سامان پایا ایده

از: مهندس عباس رحیمی

مرجع: Spirax Sarco

سیستم هوای فشرده در صنعت (قسمت ششم)

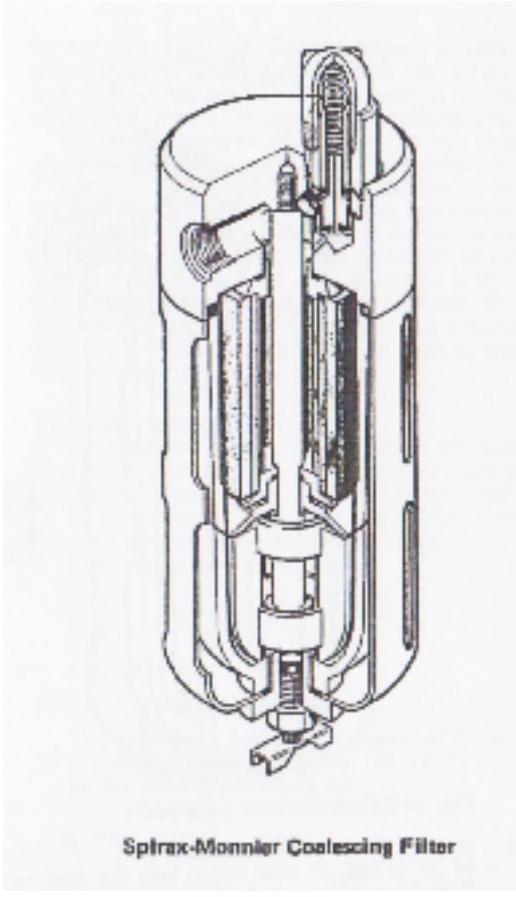
- **مقدمه :**

در قسمت های پیشین در خصوص مطالب ذیل مباحثی ارائه گردید:

- سیستم های هوای فشرده
- انواع کمپرسورها و طریقه انتخاب آن ها
- نحوه خنک کاری کمپرسور های مورد استفاده در این سیستم ها
- نحوه محاسبه میزان رطوبت موجود در هوا و پارامتر های وابسته به آن
- نحوه سایزینگ خطوط هوای فشرده و همچنین چگونگی استفاده از جداول مربوط به این کار

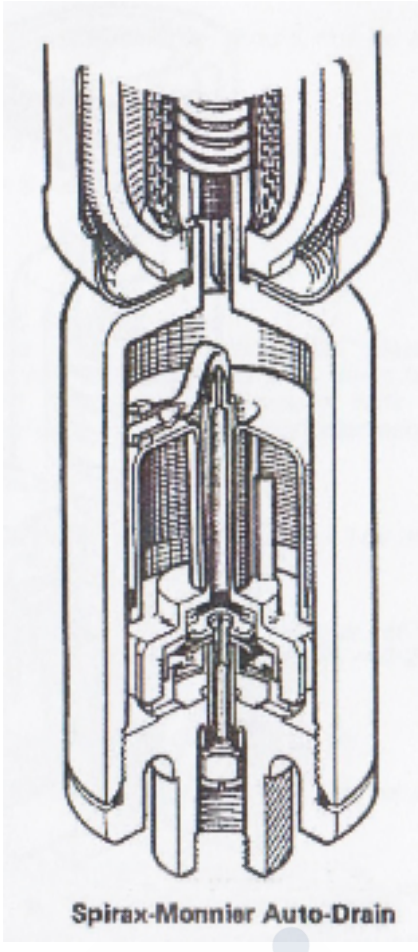
در این مقاله ابتدا در مورد اهمیت به کار گرفتن فیلتر، فشار شکن و دستگاه روغنکاری در سیستم هوای فشرده مباحثی ارائه می شود و در ادامه در رابطه با نحوه تعیین سرعت و دبی حجمی هوا در خطوط لوله مطالبی ارائه می گردد.

