túltelített levegőben telített gőz és finomcseppes folyadék formájában is jelen van a víz. A mindenkori vízmennyiséget harmatpontdiagram segítségével határozhatjuk meg. Példaként említhető, hogy a $20\ ^{\circ}\text{C}$ -os levegő telített állapotban m^3 -enként 12 g vizet képes megtartani! Ez $1000\ \text{m}^3/\text{h}$ kompresszor esetén 1710 g vizet jelent óránként, aminek döntő részét le kell választanunk. A vízleválasztás elmulasztása súlyos zavarokat (emulzióképződés, letapadások, eltömődések) okoz a pneumatikus rendszerünkben.

A nedvességcsökkentés módjai:

- ◆ túlkompresszió-expandáltatás,
- ◆ abszorpciószárítás,
- ◆ hűtve szárítás ($+3\ ^{\circ}\text{C}$ -ra),
- ◆ előzőek kombinációja.

Ezek közül iparágunknak a hűtve szárítás ajánlható.


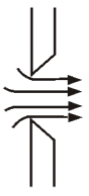
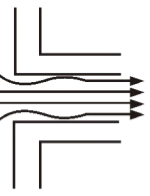

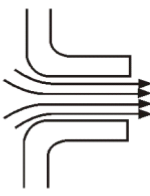
A kompresszor és a légtartály után is célszerű a Bekomat típusú automata vízleválasztó alkalmazása. A leválasztott olajjal szennyezett víz tisztítása Övamat készülékben történhet.

A csővezetékek acélból, műanyagból, színesfémből készülnek. Minden anyagnak tömörséget, kis ellenállást és korróziómentességet kell biztosítania.

A csővezeték-átmérőket nomogram segítségével határozzuk meg. A beépített szerkezeti elemek is nyomásesést okoznak. A nyomásesés annál nagyobb, minél inkább irányeltérítésre kényszerítjük a levegőt. Ezen értékek – a szerelvények és a keresztmetszet ismeretében – a táblázatból kiszedhetők. Például egy 90° -os csőkönyök egységnyi nyomásesést eredményez, míg egy átmenő szelep 6 egységnyit.

A levegőhálózatokat – a vízkiválás miatt – mindig lejtősre (2–5%) kell tervezni, s az egyes munkahelyek csőcsatlakozásait a gerincvezeték felülről

4. ábra. A μ átfolyási tényező értékei

	Borda kifolyó	Éles kifolyó	Rövid cső (sarkos)	Lekerekített kifolyó	Rövid cső (lekerekített)
					
μ	0,51	0,61	0,8	0,98	0,98

pipaszzerűen kell kialakítani. A levegőhálózatok tömítetlenségei, szabad kiáramlási felületei miatt a hálózati veszteség elérheti a 35–40%-ot is.

A szabad keresztmetszeten kiáramló levegő mennyisége (20 °C-on):

$$q = \mu \times 0,01178 A \times p_0 \text{ (Nm}^3\text{/perc).} \quad (4)$$

A μ átfolyási tényező értékeit a 4. ábra mutatja. Mivel 1 m³ sűrített levegő (6 bar) előállításához

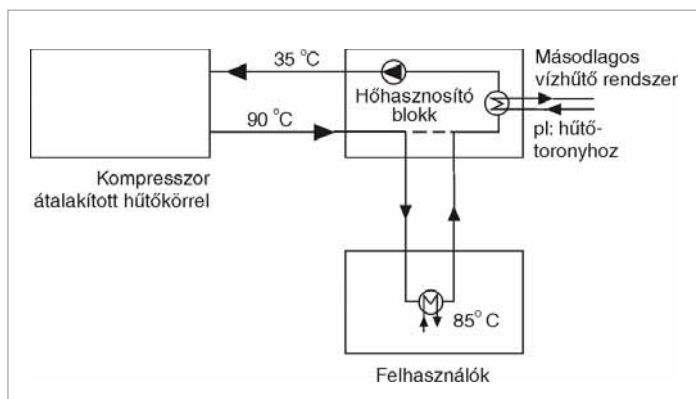
0,08–0,1 kWh energia szükséges, az előzőek ismeretében számíthatók a veszteségek (5. ábra).

Sűrített levegő-rendszerünk hatásfokát hőhasznosító berendezés alkalmazásával tudjuk javítani (6. ábra).

A hulladék hő-hasznosító blokkokat a kompresszorgyártóktól készen lehet vásárolni. Ezek közül az emelt hőfokú (95–100 °C) berendezések a legjobb hatásfokúak.

5. ábra. A szabad kiáramlási felületek okozta veszteségek

Átmérő (mm)	Levegővesztés (6 bar, m ³ /h)	Energiavesztés (kWh)
1	4,4	0,3
3	40	3,1
5	110	8,3
10	450	33,0



6. ábra. A hőhasznosító berendezés beépítése a sűrített levegő-ellátó rendszerbe

Az új Hewlett Packard Edgeline technológia

A HP 1,4 milliárdos beruházással kifejlesztett, skálázható nyomtatási technológiája szerint működő, nagy teljesítményű fekete-fehér és színes HP CM8060/8050 Edgeline üzleti célú, többfunkciós nyomtatórendszerek ötvözik a lézer- és tintasugaras nyomtatás előnyeit. 1.6 GHz-es Intel Pentium M-730-as processzorral, 1 GB RAM memóriával, Jetdirect Fast Ethernet beágyazott nyomtatószerverrel, 1 GB/sec átviteli sebességgel rendelkeznek. Jellemzőjük még, hogy a papír egész szélességét lefedő nyomtatófejekkel dolgoznak, a nyomtatófejenként 10 560 fűvókát tartalmazó gépekben a fej helyett a papír mozog. Ez és a HP Vivera tinták használata miatt a gép gyorsabban (percenként akár 50 nyomat sebességgel), élesebben, valóság-hűen és telítettebb színhatással nyomtat. A nyomatok víz-, sav-,

lúg- és fényállóak, ezért évtizedekre archiválhatóak. A HP kétszintű kölcsönzési díjszabási rendszere a lehetséges legalacsonyabb szinten tartja a nyomtatási költségeket. A berendezések maximális élettartama nyolc év, havi 20 000 oldalas terhelés mellett.

A nyomtatórendszer védi a képalkotási környezetet és a hálózaton továbbított kritikus adatokat. A dokumentumok védelme érdekében csak a felhasználó eszközpaneljén megadott négy számjegyű azonosítókód beütése után engedélyezi a nyomtatást. Jelentéskészítő bővítmódulja feladat, alkalmazás és felhasználó szerint nyomon követi az egyes nyomtatók használati trendjeit.

(Bővebbet a www.hp.com/go/webjetadmin weboldalon.)