بسم الله الرحمن الرحیم

آموزشکده فنی امام جعفر صادق (ع) آستانه اشرفیه

تئوری هیدرولیک و پنوماتیک

آقای مهندس غلامی

جلسه اول

بنام خدا

پیش گفتار

امروزه بکارگیری انرژی‌های نو از مباحث مهم در صنعت پیشرفته می‌باشد. از جمله سیستم‌های جدید انرژی سیستم‌های پنیوماتیک است که با دارا بودن سرعت و دقت بالا فاقد آلودگی محیطی بوده و هزینه انرژی در آنها بسیار پایین است. در سیستم‌های هیدرولیک تولید قدرت بسیار بالا مورد بحث بوده که جایگزین دیگری ندارد. این مجموعه که ویرایش جدید است مطالب بر اساس استاندارد جدید بین‌المللی تحت عنوان کنترلر مدارهای هیدرولیک و پنیوماتیک درجه یک با کد ۴۹/۷۵/۱/۱-۷- - - ۴۹/۸۱/۱/۱-۸ تهیه و مباحث بصورت کاملا علمی و کاربردی و به صورت تخصصی تهیه و تدوین و پیش روی علاقمندان قرار گرفته است.

این مجموعه مورد استفاده مهندسان - کارشناسان و دانشجویان رشته‌های صنایع - اتوماسیون - صنایع رباتیک - صنایع خودروسازی - مهندسی مکانیک - مکاترونیک - کنترلر و کارآموزان مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای در سراسر کشور می‌باشد.

حمید رضا رستمی

پنیوماتیک

توسعه تکنیک هوای فشرده

تعریف

هوای فشرده یکی از انرژیهای قابل اثبات شده ای است که بشر از مدتها قبل با آن آشنا
منظور کمک به عملیات جسمانی خود از آن استفاده می نموده است.

اولین کسی که از هوای فشرده استفاده نمود و با اطمینان می توان از او نام برد « کتزی
یونانی می باشد، که حدود بیش از ۲۰۰۰ سال قبل اولین کانون هوای فشرده را درست نمود.

دانش پنیوماتیک : «Pneumatic »

پنیوما از کلمه یونان قدیم مشتق شده است و به عنوان « تنفس » باد و در فلسفه به عنوان
آمده است. یکی از مشتقات کلمه پنیوما « پنیوماتیک » می باشد.

پنیوماتیک علمی است که در مورد حرکات و وقایع هوا بحث می کند.

یا به عبارت دیگر پنیوماتیک ، دانش تولید - کنترل و به کارگیری نیروی هوای فشرده می باش
جملهٔ کشورهائی که در این زمینه فعالیت نموده اند می توان به کشورهای یونان - مصر - ایتال
فرانسه اشاره کرد.

با آنکه پنیوماتیک را از مدتها قبل می شناختند اما سال ۱۹۵۰ میلادی را می توان شروع کار
پنیوماتیک در صنایع و کارخانجات تولیدی دانست.

مشخصات هوای فشرده :

۱-خصوصیات و محاسن هوای فشرده.
۲-معایب هوای فشرده.

خصوصیات و محاسن هوای فشرده:

۱-مقدار: برای تولید هوای فشرده هوا در همه جا به مقدار کافی وجود دارد.
۲-انتقال: هوای فشرده را می توان از طریق خطوط لوله برای راههای دور انتقال داد.
۳-انبار کردن: هوا را می توان در مخازن و کپسول ها انبار نمود.
۴-تاثیر گرما: نوسانات حرارتی بر روی هوای فشرده تاثیر چندانی ندارد.
۵-اطمینان در مقابل انفجار : هوای فشرده انفجار و آتش سوزی ایجاد نمی کند.
۶-تمیزی: هوای فشرده تمیز است و فاقد ناخالصی های طبیعی می باشد و در بعضی صنایع مثل صنایع غذایی - نساجی و چرم سازی الزامی است.

۷-سادگی ساختمان : قطعات پنیوماتیک دارای ساختمان ساده بوده و بدین جهت قیمت آن مناسب است.

۸-سرعت انتقال: هوای فشرده را می توان با سرعت بالا انتقال داد بطوری که سرعت کاری سیلندرها را می توان به ۱ تا ۲ متر در ثانیه رساند.

۹-تنظیم سرعت و نیرو: سرعت و نیرو در عناصر پنیوماتیکی قابل تنظیم می باشند.

معایب هوای فشرده:

۱-آماده سازی.

۲-هزینه نیرو: استفاده از هوای فشرده فقط برای فشار کاری برابر 7 Bar (700 Kpa) مناسب و مقرون به صرفه است.

۳-هوای تخلیه : هوای مصرف شده در سیستم در جهت مخالف باید تخلیه شود که این تخلیه با صدای زیادی همراه است.

۴-مخارج بالا : هوای فشرده یک انرژی نسبتاً گران است که می توان با استفاده از قطعات پنیوماتیکی ارزان این مخارج را جبران نمود.

۵-تراکم پذیری : بعلت خاصیت تراکم پذیری هوا، امکان ایجاد سرعت یکنواخت در سیلندر وجود ندارد.

کمیتهای فیزیکی :

نیرو F : طبق قانون اول نیوتن نیرو حاصلضرب جرم در شتاب است.