با توجه به حساسیت برخی از تجهیزاتی که با هوای فشرده کار می کنند لازم است که عمل فیلتراسیون با دقت بیشتری انجام گیرد به طوری که ذرات ریزتری توسط فیلتر گرفته شود. نمونه ای از این فیلترهای اسپیراکس- مونیر در شکل ۱ نمایش داده شده است. این نوع فیلترها دو مرحله ای بوده و با دقت بیشتری عمل فیلتراسیون را انجام می دهند. جریان هوا از داخل المنت مستقر در فیلتر عبور کرده و در این مرحله تمامی ذرات جامد گرفته می شود. ذرات ریز آب و روغن معلق در هوا به تدریج از المنت فیلتر عبور کرده و در خروجی با هم یکی شده و ابعاد آنها بزرگتر می گردد. برای جذب و از بین بردن این ذرات، یک لایه ای دیگر از المنت در خروجی هوا تعبیه گردیده که به راحتی می تواند این ذرات تشکیل شده را توسط نیروی گرانشی شان از جریان هوا خارج نماید. کندانس جمع شده که مخلوطی از آب و روغن و تمامی آلاینده ها می باشد در محفظه پائینی فیلتر ریخته می شود که می توان آن را به طور اتوماتیک یا دستی تخلیه نمود.



شکل ۱ : فیلتر یکپارچه اسپیراکس- مونیر

با توجه به قیمت بالای اکثر تجهیزات کنترلی استفاده از فیلترهای با راندمان بالا در کاربردهای مختلف در صنعت ضروری به نظر می رسد. شرکت اسپیراکس برای افزایش راندمان کاری در سیستم های هوای فشرده استفاده از فیلتر های دو مرحله ای را مقدم تر از استفاده از فیلتر های استاندارد با تخلیه دستی یا استفاده از فیلتر های با تخلیه اتوماتیک نشان داده شده در شکل ۲ ، می داند. در مقاله پیشین انواع آلاینده هایی را که فیلترها در سیستم هوای فشرده جذب می کنند، ارائه گردید که بیشترین حجم آنها را آب تشکیل می دهد که همیشه با ذرات معلق و روغن سوخته شده کمپرسور و لایه ای نازک از مواد چسبناک همراه می باشد. هنگامی که این آلاینده ها جمع آوری گردید می بایست آنها را تخلیه نمود. هر المنت ظرفیت محدودی را جهت فیلتراسیون دارا می باشد و اگر عمل تخلیه این رسوبات و آلاینده ها صورت نگیرد در واقع کارایی فیلتر و در نتیجه کارایی سیستم هوای فشرده کاهش می یابد بنابراین هنگامی که این آلاینده ها جمع آوری گردید می بایست آن را تخلیه نمود و بهتر است که این عمل تخلیه بطور اتوماتیک صورت گیرد زیرا که نمی توان به انجام این عمل در فاصله زمانی منظم توسط اپراتور تکیه نمود. تخلیه اتوماتیک برای تمامی فیلترهای سری استاندارد "اسپیراکس – مونیر" می تواند به کار برده شود. در تولید محصولات این شرکت قطعات یدکی و تجهیزات جانبی این نوع فیلترها به راحتی در دسترس می باشد. فیلترهای با تخلیه اتوماتیک راندمان بسیار بالایی داشته و وسیله مناسبی برای استفاده با دستگاههای تمام اتومات هستند.



شکل ۲ : فیلتر اسپیراکس- مونیر با تخلیه اتوماتیک

شیر های فشار شکن :

بسیاری از کاربردهای با هوای فشرده در فشاری پایین تر از خط اصلی فعالیت می کنند بطور مثال استفاده از هوا برای سیستم های ابزار دقیقی، کنترلی و ...

