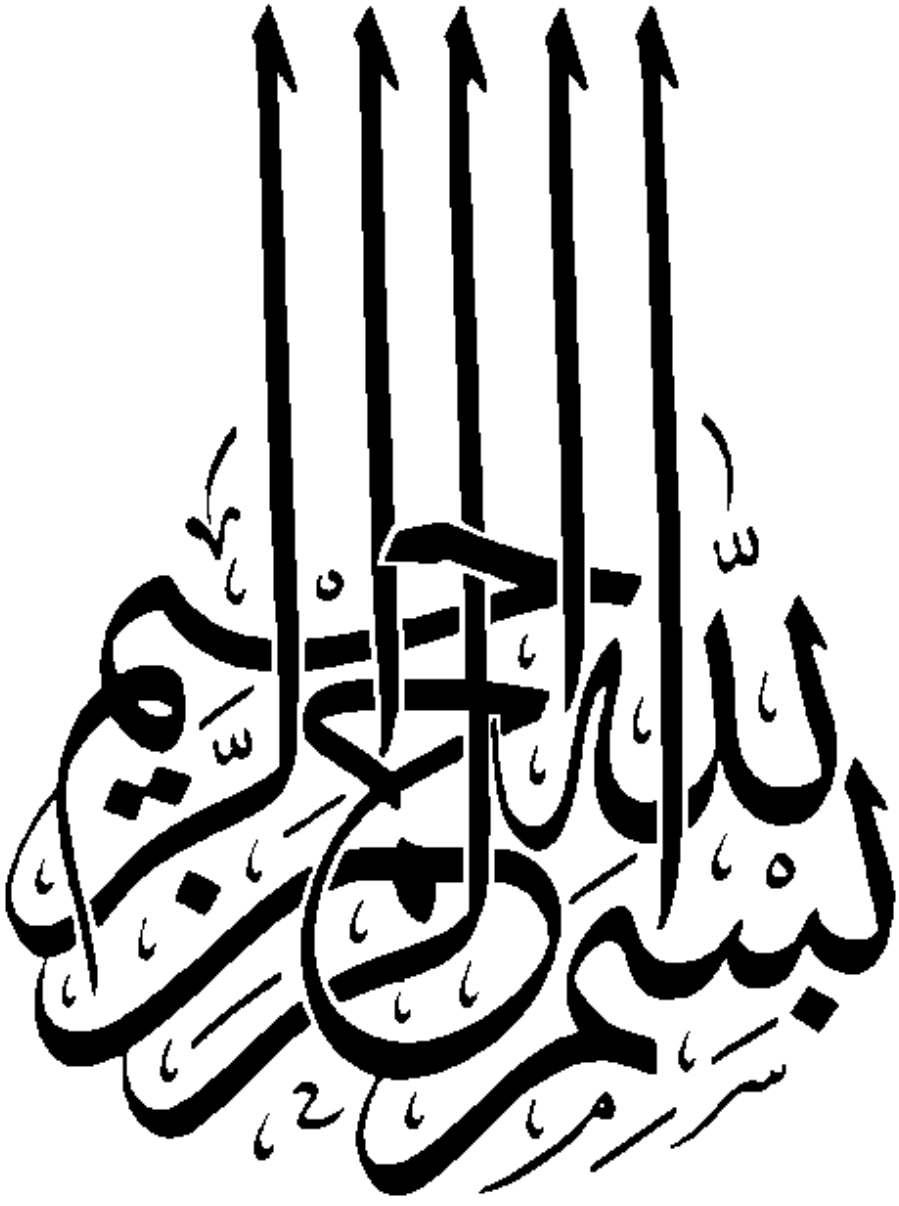
عنوان دوره آموزشی:

سیستم های اکسیژن ساز و ذخیره اکسیژن

پاییز ۱۳۹۸


بسم الله الرحمن الرحيم

گروه هدف:

تکنسین تجهیزات پزشکی - کاردان تجهیزات پزشکی -**کارشناس تجهیزات پزشکی**

اهداف آموزشی:

در پایان از فراگیران انتظار می رود تا

اصول عملکرد دستگاه اکسیژن ساز بیمارستانی

فضای فیزیکی دستگاه

قطعات تشکیل دهنده دستگاه

چک لیست های نگهدارندی پیشگبرانه

تانک اکسیژن

مکانیزم کلی دستگاه

اجزا و قطعات تانک اکسیژن

نگهداری و ایمنی

کپسول های اکسیژن

نگهداری انواع کپسول های اکسیژن

نکات ایمنی کپسول توضیح دهد .

روش و نحوه اجرای آموزش:

مدت دوره: ۲۰ ساعت

اجرای آموزش:کتابخوانی

نوع آزمون: کتابخوانی

روش آزمون: الکترونیکی-کتبی

فهرست:

مقدمه ۵

روش های آزمون گاز اکسیژن ۶

رنگ آمیزی ظرف بسته بندی و نشانه گذاری ۱۲

پاک سازی سیستم عرضه گاز اکسیژن ۱۵

نکات ایمنی برای جابجایی و انبارش ظروف اکسیژن مایع ۱۷

اصول کار و مبانی دستگاههای تولید اکسیژن طبی ۱۹

کمپرسور هوای فشرده ۲۶

کپسول های اکسیژن ۲۹

دستگاه اکسیژن ساز خانگی ۴۳

اکسیژن درمانی ۴۷

برندهای اکسیژن ساز موجود در بازار ایران ۴۹

تکنیک PSA ۵۰

ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس HTM2022 ..... ۵۷

یادآوری ۵۹

نکته ۶۱

کمپرسور هوا (Air compressor) ۶۲

انتخاب مخزن هوای فشرده ۶۶

انتخاب تانک اکسیژن Oxygen chamber ۶۹

توصیه های برای نصب بر طبق ایزو ۱۰۰۸۳ ..... ۷۱

آنالیز ریسک و رفع مخاطرات احتمالی ۷۶

انواع درایر (خشک کن) ۷۸

نحوه کار درایر تبریدی ۷۹

نکات خرید دستگاه اکسیژن ساز ۸۲

منابع و ماخذ : ۹۱

مقدمه

گـاز اکسیژن بی رنگ و بی بو و بدون طعم و غیر سمی است. یک حجم گاز اکسیژن در 20 درجه سلسیوس و فشار 760 میلی متر جیوه در 32 حجـم آب و در حـدود 7 حجم الکل محلول است. وزن یک لیتر گاز در صفر درجه سلسیوس و فشار 760 میلی متر جیوه حدود 1/429 گرم است که به میزان اندک سنگین تر از هوا است.

رنگ اکسیژن مایع، آبی کم رنگ بوده و نقطه جوش آن 182/9- درجه سلسیوس می باشد. تبخیـر یـک حجـم اکسـیژن مایـع در 15 درجـه سلسیوس و فشار 760 میلی متر جیوه، 840 حجم گاز تولید می کند. در صورت تماس اکسـیژن مایـع و یـا گـاز اکسیژن سرد با پوست و مجاری تنفسی، به دلیل برودت زیاد موجب وارد شدن صدمات شدید و انجماد آن می شود.

تـنفس اکسیژن در فشار های نسبی بالا برای سلامتی می تواند مضر باشد. قرارگرفتن طولانی در معرض اکسیژن خالص می تواند برای ریه و سـامانه عصـبی تاثیـر بگـذارد و موجب آماس شش، کاهش ظرفیت و آسیب به بافت های ششی و تاثیر بر سامانه عصبی شامل کاهش بینایی، تشنج و اغما بشود.

گـاز اکسـیژن جـزو گازهـای شـدیداً اکسـید کنـنده است، گاز اکسیژن به تنهایی غیرقابل اشتعال است ولی با حضور منبع اشتعال و یک سـوخت مـی تـواند مـوجب بروز احتراق و تسریع در سوختن بشود. اکسیژن با مواد آلی نظیر روغن، گریس یا قیر در صورتی که بوسیله شعله مشتعل گردد، بشدت واکنش می‌دهد و مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند.

مـوادی کـه تحـت شرایط معمول در هوا نمی سوزند، می توانند در هوای غنی از اکسیژن بسوزند و موادی که در هوا تحت شرایط معمول می‌سوزند، در هوای غنی از اکسیژن خیلی شدید و با دمای بالاتر خواهند سوخت.

*** بـر اسـاس اطلاعـات نوشته شده در برگه داده های شیمیایی اکسیژن (MSDS[1]) تنفس اکسیژن در فشار های نسبی بالا برای سلامتی می‌تواند مضر باشد. قرارگرفتن طولانی در معرض اکسـیژن خالص می تواند برای ریه و سامانه عصبی تاثیر بگذارد و موجب آماس شش، کاهش ظرفیت و آسیب به بافت های ششی و تاثیر بر سامانه عصبی شامل کاهش بینایی، تشنج و اغما بشود.**

ویژگی ها

گاز اکسیژن طبی باید بی رنگ، بی بو و بی طعم بوده و ویژگی های آن باید با جدول 1 این استاندارد مطابقت داشته باشد.

ردیف	ویژگی	حد استاندارد
۱	خلوص گاز	حداقل ۹۹ درصد (حجمی)
۲	بو	بی بو باشد
۳	دی اکسید کربن	حداکثر 300 ppm
۴	مونواکسید کربن	حداکثر 5ppm
۵	رطوبت گاز	حداکثر 67 ppm
۶	مواد اکسید کننده	عاری از اکسید کننده باشد

.

روش های آزمون گاز اکسیژن

ظروف محتوی گاز اکسیژن باید قبل از انجام آزمون حداقل به مدت 6 ساعت در دمای محیط آزمون قرار گیرند.

آزمون ها و محاسبه نتایج، باید بر مبنای دمای 25 - 20 درجه سلسیوس و فشار 760 میلیمتر جیوه انجام شوند.

برای انجام آزمون ها باید از مواد شیمیایی با درجه خلوص آزمایشگاهی استفاده شود و ویژگی های آب مورد استفاده باید با آب نوع دو استاندارد ملی ایران 1728 سال 1381 مطابقت داشته باشد

خلوص گاز اکسیژن

خلوص اکسیژن باید به یکی از روش های زیر اندازه گیری شود:

روش شیمیایی

اندازه گیری خلوص به روش شیمیایی باید بر طبق استاندارد ملی ایران 603 سال 1374، انجام شود.

روش دستگاهی

در این روش خلوص گاز اکسیژن بـا استفاده از دستگاه هـای آنالیزکننده، اندازه گیری می شود. قبل از اندازه گیری خلوص گاز، دستگاه باید با استفاده از گازهای کالیبراسیون مطابق با دستورالعمل سازنده، کالیبره شود.

نکته : گاز کالیبراسیون مورد استفاده باید دارای گواهینامه معتبر باشد.

نکته : از روش های دستگاهی دیگر مانند کروماتوگرافی گازی نیز می توان برای انجام این آزمون استفاده نمود، مشروط بر این که صحه گذاری های لازم در باره دقت و درستی اندازه گیری انجام گرفته باشد.