(a= شتاب ثقل ، m = جرم جسم) F=m.a

a : شتاب ثقل تقریباً معادل $g=9.8\ m/s^2$ می باشد.

فشار P : حاصل تقسیم نیرو بر سطح مؤثر را فشار می نامند.

F = نیرو A = سطح P=F/A

فشار با نیرو رابطه مستقیم و با سطح رابطهٔ معکوس دارد.

واحدهای فشار:

۱- بار Bar ۲- Psi ۳- پاسکال Pa ۴- اتمسفر at

1 Bar = 14.7 Psi

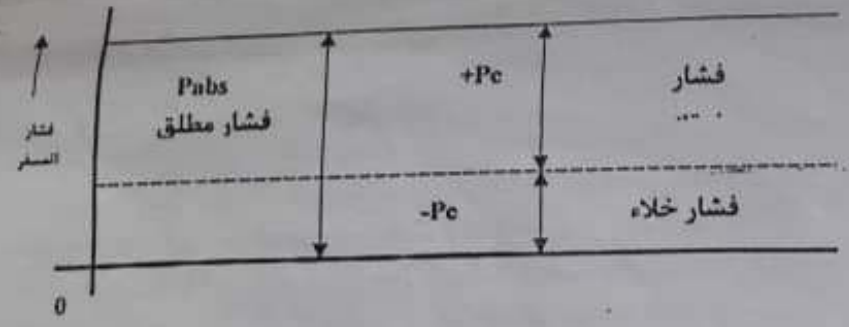
$1 Bar = 10^5 Pa = 100 Kpa$

$1 Bar = 1\ kg/cm^2$

$1 Pa = 1\ N/m^2$

$1 at = 1\ Kpa/cm^2$

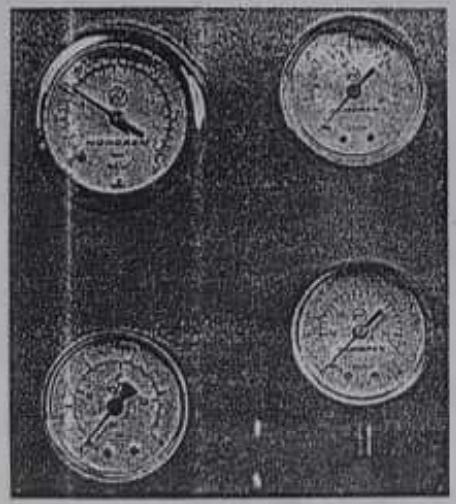
کره زمین تحت فشار اتمسفر قرار گرفته است و این فشار قابل لمس نمی باشد لذا فشار اتمسفر را به عنوان پایه قرار داده (Pamb) و هوای انحرافی را به عنوان فشار فوقانی Pe می نامند.



سنجش فشار:

وسیلهٔ اندازه گیری فشار ، فشار سنج می باشد، که متداول ترین آنها فشار سنج نوع بردن می باشد که علیرغم سادگی و قیمت پائین قادر به نشان دادن کلیه محدوده های فشار می باشد.

Pressure Gauge



مبانی فیزیک هوای فشرده:

تراکم هوا: هوا قابلیت تراکمی دارد. یعنی اینکه تحت فشار جمع می گردد. هوا مانند کلیه گازهای دیگر دارای فرم مخصوصی نبوده و در مقابل هر مانعی شکل خود را تغییر می دهد و علت آن خاصیت تراکم پذیری هوا بوده و همیشه درصدد انبساط می باشد.

بسم الله الرحمن الرحیم

آموزشکده فنی امام جعفر صادق (ع) آستانه اشرفیه

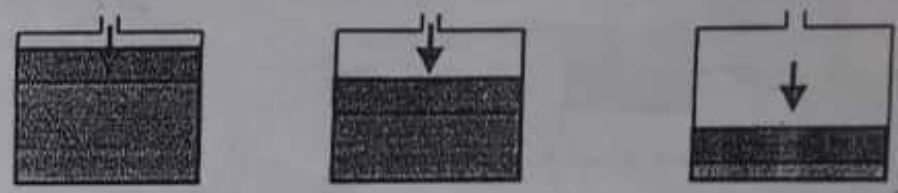
تئوری هیدرولیک و پنوماتیک

آقای مهندس غلامی

جلسه دوم

قانون بویل ماریوت: Boyle – Mariotte

حاصلضرب فشار در حجم یک مقدار گاز در صورتیکه حرارت ثابت باشد همیشه ثابت خواهد ماند



$P_1.V_1$ $P_2.V_2$ $P_3.V_3$

$P_1.V_1 = P_2.V_2 = P_3.V_3 =$ Cte (مقدار ثابت)

مثال: هوا با حجم $V_1 = m^3 1$ تحت فشار $P_1 = 100Kpa$ قرار دارد ، حال با ثابت بودن حرارت چنانچه حجم مذکور در اثر نیروی F_2 به $V_2 = 0.5m^3$ برسد فشار حاصله چقدر است؟

$P_1.V_1 = P_2.V_2$

$P_2 = (P_1.V_1) / V_2 \Rightarrow P_2 = (100 \times 1) / 0.5 = 200$ Kpa

$P_2 = 2$ Bar

قانون گی – لوساک : Gey – Lussac

تغییرات حجمی در اثر تاثیر حرارت:

نسبت حجم اولیه به ثانویه برابر است با نسبت حرارت اولیه به ثانویه.

$$\frac{V1}{V2} = \frac{T1}{T2}$$

$$V_2 = \frac{V1.T2}{T1} \quad \Delta V = V_2 - V_1$$

$$\Delta V = V_1(\frac{T2}{T1} - 1) \Rightarrow \Delta V = V1(\frac{T2-T1}{T1})$$

$$\Delta V = V_1.\frac{T2}{T1} - V_1$$

$$V_2 = V_1 + V_1(\frac{T2-T1}{T1}) \Rightarrow V_2 = V_1 + \frac{V1}{T1}(T_2 - T_1)$$

رابطهٔ فوق در صورتیکه درجهٔ حرارت بر حسب کلوین باشد صادق است . اما اگر درجهٔ حرارت بر حسب سانتیگراد باشد از رابطهٔ زیر استفاده می شود.

$$V_2 = V_1 + \frac{V1}{273^\circ + T1}(T_2 - T_1)$$

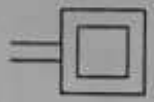
معادله وضعیت گازها:

با توجه به قانون مخصوص « معادلهٔ عمومی گازها » کلیهٔ گازها براساس این قانون محاسبه می گردند.

$$\frac{P1.V1}{T1} = \frac{P2.V2}{T2} = \text{ثابت}$$

کمپرسور : منبع تولید هوای فشرده

کمپرسور به عنوان منبع تولید هوای فشرده در سیستمهای هوای فشرده مورد استفاده قرار می گیرد.



علامت سمبولیک کمپرسور در شکل مقابل آمده است.

محور کمپرسور به محور یک محرک کوپل شده و انرژی لازم جهت حرکت را از آن تامین می کند ، محرک کمپرسور می تواند شامل موتورهای الکتریکی و موتورهای احتراقی (بنزینی و دیزلی) باشد.

اصول کار کمپرسورها:

کمپرسورها بطور کلی از نظر اصول کار به ۲ دسته تقسیم می شوند:

۱-دسته اول : کمپرسورهایی که طبق قانون تراکم کار می کنند یعنی آنکه هوا در فضائی محبوس شده و آن وقت فضای موجود کوچکتر گشته تا هوا متراکم گردد. این دسته شامل کمپرسورهای پیستونی و پیستون دورانی می باشد.

۲-دسته دوم : کمپرسورهایی که طبق قانون سیالات کار می کنند یعنی آنکه هوا را از یک طرف مکیده و از طرف دیگر به علت شتاب ایجاد شده فشرده می نماید. مانند توربین ها .

انواع کمپرسورها بر اساس نوع ساختمان :

۱- کمپرسورها پیستونی شامل: (۱- دیافراگمی ۲-پیستونی).

۲- کمپرسورهای دورانی شامل: (۱- روتس ۲- پیچی ۳-چند سلولی)

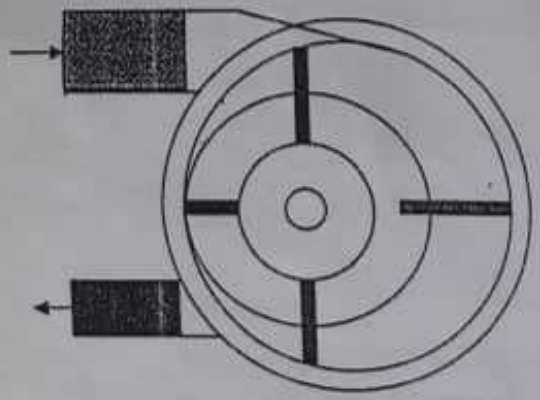
۳- کمپرسورهای سیالی شامل: (۱- محوری ۲- شعاعی).

۱-کمپرسور پیستونی :

این نوع کمپرسور به علت آنکه می تواند هوای فشرده ضعیف – متوسط و قوی تولید کند بیش از هر نوع کمپرسوری مورد استفاده می باشد. مقدار فشاریکه این نوع کمپرسور ایجاد می نماید بین یک

۳- کمپرسور دورانی :

در این نوع کمپرسور پیستون به حالت دورانی حرکت نموده و در اثر دوران ، فضاهای داخلی کمپرسور تنگ تر شده و در نهایت هوا درون آن فشرده می گردد.



۴-کمپرسور دورانی چند سلولی:

در یک محفظه استوانه ای با شکاف ورودی و خروجی یک روتور بطور اکسنتر (خارج از مرکز) قرار دارد، دوران می کند. برتری این کمپرسور به علت کوچک بودن ابعادش بوده و هم چنین دوران آرام و بدون صدا و ضربه و تولید یکنواخت آن می باشد. روتور دارای تعدادی شیار بوده و در داخل این شیارها تیغه هائی قرار دارند که بر اثر گردش روتور، پیستونها به علت قوه گریز از مرکز روی شیارهای راهنما به حرکت در می آیند و به جدارهٔ استوانه فشار می آورند و ایجاد اطاقکهای هوا کرده که با گردش روتور بزرگ و کوچک می گردند.

۵-کمپرسور دو میله ای پیچی :

دو میله که دارای پروفیل های محدب و مقعر هستند، هوا را از یک جهت مکیده و منتزم نموده و از جهت دیگر خارج می نماید.