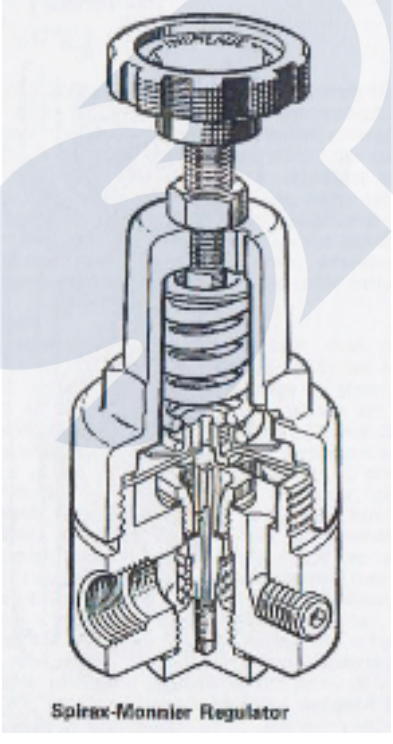
همانطور که قبلاً ذکر شد اگر از هوا با فشار بالاتر از حد نیاز استفاده گردد می تواند کارایی سیستم را کاهش دهد. بطور مثال در سیستمی که هوا با فشار ۴ بار مورد نیاز باشد، در صورتی که از فشار ۵/۵ بار استفاده شود در واقع ۲۰ درصد از هوای آزاد بیشتری استفاده کرده که این کاهش راندمان سیستم را در پی خواهد داشت. لازم به ذکر است که اگر فشار هوای به کار برده شده کمتر از حد نیاز باشد این نیز می تواند راندمان سیستم را کاهش دهد. مهمترین دلیل برای کاهش فشار هوا، افزایش ایمنی می باشد. گردگیرها و بلوور های (Blower) مورد استفاده در تمیز کاری اگر با فشار هوای بالایی مورد استفاده قرار گیرند، گر چه گرد و غبار و آلودگی ها را بطور قابل توجه می توانند جذب کنند ولی برخی اوقات نیز استفاده از هوا با فشار بالا نتایج خوبی را بهمراه نخواهد داشت بنابراین استفاده از شیر های فشار شکن جهت کاهش فشار تا حد مورد نیاز ضروری به نظر می رسد، همچنین می بایست از ثابت ماندن فشار هوای کاهش یافته اطمینان حاصل نمود.

شیر های فشار شکن معمولاً به دو گروه اصلی تقسیم بندی می شوند :

۱- گروه اول از نوع عملکرد پایلوتی (Pilot Operated) می باشند که همانند شیرهای فشار شکن DP که در مقالات پیشین نحوه کارکردشان شرح داده شد عمل می نمایند، بدین صورت که جهت کنترل بهتر فشار خطوط، سیگنالی را از فشار پائین دست جریان گرفته و خروجی خود را نسبت به آن کنترل می کنند که این نوع را فشار شکن پایلوتی می نامند.

۲- گروه دوم از این فشار شکن ها از عملکرد ساده تری بهره می برند و به نام عملگر مستقیم (Direct-Acting) معروف می باشند و عملکردشان بدین ترتیب است که روزنه خروجی آنها در یک فشار معین تنظیم می شود و اختلاف در جریان پایین دست آنها نسبت به اختلاف در جریان اصلی خطوط بسیار اندک می باشد از این نوع فشار شکن ها در بسیار از کاربردها در صنعت استفاده می شود و بیشترین استفاده آنها در کاربردهای پنوماتیکی می باشد.

در شکل ۳ نمونه ای از شیرهای فشار شکن ساخت شرکت اسپیراکس نمایش داده شده است که یکی از انواع عملگر مستقیم می باشد که در آن ها یک عدد شیر تخلیه هوا در قسمت پایین دست جریان جهت خروج هوای اضافی تعبیه شده است. اگر هوای اضافی در این نوع شیرها تخلیه نگردد، فشار پایین دست از مقدار تنظیم شده تجاوز می کند. مزیت دیگر استفاده از این شیر این است که جهت تخلیه هوا نیازی به باز کردن اتصالات نیست و هوای داخل سیستم را به راحتی می توان از طریق این وسیله تخلیه نمود. این نوع فشار شکن ها در مواقعی که مقدار تنظیم شده به صورت دوره ای تغییر می نماید نیز می تواند به کار گرفته شود.