تشخیص بو

با استفاده از رگولاتور کاهنده، جریان خروجی گاز اکسیژن را بین 5-2 لیتر بر دقیقه، تنظیم کنید. گاز خروجی را استنشاق کنید. گاز اکسیژن طبی باید بی بو باشد

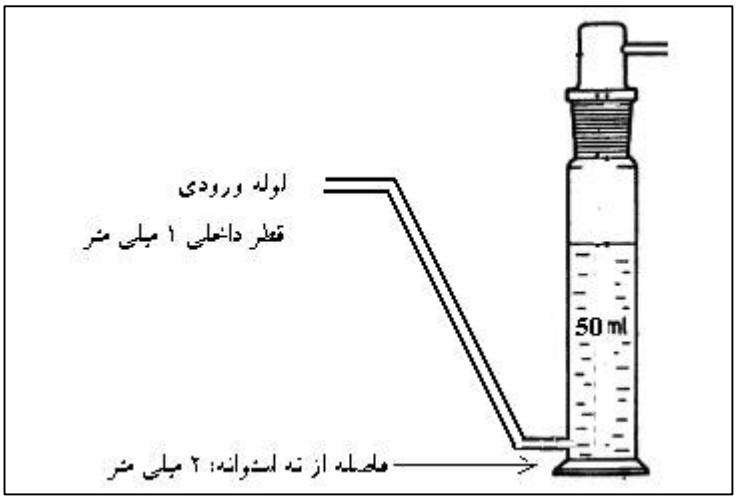
روش اندازه گیری گاز دی اکسید کربن (CO_2)

دی اکسید کربن باید به یکی از روش های زیر اندازه گیری شود:

روش شیمیایی

روش اندازه گیری

دو عدد استوانه شیشه ای ته صاف مطابق با شکل1، با ابعادی که 50 میلی لیتر مایع در آن تا ارتفاع 12 تا 14 سانتی متر برسد. این استوانه باید دارای یک لوله دریافت کننده با قطر داخلی 1 میلیمتر باشد که از ارتفاع 2 میلی متری ته استوانه به آن متصل می شود.



شکل ۱- شمائی از استوانه شیشه ای برای تعیین دی اکسید کربن

مواد لازم

آب مقطر عاری از دی اکسید کربن

هیدروکسید باریم 4/73 درصد (وزنی ـ حجمی)

بی کربنات سدیم 0/11 درصد (وزنی ـ حجمی)

روش کار

50 میلی لیتر محلول شفاف هیدرواکسید باریم را در یک استوانه شیشه ای بریزید و یک لیتر گاز اکسیژن مورد آزمون را از آن عبور دهید. تغییر رنگ ایجاد شده در این محلول را با رنگ ایجاد شده در محلول شاهدی که از افزودن یک میلی لیتر محلول بی کربنات سدیم به 50 میلی لیتر محلول هیدروکسید باریم تهیه می شود، مقایسه کنید. کدورت ایجاد شده در محلول آزمون نباید بیشتر از کدورت محلول شاهد باشد .

روش دستگاهی

در این روش مقدار دی اکسیدکربن با استفاده از دستگاه آنالیزکننده تعیین می گردد.

قبل از هر اندازه گیری، دستگاه هـای آنالیزکننده باید با استفاده از گاز کالیبراسیون، مطابق با دستورالعمل سازنده، کالیبره شوند و پس از اطمینان از کالیبره بودن دستگاه و تکرارپذیری نتایج حاصل، اندازه گیری با آن انجام شود.

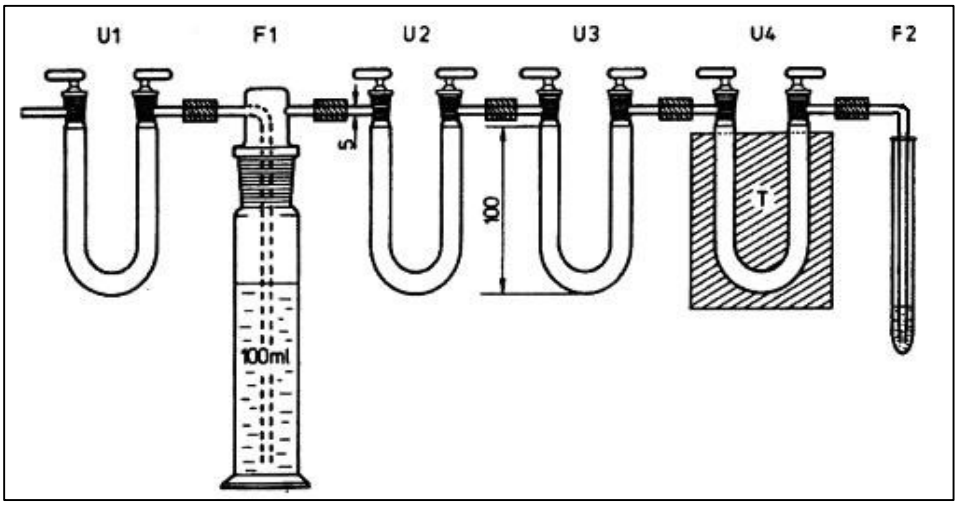
ضمناً از روش های دستگاهی دیگر مانند کروماتوگرافی گازی نیز می توان برای انجام این آزمون استفاده نمود مشروط بر این که صحه گذاری های لازم در خصوص دقت و درستی اندازه گیری انجام گرفته باشد.

اندازه گیری منواکسید کربن (CO)

مقدار منواکسیدکربن باید به یکی از روش های زیر اندازه گیری شود:

روش شیمیایی

مجموعه شیشه ای مطابق با شکل 2، که از قسمت های زیر تشکیل شده و بطور سری بهم وصل شده باشد.



شکل ۲- شمائی از مجموعه شیشه ای اندازه گیری منواکسید کربن

الف- لوله U1 ، محتوی سلیکاژل بدون آب که به تری اکسید کروم آغشته شده است.