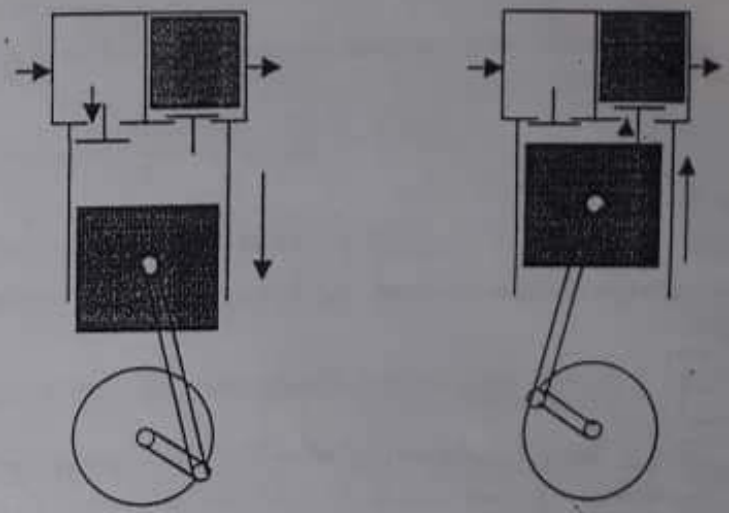
۱- کمپرسور روتس:

در این نوع کمپرسور هوا بدون تغییر حجم از یک طرف وارد و از طرف دیگر خارج می گردد.

۲- کمپرسورهای سیالی (توربو کمپرسور):

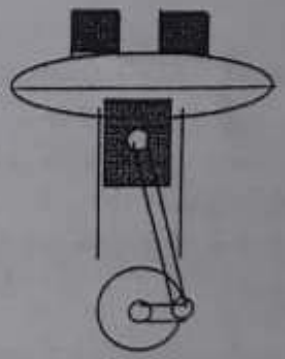
این کمپرسورها طبق اصول سیالات عمل کرده و برای مقدار تولید زیاد هوا بکار گرفته می شوند.
این کمپرسورها به دو دسته تقسیم می شوند:
الف) محوری ب) شعاعی

اتی چند هزار بار Bar می باشد. برای تولید هوای فشرده با فشار بالا معمولاً از کمپرسورهای چند طبقه ای استفاده می گردد.



۲- کمپرسور دیافراگمی :

عملکرد این نوع کمپرسورها مانند کمپرسورهای نوع پیستونی بوده با این تفاوت که صفحه ای بین پیستون و فضای مکنده قرار گرفته و به علت همین صفحه است که روغن موجود در روی پیستون نمی تواند وارد فضای مکنده گردد و هوای تولیدی توسط چنین کمپرسوری فاقد ناخالصی ها از جمله روغن می باشد و در کارخانجات تولید مواد غذایی – داروئی و شیمیایی کاربرد دارند.



بسم الله الرحمن الرحیم

آموزشکده فنی امام جعفر صادق (ع) آستانه اشرفیه

تئوری هیدرولیک و پنوماتیک

آقای مهندس غلامی

جلسه سوم

هوا به وسیلهٔ چرخ های توربین به جریان افتاده و انرژی محرک به انرژی فشرده تبدیل می گردد.
در کمپرسورهای محوری شتاب حاصله در هوا نتیجهٔ جهت عبور جریان توسط پره های کمپرسور است. در کمپرسورهای شعاعی شتاب نتیجه ای است از حرکت رادیالی هوا که از سلولی به سلول دیگر رفته و پس از معکوس شدن به طرف میله مجدداً بطور رادیالی از سلولی به سلول دیگر و به طرف خارج جریان می یابد.

مقدار تولید هوای فشرده توسط کمپرسور:

۱ـ مقدار تولید تئوری : عبارتست از حاصلضرب حجم کورس ضربدر تعداد دور کمپرسور پیستونی.
۲ـمقدار تولید حقیقی : مقدار تولید حقیقی هر کمپرسور به نوع ساختمان و فشار آن بستگی دارد و البته راندمان حجمی نقشی در این مقدار تولید دارد. مقدار تولید حقیقی بر حسب $\frac{m^3}{Min}$ یا $\frac{m^3}{h}$ معین می گردد.

فشار کارگاهی: مقدار فشاری است که کمپرسور با مخزن یا شبکهٔ لوله هوا برای مصرف کننده ارسال می کند.

فشار کاری : مقدار فشاری است که هر محل کار جهت انجام عملیات لازم دارد. معمولاً این فشار برابر۶Bar یا 600 Kpa می باشد.