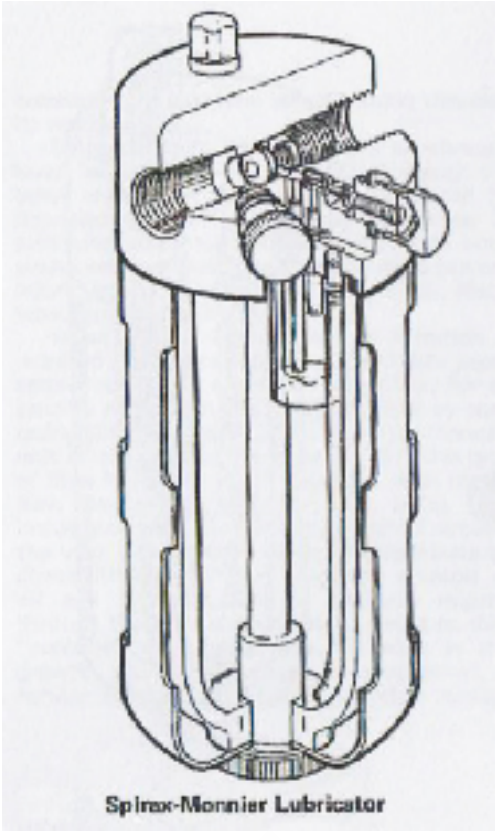
شکل ۳ : فشار شکن اسپیراکس- مونیر

سیستم روغنکاری:

در سیستم های هوای فشرده می بایست شیرآلات و سیلندر های به کار برده شده روغنکاری گردند. هنگامیکه یک لایه نازک از روغن بر روی قطعات و اجزاء سیستم وجود داشته باشد می تواند اصطکاک به وجود آمده را به شدت کاهش دهد و مجموعه به تعمیرات کمتری نیاز خواهد داشت. این نکته بسیار حائز اهمیت است که عمل روغنکاری در فشارهای پایین در سیستم هوای فشرده نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد و خللی در سیستم ایجاد نمی نماید بلکه راندمان سیستم را افزایش می دهد.

اساسا در روغنکاری از یک مخزن ذخیره روغن استفاده می شود که هنگام عبور جریان هوا، به میزان لازم روغن را از این مخزن برداشته و به صورت پودر در مسیر عبور هوای فشرده قرار می دهد. این روغن می تواند توسط فشار هوا و با جریان هوا تمام قسمتهای مختلف را در مجموعه روغنکاری نماید. تمام سیستم های روغنکاری به حداقل فشار هوا جهت روغنکاری نیاز دارند در نتیجه در طراحی سیستم های هوای فشرده همواره فشار هوا می بایست از حداقل فشار در نظر گرفته شده جهت روغنکاری بیشتر باشد تا سبب افت فشار بیش از حد نگردد. علاوه بر این نصب آنها می بایست آسان باشد و در جریان های هوای متناوب قادر به تزریق روغن به میزان ثابت باشند و بدون در نظر گرفتن فشارهای مختلف هوا به راحتی بتواند عمل روانکاری را انجام دهد بطوریکه نیازی به تنظیم مجدد نباشد. اگر بتوانیم نحوه روغنکاری را تحت کنترل درآوریم این می تواند یک مزیت بزرگ برای سیستم روغنکاری باشد و در این شرایط می توان به راحتی نرخ تزریق روغن به مجموعه را مشاهده نمود.

در شکل ۴ نمونه ای از دستگاه روغنکاری ساخت شرکت اسپیراکس- مونیر نمایش داده شده است. به منظور انتخاب مناسب نوع روغن می توان با کارخانه سازنده دستگاه مشاوره نمود.



شکل ۴ : دستگاه روغنکاری اسپیراکس- مونیر

همواره می بایست از تشکیل سرب در عمل روغنکاری جلوگیری نمود در حالیکه بخار روغن از شیر تخلیه تعبیه شده در تجهیزات پنوماتیکی می تواند خارج شود و می دانیم سرب ماده ای سمی است در چنین شرایطی می بایست از محفظه ای جهت جمع آوری سرب در دستگاه های روغنکاری استفاده گردد. میزان تزریق روغن به سیستم هوای فشرده معمولا تجربی به دست می آید اما به عنوان یک راهنما اگر در فشار ۵/۵ بار یک قطره از روغن در دقیقه برای هر ۵ دسی متر مکعب بر ثانیه از هوای فشرده شده در نظر گرفته شود، نتیجه رضایت بخش خواهد بود.