ب - ظرف شستشوی F1، محتوی 100 میلی لیتر محلول 40 درصد (وزنی- حجمی) هیدروکسید پتاسیم.

پ - لوله U2 ، محتوی هیدروکسید پتاسیم حبه ای

ت- لوله U3 ، محتوی پنتا اکسید فسفر که بر روی سنگ پایی که قبلا ذوب و بصورت گرانول درآمده، پراکنده شده است

.

ث- لوله U4 ، محتوی 30 گرم پنتا اکسید ید، بصورت دوبار کریستال شده که قبلا در 200 درجه سلسیوس خشک شده است (لوله در طول آزمون باید در 120 درجه سلسیوس نگهداری شود).

ج- پنتا اکسید ید را در ستون هایی به طول پنج سانتی متر در داخل لوله U4 قرار دهید به طوریکه که در فواصل بین آن پشم شیشه به طول 1 سانتی متر قرار بگیرد. این مواد باید به صورت فشرده پر شوند.

د- لوله واکنش F2 ، محتوی2/0 میلی لیتر محلول یک مولار یدید پتاسیم و 0/15 میلی لیتر محلول نشاسته.

روش آزمون

وسیله آزمون را با عبور 5/0 لیتر آرگون یا هوای بدون منو اکسید کربن، تمیز کنید.

در صورت لزوم رنگ آبی محلول ید را با اضافه کردن کمترین مقدار از محلول تیوسولفات سدیم 0/002

نرمال تازه تهیه شده از بین ببرید. عمل شستشو را تا هنگامی ادامه دهید که پس از عبور 5/0 لیتر آرگون یا هوای عاری از منواکسیدکربن، بیش از 0/045 میلی لیتر محلول 0/002 نرمال تیوسولفات سدیم مورد نیاز نباشد. 7/5 لیتر گاز مورد آزمون را با جریان 4 لیتر در ساعت از وسیله آزمون عبور دهید.

ید آزاد شده را با تیوسولفات 0/002 نرمال تیتر کنید. یک آزمون شاهد تحت همان شرایط با عبور 7/5 لیتر آرگون یا هوای بدون منواکسید کربن انجام دهید. اختلاف بین دو حجم تیوسولفات سدیم 0/002 نرمال بکار رفته در دو اندازه گیری نباید بیش از 0/4 میلی لیتر (معادل با 5 ppm منواکسید کربن) باشد.

روش دستگاهی

در این روش مقدار منواکسیدکربن با استفاده از دستگاه آنالیزکننده تعیین می گردد.

قبل از هر اندازه گیری، دستگاه هـای آنالیزکننده باید با استفاده از گازهای کالیبراسیون، مطابق با دستورالعمل سازنده، کالیبره شود.

* یادآوری: از روش های دستگاهی دیگر مانند کروماتوگرافی گازی نیز می توان برای انجام این آزمون استفاده نمود مشروط بر این که صحه گذاری های لازم در خصوص دقت و درستی اندازه گیری انجام گرفته باشد.

تعیین مقدار رطوبت

برای تعیین مقدار آب موجود در گاز اکسیژن باید از دستگاه رطوبت سنج بر طبق استاندارد ملی ایران استفاده نمود. رطوبت سنج باید مطابق با دستورالعمل سازنده، کالیبره شده باشد و گواهینامه کالیبراسیون آن در دسترس آزمایش کننده باشد.

ویژگی ظرف اکسیژن طبی

هر ظرفی که برای ذخیره کردن گاز اکسیزن طبی مورد استفاده قرار می گیرد باید با مفاد بند های ذیل مطابقت داشته باشد:

- ویژگی سیلندرهای فولادی تحت فشار مورد استفاده برای ذخیره کردن گاز اکسیژن باید با استاندارد ملی ایران به شماره ۶۷۹۲ سال ۱۳۹۰، مطابقت داشته باشد.

- ویژگی سیلندرهای آلومینیومی تحت فشار مورد استفاده برای ذخیره کردن گاز اکسیژن باید با استاندارد ملی ایران ۱۲۸۶۴مطابقت داشته باشد.

- ویژگی قوطیهای فلزی آئروسلی مورد استفاده برای ذخیره گاز اکسیژن باید با استاندارد ملی‌ایران ۳۱۹۳ سال ۱۳۷۱ مطابقت داشته باشد.

رنگ آمیزی ظرف بسته بندی و نشانه گذاری

رنگ آمیزی

رنگ بدنه سیلندر گاز اکسیژن طبی باید بر طبق استاندارد ملی ایران ۳۰۴سال ۱۳۷۵ به طور کامل به رنگ سفید باشد.

نشانه گذاری

اطلاعات زیر باید به صورت خوانا و پاک نشدنی و به زبان فارسی، در قسمت پایین شانه سیلندر و با قلم مشکی رنگ درشت در ابعاد حداقل ۱۰*۱۵ سانتی متر نوشته شود . رنگ زمینه های بکار رفته در قوطی های فلزی آئروسلی یکبار مصرف نیز باید سفید باشد

- نام گاز (اکسیژن طبی) و فرمول شیمیایی (O_2)
- نام مالک/دارنده سیلندر

برچسب هشداری

هر ظرف گاز باید دارای برچسب هشداری باشد. مشخصات برچسب های هشداری باید با استاندارد ملی ایران۸۲۴۰ سال ۱۳۸۴ مطابقت داشته باشد.

۱- برروی هر برچسب هشداری سیلندر های گاز اکسیژن طبی باید خلوص، حجم، فشار گاز، نام و نشانی تولید کننده، تاریخ تولید و انقضاء قابلیت مصرف نیز نوشته شود.