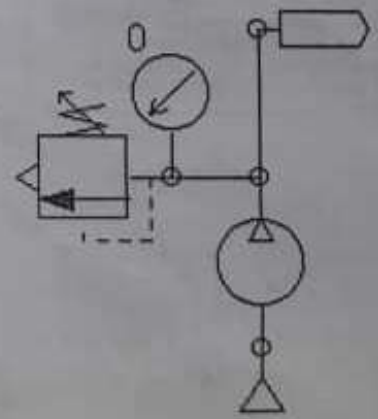
راه اندازی کمپرسورها : همانگونه که قبلاً اشاره شد کمپرسورها به وسیلهٔ دو نوع محرک راه اندازی می شوند که عبارتند از :

۱-موتورهای الکتریکی ۲-موتورهای احتراقی

روشهای تنظیم فشار تولیدی در کمپرسور :

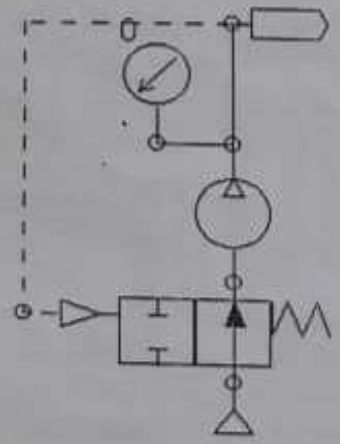
۱-تنظیم از طریق تخلیه :

در این روش از شیر محدودکننده فشار استفاده شده است . وقتیکه فشار در مخزن به حد مورد نظر رسید شیر محدودکننده فشار باز شده و هوای اضافی را خالی می کند. از این روش در کمپرسورهای کوچک استفاده می شود.



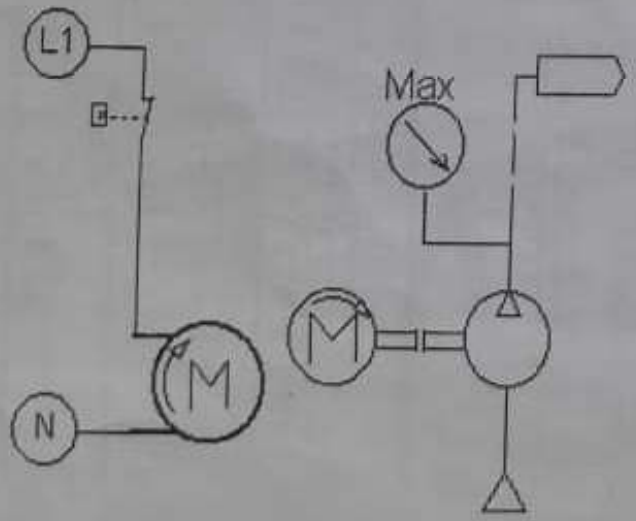
۲-تنظیم از طریق بستن خط مکش:

در این روش دهانه مکیدن کمپرسور بسته می شود و دیگر عمل مکیدن هوا را نمی تواند انجام دهد و به حوزهٔ خلاء کار می کند. این روش بیشتر در کمپرسورهای دورانی و پیستونی استفاده می شود.



۳-تنظیم از طریق قطع و وصل :

تنظیم در دو حالت (بار کامل – سکون) انجام می شود. یکی در حالت حداکثر فشار است که باعث قطع کمپرسور و دیگری در حالت حداقل فشار است که کمپرسور وصل می گردد.



پخش هوای فشرده:

بعلت توسعه دستگاهها و ماشینهای اتوماتیک مصرف هوا در کارگاهها رو به افزایش گذاشت برای
– انتقال هوای فشرده به دستگاهها از شبکهٔ خط لوله استفاده می کنند، که طول و قطر خطوط لوله باید متناسب با نوع سیستم و کار باشد.

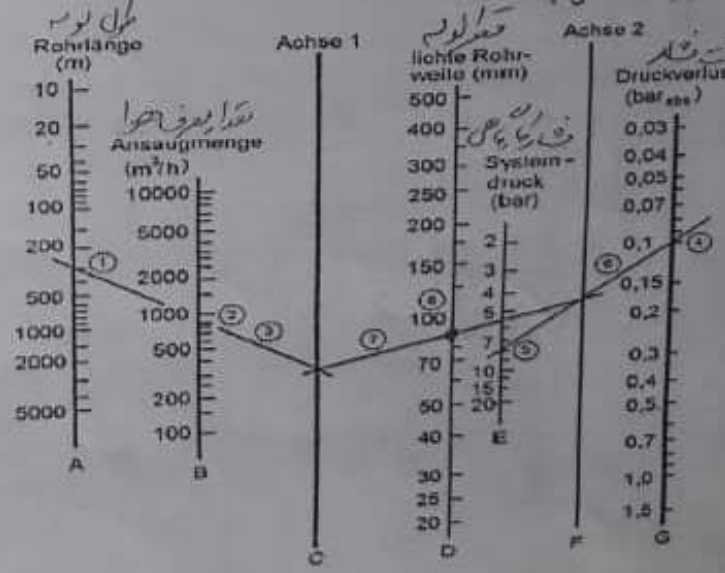
محاسبه خط لوله : با توجه به نکات زیر قطر و طول لوله ها انتخاب می شود:

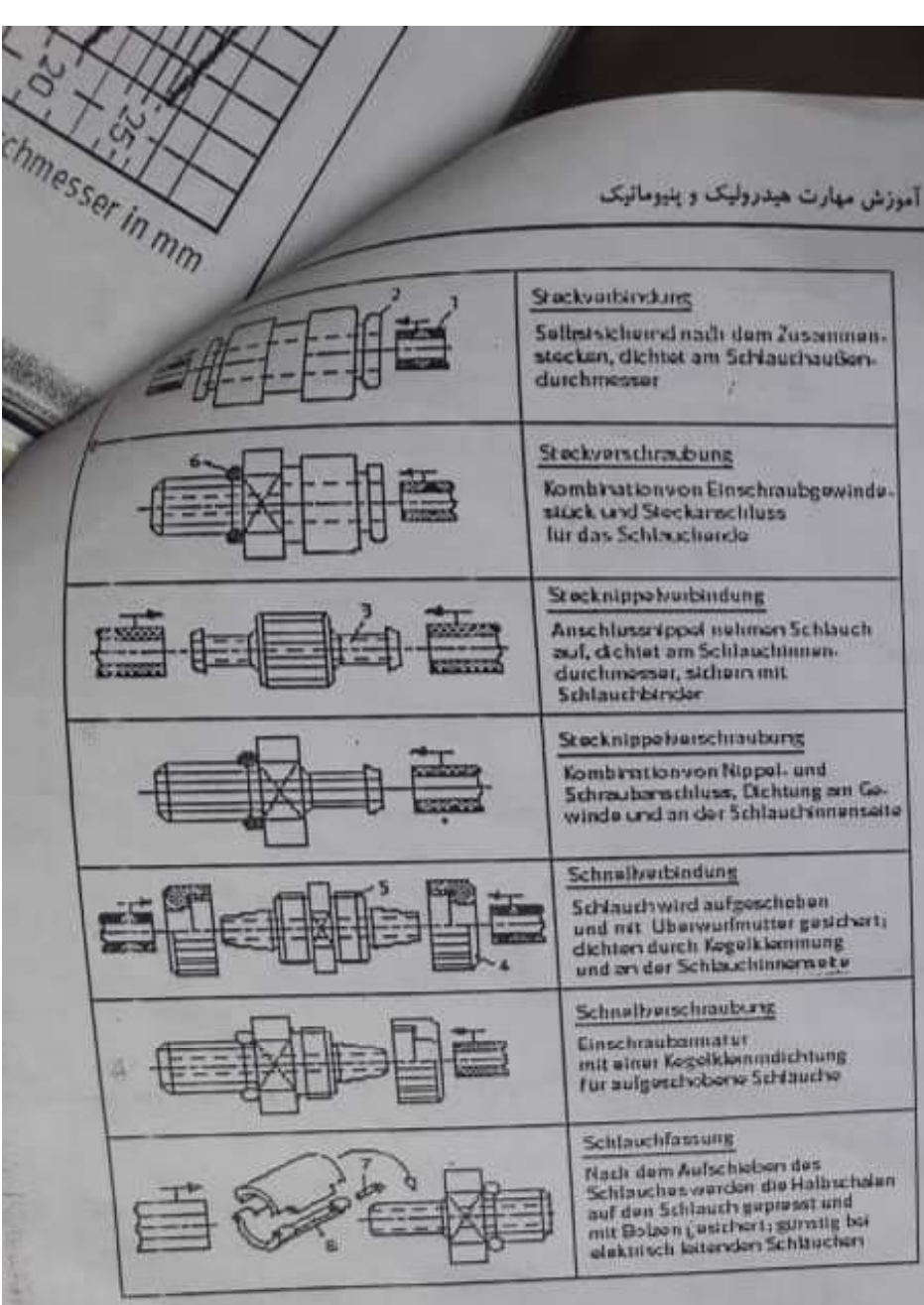
۱-مقدار عبور حجم جریان هوا ۲- طول خط لوله
۳-افت فشار مجاز ۴- فشار کارگاهی
۵- تعداد نقاط انشعاب و تنگناهای موجود در شبکه

طرز محاسبهٔ قطر لوله با توجه به دیاگرام

یکی از روشهای محاسبه قطر لوله استفاده از دیاگرام مربوطه می باشد که نحوهٔ استفاده از آن به این صورت می باشد.

ابتدا طول لوله را روی محور A که مشخص کننده طول لوله است مشخص نموده و به محور B که مقدار مصرف را مشخص می کند، وصل می نمائیم پس از خط حاصل را ادامه داده تا محور C را قطع کند حال روی محور E مقدار فشار کارگاهی را تعیین کرده و به محور G که مشخص کننده افت فشار است وصل کرده، آنگاه نقطه تقاطع این خط را روی محور F با نقطه تقاطع روی محور C به هم وصل نموده و قطر لوله بدست می آید.





	Steckverbindung Selbstschwird nach dem Zusammenstecken, dichtet am Schlauchaußendurchmesser
	Steckverschraubung Kombinationvon Einschraubgewindestück und Steckanschluss für das Schlauchende
	Stecknippelverbindung Anschlussnippel nehmen Schlauch auf, dichtet am Schlauchinnendurchmesser, sichern mit Schlauchbinder
	Stecknippelverschraubung Kombinationvon Nippel- und Schraubanschluss, Dichtung am Gewinde und an der Schlauchinnenseite
	Schnellverbindung Schlauchwird aufgeschoben und mit Überwurfmutter gesichert; dichten durch Kegelklemmung und an der Schlauchinnenseite
	Schnellverschraubung Einschraubarmatur mit einer Kegelklemmdichtung für aufgeschobene Schläuche
	Schlauchfassung Nach dem Aufschieben des Schlauches werden die Halbschalen auf den Schlauch gepresst und mit Bolzen gesichert; günstig bei elektrisch leitenden Schläuchen