یکی از مهمترین دغدغه های مهندسان در سیستم هوای فشرده انتخاب محل دقیق جهت نصب فیلتر، فشار شکن و دستگاه روغنکاری می باشد. بهترین محل در نزدیکی تجهیزات به کار برده شده است به طور مثال در محلی دستگاه روغنکاری می تواند نصب گردد که حجم هوا در خطوط بین دستگاه روغنکاری و سیلندرهای عملگرها نباید از ۵۰ درصد حجم هوای فشرده شده در سیلندر بیشتر باشد تا عمل روانکاری در عملگرهای خطی (Linear Actuators) و یا هر کاربرد دیگری به خوبی انجام گیرد.

Table 1 Metric SI Units Some Standard Tube Dimensions

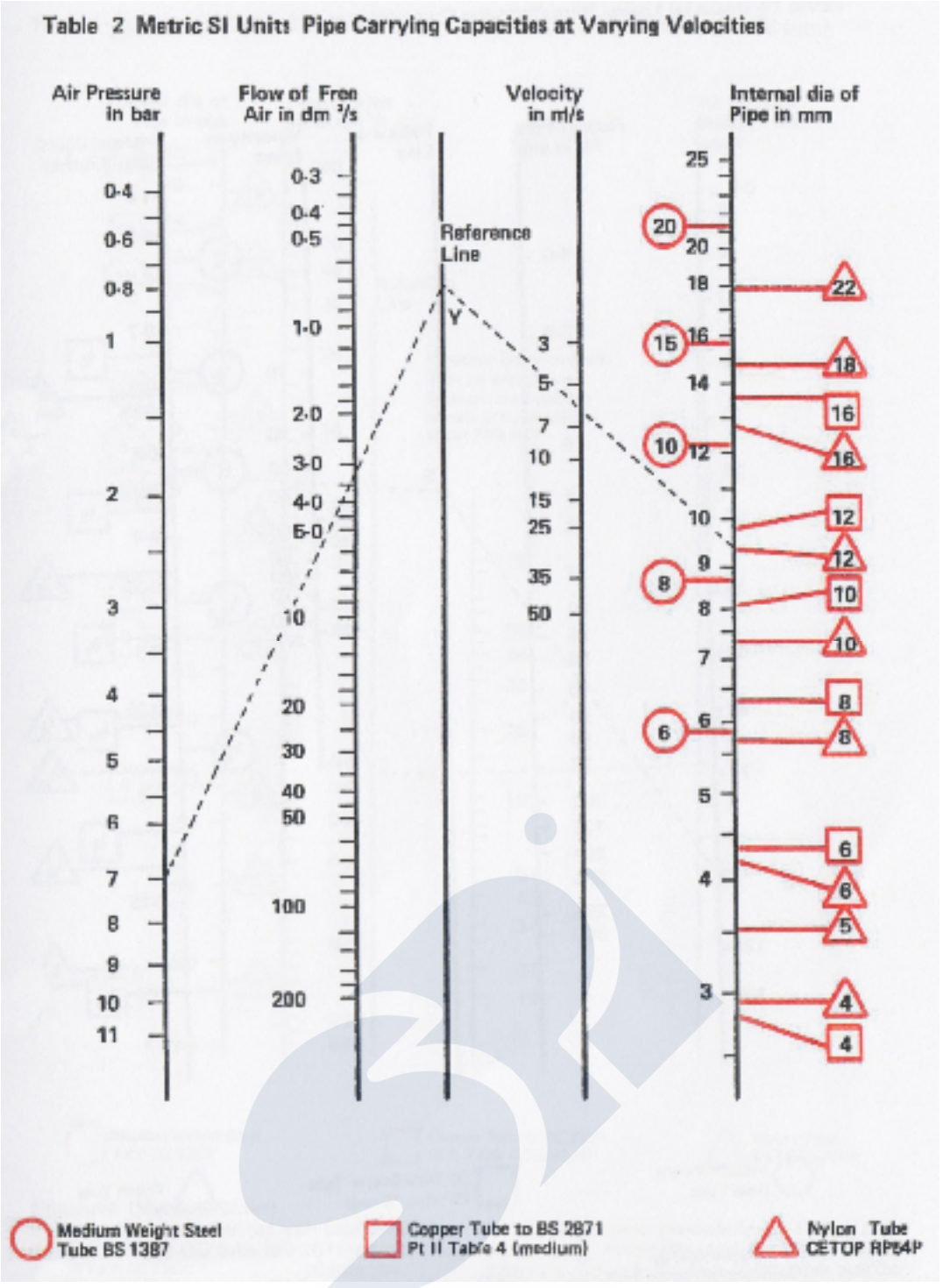
Steel Tubes to BS 1387			Copper Tubes to BS 2871 Pt 2 Table 4 Medium			Preferred Sizes of Nylon Tube CETOP RP54P – up to 30°C Light Gauge		
Nominal Bore mm	Med Weight Min ID mm	Heavy Weight Min ID mm	OD mm	Thickness mm	Min ID mm	OD mm	Min ID mm	Max Working Pressure bar at 30°C
6	5·8	4·6	3	0·6	1·72	4	2·77	12
8	8·6	7·5	4	0·6	2·72	5	3·55	13
10	12·1	11·0	6	0·8	4·32	6	4·24	13
15	15·8	14·6	8	0·8	6·32	8	5·74	14
20	21·3	20·1	10	0·8	8·32	10	7·24	14
25	26·9	25·3	12	1·0	9·90	12	9·24	11
32	35·6	34·0	16	1·0	13·9	16	12·74	10
40	41·5	39·9				18	14·7	9
50	52·5	50·8				22	18·1	9
65	68·1	66·4				28	23·14	9
80	80·0	78·4						
100	104·0	102·0						
125	129·0	128·0						
150	154·0	153·0						