۲- درخصوص مخازن مایع، باید از برچسب هایی که به صورت 360 درجه، بدنه مخزن را احاطه کند، استفاده شود

روش های شناسایی گاز اکسیژن

روش اول : روش عبور دادن گاز اکسیژن از محلول قلیایی پیروگالول

اصول کار

با عبور اکسیژن از محلول، رنگ آن تغییر یافته و قهوه ای تیره خواهد شد.

روش کار

طرز تهیه محلول قلیایی پیروگالول

0/5 گرم پیروگالول خالص آزمایشگاهی را در 2 میلی لیتر آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده حل کنید. 12 گرم هیدروکسیدپتاسیم را در 8 میلی لیتر آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده حل نمایید. دو محلول را قبل از آزمون مخلوط نمایید.

سپس در یک استوانه شیشه ای 10-15 میلی لیتر محلول پیروگالول ریخته و با آهنگ جریان 1 لیتر بر دقیقه گاز اکسیژن را از آن عبور دهید. گاز اکسیژن جذب محلول پیروگالول شده و رنگ محلول قهوه ای تیره خواهد شد.

روش دوم : شناسایی‌گاز اکسیژن با بررسی افروخته شدن ذغال نیمه افروخته

اصول کار

یک تکه چوب نیمه افروخته در اکسیژن مشتعل می گردد

روش کار

با استفاده از رگولاتور تنظیم فشار نصب شده برروی سیلندر، اجازه دهید جریان ملایمی از گاز اکسیژن (کمتر از یک لیتر بر دقیقه) روی تکه ذغال نیمه افروخته بدمد. این جریان موجب افروخته شدن یا سرخ شدن ملایم تکه چوب نیمه افروخته می شود.

نکته : تشدید آهنگ جریان و یا نزدیک بودن شعله به خروجی گاز ممکن است موجب ایجاد انفجار یا آتش شود بنابراین بهتر است جهت انجام آزمون تدابیر ایمنی لازم در نظر گرفته شود.

روش سوم : شناسائی با استفاده از وسیله اندازه گیری خلوص گاز اکسیژن

از لحاظ ایمنی ، شناسایی گاز اکسیژن با روش اندازه گیری خلوص گاز ، مناسب ترین روش برای تشخیص آن می باشد.

نکات ایمنی برای جابجایی و انبارش سیلندر های گاز اکسیژن

تمـام کارکنانـی کـه سـیلندر های گاز اکسیژن را جابجا نموده و مسئولیت نظارت بر خطوط لوله کشی گاز طبی را به عهـده دارند باید اطلاعات و دانش کافی در خصوص ویژگی ها و خطرات گاز اکسیژن، احتیاط ها و اقدامات ضروری داشته باشند.

استفاده از گاز

هنگام استفاده از گاز الزامات زیر باید به کار گرفته شود:

۱. اتصال سیلندر و خروج گاز

از رابط‌های شیر سیلندر که با یکدیگر همخوان نیستند نباید برای باز و بسته کردن و خروج گاز استفاده شود.

۲. شیر سیلندر

شیر سیلندر باید در تمامی شرایط (سیلندر پر یا خالی) بصورت بسته باشد. مگر اینکه سیلندر در حال استفاده باشد.

- مسیر خروجی گاز هنگام باز کردن شیر سیلندر نباید به سمت کارکنان حاضر در محل باشد.

- پس از پایان کار، شیر سیلندر باید بسته شود.

- شـیر سیلندر باید به آرامی باز شود و به منظور باز و بسته نمودن شیر سیلندر هرگز نباید نیروی اضافی به آن اعمال شود.

- در شیرهایی که دارای فلکه دستی هستند، نباید از آچار، چکش یا دیگر ابزارها به منظور باز و بسته نمودن شیر استفاده شود.

- در صورتی که عملکرد شیر مشکل داشته باشد، سیلندر باید به کارخانه تولید گاز ارجاع داده شود.

- هرگز جهت روان سازی شیر سیلندر نباید از مواد روغنی استفاده شود.

- سیستم لوله کشی، رگولاتورها و دیگر لوازم به منظور جلوگیری از نشت، باید نسبت به گاز اکسیژن مقاوم و محکم باشد. محکم بودن اتصالات را می توان با استفاده از یک محلول مناسب آزمون نشت و یا دستگاه مناسب تشخیص نشت، تایید نمود. هرگاه اتصالات سیلندر برای اولین بار نصب می‌شوند، باید آزمون نشت انجام گیرد.

* هشدار: هنگامی که سیستم تحت فشار است، هرگز اتصالات را محکم نکنید. از نشت گیری بست‌ها خودداری کرده و هیچگونه فعالیتی بمنظور تعمیر یا سرویس سیستم انجام ندهید.

- به دلیل ممانعت از برگشت جریان هوای محیط یا دیگر آلودگی‌ها به داخل سیلندر، فشار باقیمانده گاز اکسیژن در سیلندر نباید به کمتر از فشار عملیاتی در سیستم یا تا زیر حداقل فشار باقیمانده سیستم برسد. شیر سیلندر باید به منظور حفظ فشار باقیمانده، بسته بماند. حداقل فشار باقیمانده توصیه شده 0/5 تا 2 بار است.

- قبل از جدا کردن رگولاتور از سیلندر، شیر سیلندر باید بسته باشد و رگولاتور از فشار گاز آزاد گردد.

- هرگونه مواد مورد مصرف که با گازاکسیژن در تماس می باشند باید برای بکارگیری با آن مناسب باشند. شیرها، لوله کشی، اتصالات و رگولاتورها و دیگر تجهیزات مورد استفاده در خدمات اکسیژن باید از جنس مواد سازگار با اکسیژن و مناسب برای نرخ فشار آن باشند.

- از سیلندرهای گاز باید فقط در مکانها دارای تهویه مناسب استفاده شود.