بسم الله الرحمن الرحیم

آموزشکده فنی امام جعفر صادق (ع) آستانه اشرفیه

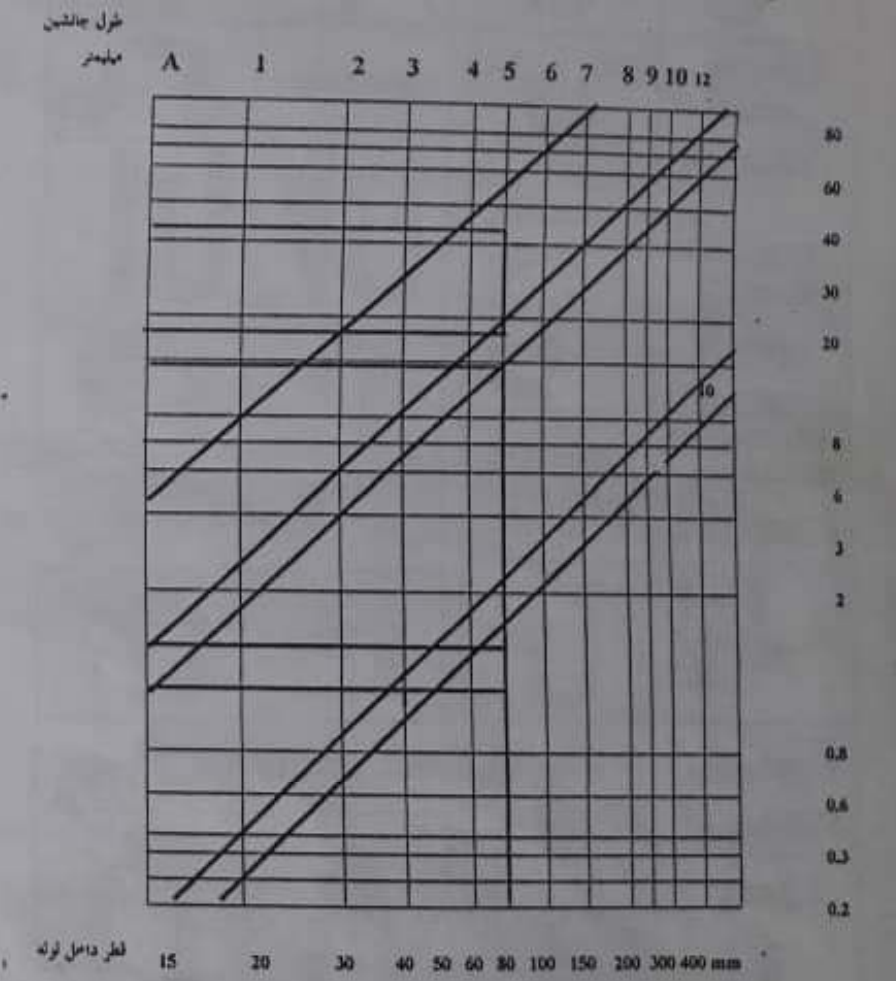
تئوری هیدرولیک و پنوماتیک

آقای مهندس غلامی

جلسه چهارم

طول جانشین:

طول جانشین طولی است که یک لوله مستقیم می تواند در اثر جریان سیالی مقاومتی برابر با یک قطعه اتصالی ایجاد نماید.

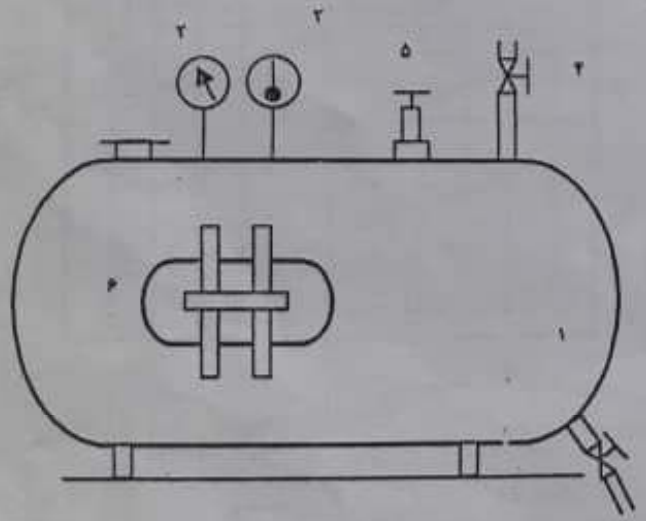


مخزن هوای فشرده:

مخزن هوای فشرده که به منظور تامین و ذخیره هوا بکار می رود می تواند نوسانات فشار را که در شبکه پیش می آید خنثی کرده و فشار را ثابت نگهدارد به علت سطح بزرگی که مخزن دارد می توان هوا را بهتر خنک نماید و مقداری از رطوبت هوا را بصورت آب خارج نماید.

یک مخزن هوای فشرده استاندارد از قسمتهای زیر تشکیل شده است.