Note: 1 bar = 100 kPa

جدول ۱ : ابعاد برخی از لوله های استاندارد

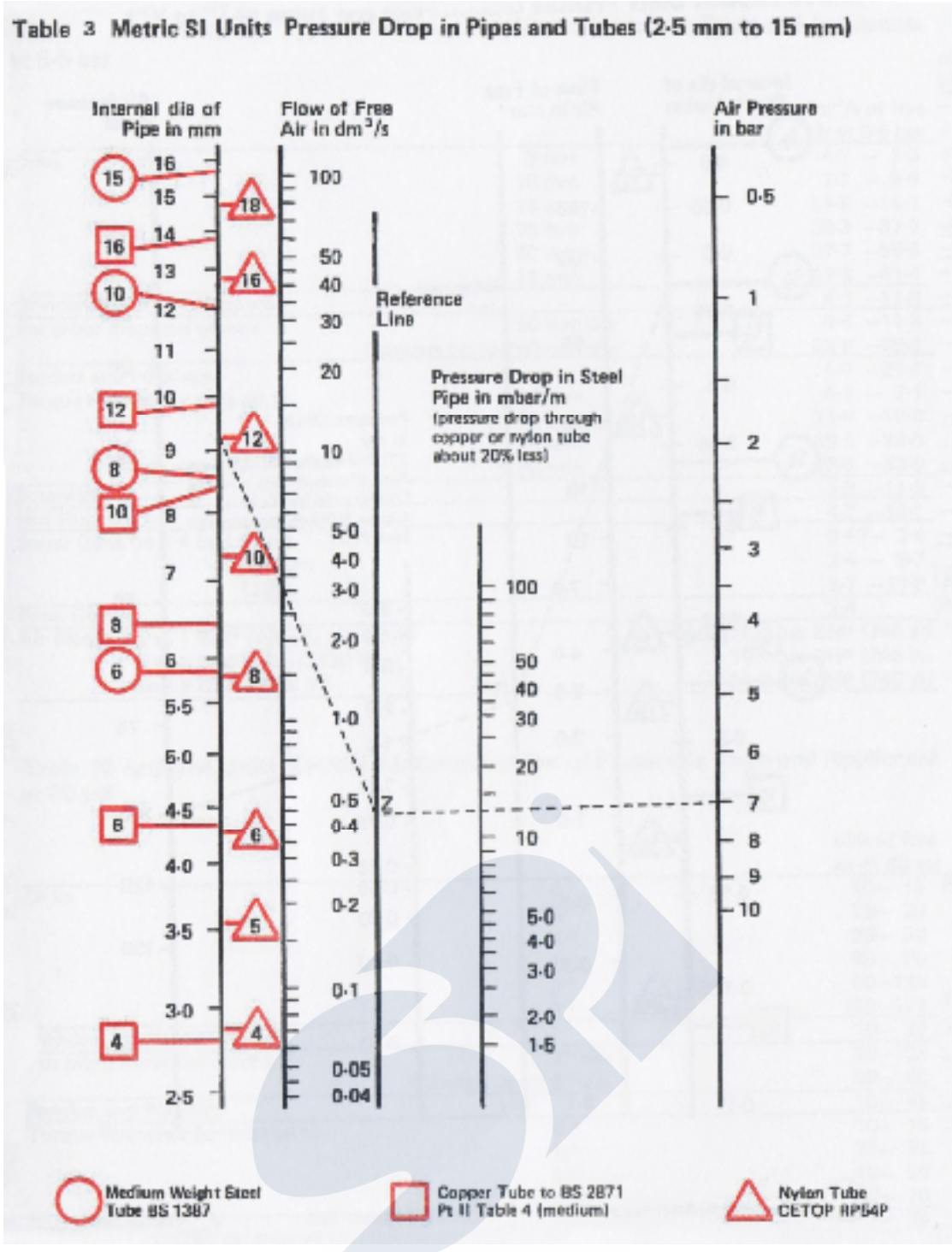
سایزینگ خطوط هوای فشرده:

سوال های فراوانی در مورد نحوه لوله کشی و سایزینگ خطوط در سیلندرها، شیرآلات و تجهیزات هوای فشرده پرسیده می شود. در شرایط معمولی سرعت سیال در مدار لوله کشی بیشتر از سرعت سیال در شبکه هوای فشرده شده است به دلیل اینکه لوله ها به طور معمول کوتاه اجرا می شوند و سرعت سیال در آنها زیاد نمی باشد بنابراین افت فشار محسوسی در مجموعه بوجود نمی آید. برای فشار ۵/۵ تا ۷ بار سرعت سیال بین ۱۸ تا ۲۴ متر بر ثانیه مناسب به نظر می رسد. در فشارهای پایین تر، سرعت سیال نیز کاهش می یابد. در جدول ۲ مشخصات کاملی در مورد قطر لوله، فشار هوا، نرخ جریان و سرعت شرح داده شده است. در جدول ۳ میزان قابل قبول سرعت را در برابر افت فشار می توان ملاحظه نمود. نکته مهمی که می بایست به آن اشاره نمود این است که هنگام استفاده از این جدول سایز واقعی قطر لوله در نظر گرفته می شود نه سایز نامی آنها، به این دلیل که افت فشار تابعی از این پارامتر می باشد و اختلاف کوچکی در قطر لوله منجر به افت فشار محسوسی می گردد. در جدول ۱ اطلاعات کاملی از سایز واقعی لوله ها در انواع مختلف از نظر جنس نمایش داده شده است. بیشتر کارخانه ها و سازنده های تجهیزات پنوماتیکی این پارامتر را در انتخاب سایز خطوط لحاظ می کنند. در جدول ۴ اطلاعاتی در رابطه با میزان دبی هوای فشرده در سایزهای مختلف و در کاربردهای گوناگون ارائه گردیده و به عنوان یک راهنما در سایزینگ خطوط سیستم هوای فشرده می توان از آن بهره برد.