- به منظور جلوگیری از افتادن سیلندرها، تمامی سیلندرهای گاز باید در حین استفاده در محل ،به طور مناسب محکم بسته شوند. (برای مثال با استفاده از زنجیر یا وسایل مهارکننده دیگر مهار شود).

- سیلندر گاز اکسیژن و نیز سایر گازهای شدیداً اکسید کننده (مانند نیتروس اکسید) باید به صورت جداگانه و جدا از سیلندر گازهای قابل اشتعال یا مواد قابل احتراق (بخصوص روغن و گریس)، انبار شوند.

پاک سازی سیستم عرضه گاز اکسیژن

این تجهیزات باید بوسیله مواد سازگار با اکسیژن از روغن‌ها، گریس و دیگر آلودگی‌ها پاکسازی شوند.

غلظت اکسیژن در محیط کار

غلظـت اکسـیژن در محیط کار بغیر از مخازن پرفشار، نباید به بیش از 25 درصد حجمی (V/V) افزایش یابد. باید سیستم هشدار دهنده و آشکارسازی بمنظور تشخیص نشت اکسیژن یا افزایش غلظت آن در نظر گرفته شود. در صورتی که افزایش غلظت بیش از 25 درصد حجمی، مورد شک باشد، اقدامات زیر باید انجام شود.

- جایی که معلوم شود غلظت اکسیژن به بیش از 25 درصد حجمی (V/V) رسیده است و نشت آن غیر قابل کنترل است، باید کارکنان بلافاصله از محوطه خارج شوند.

- هـرگاه لـباس بـا اکسیژن اشباع شده باشد، باید کارکنان از معرض منبع اکسیژن و منابع دارای پتانسیل ایجاد شعله دور شوند و لباسهای آنها از بدنشان خارج گردد.

خفگی با گازهای خنثی

در صـورتی کـه گازهـای خنثی جایگزین اکسیژن که برای حیات ضروریست، گردد می تواند موجب خفگی شود. در محل کـاری کـه میـزان اکسـیژن هـوا بـه کمتر از 19/5 درصد حجمی (V/V) کاهش یافته باشد، باید از ماسک متصل به هوای تنفسی استفاده شود. همه گازها بجز اکسیژن و هوای فشرده خفه کننده هستند.

نگهداری و انبارش

گـاز اکسـیژن جـزو گازهـای تحت فشار بالا (بیش از 100 اتمسفر) و تقویت کننده شعله و احتراق است و در صورت عدم رعایت نکات ایمنی خطرآفرین می باشد.

- سـیلندرهای پـر و خالی گاز اکسیژن باید در مکان های مجزا از هم (برای مثال پارتیشن بندی شده) و دارای تابلو های راهنمای قابل رویت نگهداری و انبار شوند.

- سـیلندرهای پـر و خالـی گـاز اکسـیژن و دیگـر گازهای طبی ، باید در مکان های مجزا از هم (به عنوان مثال پارتیشـن بـندی شـده) و دارای تابلوهای راهنمای قابل رویت مشخص کننده محل سیلندرهای پر و خالی، نگهداری و انبار شوند.

- محیط انبار باید خشک، دارای تهویه مناسب باشد و ساختار آن مقاوم به حریق باشد.

- دمای محوطه انبار نباید به بیش از 65 درجه سلسیوس برسد.

- سـیلندرهای گـاز اکسـیژن نـباید در مکانهای نزدیک به مواد قابل اشتعال نظیر فرآورده های نفتی و یا در معـرض مواد شیمیایی خورنده یا دود زا، انبار شوند. خوردگی می تواند موجب وارد شدن آسیب به ظرف (سیلندر) شده و یا باعث فرورفتگی یا چسبیدن کلاهک محافظ شیر سیلندر، به آن شود.

- در محـل نگهـداری و انبارش سیلندرهای گاز اکسیژن و دیگر گازهای طبی باید تابلوهایی که به راحتی قابل دید باشد، نصب شده و در آن طبقه خطر، نام گاز و نیز علامت «استعمال دخانیات و افروختن شعله و جرقه ممنوع» ، نصب شود.

- سـیلندرهای گـاز بایـد بـه منظور جلوگیری از تأثیرات مواد شیمیایی یا دیگر صدمات مکانیکی نظیر خراش، یا دیگر ساییدگی های سطحی روی سیلندر، در مکانهای حفاظت شده، انبار شوند.

- سـیلندرها نـباید در مکـان‌هایـی که ممکن است اجسام متحرک سنگین به آن اصابت کند یا بر روی آن بیافتد، انبار شوند.

- به مـنظور جلوگیـری از خوردگـی نـباید سیلندرهای گاز به مدت طولانی در معرض رطوبت یا محیط های خـورنده قـرار گیرد. به منظور کاهش خوردگی در پایه سیلندر، سیلندر باید در سطوح پوشش داده شده نظیر بتن یا آسفالت که دارای اندکی شیب به منظور جلوگیری از تجمع آب باشد، نگهداری و انبار گردد.

- هـنگام انـبارش، سـیلندرهای گـاز نـباید طـوری قـرار بگیـرند که موجب مسدود شدن راه های خروجی یا مکانهایی شوند که بطور معمول جهت خروج ایمن افراد در نظر گرفته شده است و از آن استفاده می شود.

- گـرم کـردن محـوطه انـبار باید با روشهای غیر مستقیم ایجاد حرارت باشد و گرم کردن محوطه انبار با شعله یا آتش مستقیم باید ممنوع اعلام شود.

-حمل و نقل کاربران سیلندرهای گاز باید از رعایت اصول چیدمان و حمل و نقل سیلندرهای گاز در وسایل نقلیه اطمینان حاصل کند.