۱- محفظه مخزن
۲- فشار سنج
۳- ترمومتر
۴- شیر قطع و وصل
۵- شیر محدود کننده فشار
۶- دریچهٔ مخزن
۷- شیر تخلیه آب



انتخاب مخزن :

انتخاب مخزن به عوامل زیر بستگی دارد:

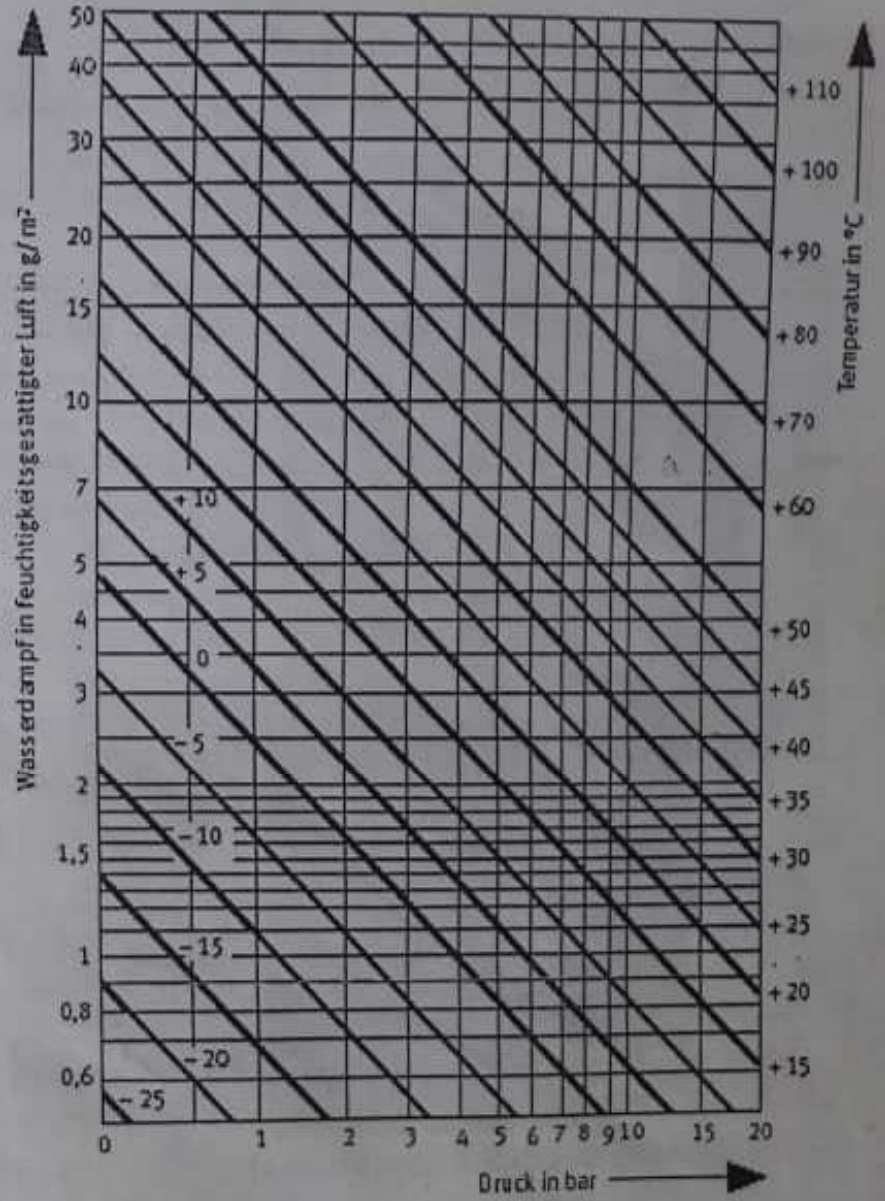
۱-مقدار تولید کمپرسور ۲- مقدار مصرف ۳-نوع تنظیم کمپرسور
۴-شبکه لوله کشی به انضمام حجم ۵- حد مجاز اختلاف فشار درشبکه

انتخاب مخزن به کمک دیاگرام:

با استفاده از دیاگرام زیر می توان حجم مخزن مورد نیاز را بدست آورد.

محاسبه حجم مخزن از طریق رابطه :

$$V = n\frac{\pi . D^2}{4} \times L \times V_f$$



V= حجم مخزن

n= عده دوران محور

D= قطر پیستون

L= طول کورس جابجایی پیستون

V_f= ضریب حجمی دریافتی

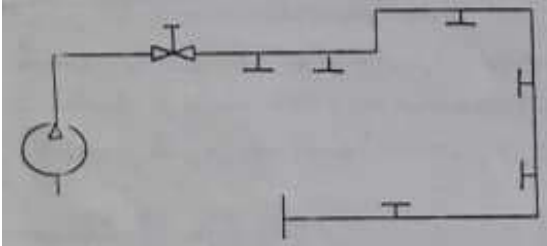
مثال : کمپرسوری با قطر پیستون D=120mm و طول جابجائی پیستون L=1000mm ضریب دریافتی کمپرسور V_f=0.75 تعداد قطع و وصل کمپرسور در ساعت بار 10=٪ اختلاف فشار کمپ

$\Delta P = 8N$ مطلوبست محاسبه حجم مخزن؟ n=2000R.P.M

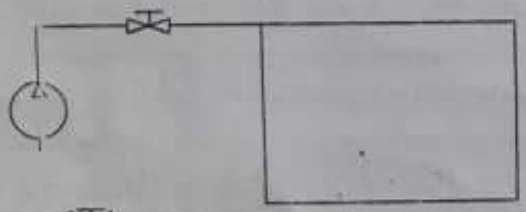
نصب خط لوله هوای فشرده:

به ۳ روش می توان خطوط لوله هوای فشرده را طراحی کرد:

۱-خط انشعابی



۲-خط حلقوی



۳-خط شبکه ای