جدول شماره ۲ : سرعت های مختلف در سایزهای گوناگون لوله

نحوه استفاده از جدول شماره ۲ جهت تعیین سرعت هوا در خط لوله بدین ترتیب می باشد که به طور مثال در فشار ۷ بار و دبی حجمی ۳/۱ دسی متر مکعب بر ثانیه خطی را کشیده و امتداد می دهیم تا خط مرجع (Reference Line) را در نقطه Y قطع نماید. فرض می کنیم که سایز لوله ۱۲ میلی متر می باشد پس خطی را از خط مرجع تا خط مربوط به سایز لوله رسم می کنیم تا در نقطه ۱۲ میلی متر این خط را قطع نماید. بنابراین می بینیم که خط مذکور، خط مربوط به سرعت جریان هوا را حدودا در ۶ متر بر ثانیه قطع می نماید.



جدول شماره ۳ : افت فشار در لوله ها از ۲/۵ میلی متر تا ۱۵ میلی متر

نحوه استفاده از جدول شماره ۳ جهت تعیین دبی حجمی هوا در خط لوله بدین ترتیب می باشد که به طور مثال در فشار ۷ بار و با افت فشار ۱۲/۵ میلی بار بر متر خطی را کشیده و امتداد می دهیم تا خط مرجع (Reference Line) را در نقطه Z قطع نماید. فرض می کنیم که سایز لوله ۱۲ میلی متر می باشد پس خطی را از خط مرجع تا خط مربوط به سایز لوله رسم می کنیم تا در نقطه ۱۲ میلی متر این خط را قطع نماید. بنابراین می بینیم که خط مذکور، خط مربوط به دبی حجمی هوا را حدودا در ۳/۱ دسی مترمکعب بر ثانیه قطع می نماید.

Table 4 Metric SI Units Typical Air Consumption of Pneumatic Tools and Appliances at 5·5 bar

		dm^3/s of free air at 5·5 bar
Drills	7 mm	4·7 – 7·5
	10 mm	7·1 – 9·4
	13 mm	11·8 –14·1
	25 mm	20·3 –37·7
	50 mm	37·7 –66·6
	75 mm	47·2 –61·4
Grinders for mounted points		4·7 –11·8
For arbor mounted wheels	50 mm dia	9·4 –11·8
	Grinders up to 150 mm dia	23·6 –28·3
Sanders and Polishers		4·7 –21·1
Torque Wrench for nuts up to	7 mm	4·7 – 7·1
	13 mm	11·8 –16·5
	25 mm	18·9 –26·0
	38 mm	23·6 –33·0
Screwdrivers		3·3 –11·8
Nut Runners		4·7 –14·1
Spray Guns (at 3·4 bar)	Small	0·47– 2·4
	Medium	2·4 – 5·7
	Large	5·7 –11·8
Blow Guns		2·4
Air Motors up to 1 BHP (746 W)		14·1–16·5 per BHP (746 W)
1 to 5 BHP (746–3730 W)		14·1 per BHP (746 W)
over 5 BHP (3730 W)		11·8 per BHP (746 W)

جدول شماره ۴ : نرخ دبی حجمی هوا در برخی از کاربردهای سیستم هوای فشرده

در جدول شماره ۴ نرخ دبی حجمی هوا در برخی از کاربردهای سیستم های هوای فشرده به طور تقریبی گزارش شده است.

در پایان متذکر می گردد که جهت نصب تجهیزات سیستم هوای فشرده برای دست یابی به بیشترین راندمان ممکن، می بایست از حجم کافی هوا، فشار کاری مناسب، تمیز و خشک بودن و روغنکاری هوای به کار رفته در حالیکه کمترین هزینه را در بر داشته باشد، اطمینان حاصل نمود.

علاقه مندان جهت کسب اطلاعات بیشتر می توانند با دفتر فنی شرکت سامان پایا ایده تماس حاصل فرمایند: ۴- ۲۶۲۱۸۵۲۳