نکات ایمنی برای جابجایی و انبارش ظروف اکسیژن مایع

- تمام کارکنانی که ظروف اکسیژن مایع را جابجا نموده و مسئولیت نظارت بر خطوط لوله کشی گاز طبی را به عهده دارند باید اطلاعات و دانش کافی در خصوص ویژگی ها و خطرات اکسیژن مایع، احتیاط ها و اقدامات ضروری داشته باشند.

- استفاده از گازهنگام استفاده از اکسیژن مایع الزامات زیر باید به کار گرفته شود:

- در هـنگام استفاده و انبارش ، ظروف اکسیژن مایع باید به صورت ایستاده یا وضعیت عمود بر سطح مستقر شوند.

- بـه منظور جابجایی و انتقال ظروف اکسیژن مایع، حتی برای مسافت های کوتاه از چرخ دستی، وسایل چرخدار و یا بالابری که ظرف اکسیژن مایع به درستی در آن جای گیرد ، استفاده کنید.

اتصال ظرف و خروج گاز

- از رابطهای شیر که با یکدیگر همخوان نیستند نباید برای باز و بسته کردن و خروج اکسیژن مایع استفاده شود.

- هرگـز اجـازه ندهـید کـه اکسیژن مایع در قسمتی از سیستم اکسیژن رسانی تجمع یافته و یا ایجاد تله نماید، زیرا موجب قطع شدن سیستم می شود.

- از مناسب بودن ایمنی سیستم های الکتریکی موجود در محل استفاده از اکسیژن مایع اطمینان حاصل کنید.

- هرگز از حرارت مستقیم یا وسایل گرم کننده الکتریکی جهت افزایش دمای ظرف اکسیژن مایع استفاده نکنید.

- هرگـز بـدون کسـب اطلاعـات لازم از عرضه کننده اکسیژن مایع ، اقدامی جهت پر کردن سیلندر های تحت فشار گاز اکسیژن انجام ندهید.

- هرگز اکسیژن مایع را از یک ظرف به ظرف دیگر انتقال ندهید مگر اینکه ظرف اکسیژن مایع طراحی ویژه ای به منظور انتقال مایع داشته باشد.

- بـدون هماهنگـی بـا عرضـه کنـنده ظـرف اکسیژن مایع هیچ گونه اقدامی از طریق تغییر فشار تنظیم شده به منظور افزایش نرخ اکسیژن خروجی انجام ندهید.

- از ظـرف اکسـیژن مایـع فقط به منظور نگهداری اکسیژن مایع استفاده کنید و از ان برای سایر گازها یا سایر مقاصد استفاده نکنید.

شیر ظرف

- شـیرظرف اکسیژن مایع باید در تمامی شرایط (پر یا خالی بودن ظرف) بصورت بسته باشد. مگر اینکه در حال استفاده باشد. پس از پایان کار، شیر ظرف باید بسته شود.

- ظـروف اکسـیژن مایـع باید به گونه ای مستقر شوند که مسیر خروج یا تخلیه اکسیژن مایع هنگام باز کردن شیر ظرف به سمت سایر طروف و مکان های مورد استفاده کارکنان نباشد.

- در صورتی که عملکرد شیر مشکل داشته باشد ظرف را به کارخانه تولید گاز ارجاع دهید.

- هرگز اجازه ندهید که مواد روان کننده، روغن، گریس و سایر مواد قابل اشتعال با شیر ظرف تماس پیدا کند. سیستم لوله کشی، رگولاتورها و دیگر لوازم به منظور جلوگیری از نشت، باید نسبت به اکسیژن مایع مقاوم و محکم باشد. از محکم بودن اتصالات، با استفاده از یک محلول مناسب برای آزمون نشت و یا دستگاه مناسب تشخیص نشت، اطمینان حاصل نمائید. هرگاه ظرفی برای اولین بار نصب می‌شود، باید آزمون نشت انجام گیرد.

* هشدار: هنگامی که سیستم تحت فشار است، هرگز اتصالات را محکم نکنید. از نشت گیری بستها خودداری کرده و هیچگونه فعالیتی بمنظور تعمیر یا سرویس سیستم انجام ندهید.

- قبل از اتصال ظرف اکسیژن مایع به منظور استفاده از آن، از عدم برگشت جریان مایع اطمینان حاصل کنید.

- قبل از جدا کردن ظرف اکسیژن مایع، شیر آن باید بسته باشد.

- هرگونه مواد مورد مصرف که با گاز اکسیژن در تماس می باشند باید برای بکارگیری با آن مناسب باشند. شیرها، لوله کشی، اتصالات و رگولاتورها و دیگر تجهیزات مورد استفاده در خدمات اکسیژن باید از جنس مواد سازگار با اکسیژن و مناسب برای نرخ فشار آن باشند.

انبارش

ظروف اکسیژن مایع و نیز سایر گازهای شدید اکسیدکننده (مانند نیتروس اکسید) باید به صورت جداگانه و جدا از سایر سیلنر های قابل اشتعال یا مواد قابل احتراق (بخصوص روغن و گریس) انبار شوند.

اصول کار و مبانی دستگاههای تولید اکسیژن طبی

۱- آشنایی با سیستمهای متداول اکسیژن رسانی به بیمار

سیستم اکسیژن کپسولی

این سیستم شامل یک کپسول و مانومتر و مرطوب کننده و ماسک اکسیژن می‌باشد جزء متداولترین سیستم‌ها می‌باشد. این روش بخاطر فشار بالا (۱۶۰ اتمسفر) و افت ناگهانی آن جهت مصرف به ۱۲ اتمسفر و پایین‌تر و همچنین مشکلات پر کردن کپسول و کنترل کپسول‌ها، انتقال آن،اطمینان از موجود بودن، گرانی و همچنین مشکلات انبارداری، مانومتر و مربوط کننده و انواع رنگهای مختلف کپسولها که با گازهای مختلف می‌تواند اشتباه گرفته شود و در نهایت کوتاه بودن عمر مفید آنها، تقریباً از رده خارج شده است.

سیستم تجمیع کپسول و انتقال اکسیژن توسط لوله‌کشی

این سیستم شامل تجمیع کپسولهای مختلف در یک محیط خارج از مصرف و نصب کپسول‌ها با رگولاتورهای مختلف و فشارشکن می‌باشد این روش نیز همان مشکلات سیستم اکسیژن کپسولی را داشته علاوه بر آن انفجار کپسول نیز در حد وسیع وجود دارد تنها مزیت آن کاهش کارگزار و انتقال توسط لوله است.

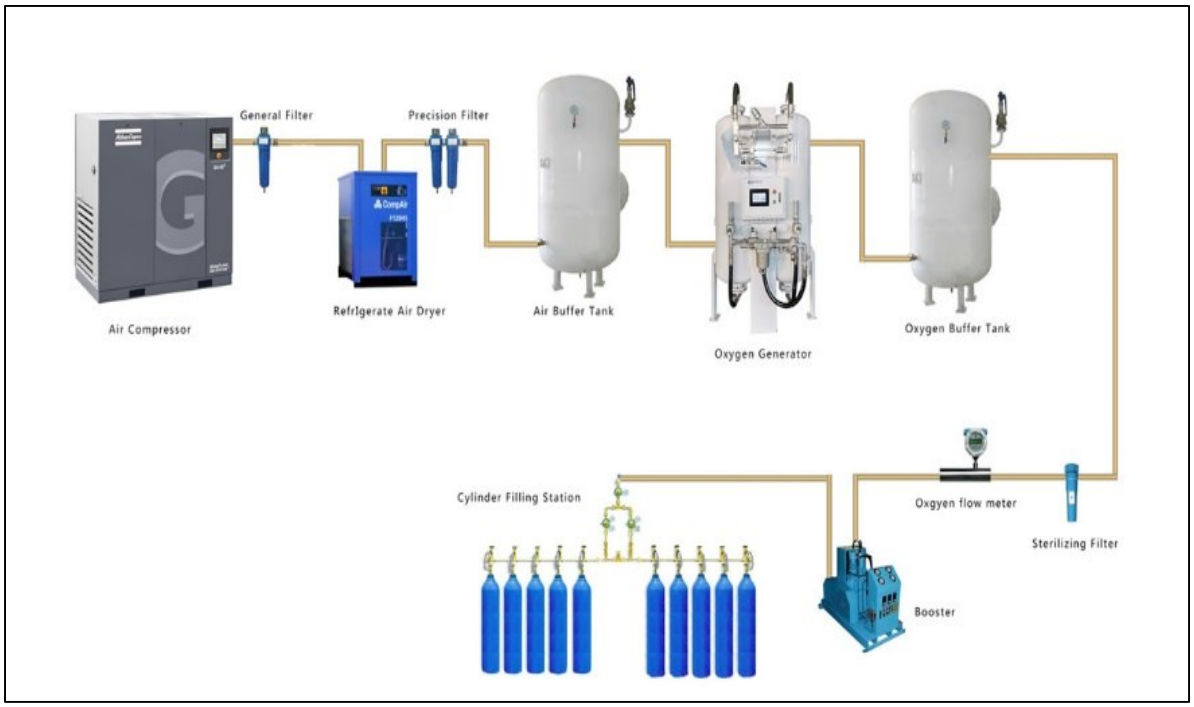
سیستم اکسیژن تانکی و ذخیره جایگزین

اکسیژن تولید شده توسط مخزن سردسازی شده به مخزن مورد مصرف بیمارستان تزریق می‌شود. حالت دو تانکی ،عدم مشکلات رگولاتور، احتمال پایین خطر انفجار و انتقال اکسیژن توسط لوله‌کشی به محل مصرف، از مزایای این روش می‌باشد. این سیستم نیز مشکلات دیگری را داراست.

سیستم تولید در محل با تکنولوژی PSA

سیستم تولید اکسیژن در محل با تکنولوژی PSA توسط لوله‌کشی آن با لوله‌های مسی یا برنجی بدون درز با کنترل حداکثر ۲۰ فوت در مصرف بصورت ثابت در لوله‌ها و با حداقل فشار ۱۵ اتمسفر در ورودی اتاقها با توان توزیع حجم‌های مختلف با قوانین مهندسی بطور محلی طراحی می‌شود. وجود شیرهای مختلف در نقاط مختلف تقسیم از ابتدای خروجی ، ابتدای بخشها،ابتدای اتاقها و ابتدای مصرف بیمار موردنیاز است.از نکات مهم، کنترل لوله‌ها از نظر تعریق و آزادی آنها در مسیر و رنگ زدن مختلف آنها به منظور جداسازی، به طور مثال اکسیژن به رنگ سبز N_2O[1]به رنگ آبی و هوای فشرده به رنگ سفید و وکیوم به رنگ زرد مشخص می شود.یک مشکل عمده در سیستم خرابی خروجی‌های آن در اتاقی است که اغلب نشتی بوجود می‌آید. ورود مواد آلوده کننده به وکیوم و U شکل بودن لوله‌ها بعداً منجر به تولید صدا بخاطر سیفونی شدن آنها خواهد بود. در این سیستم جهت تولید اکسیژن ترکیبی بنام زئولیت نقش اصلی را به عهده دارد.

1 – N_2O ، اکسید نیتروژن ، گاز مخصوص بیهوشی که همراه اکسیژن استفاده می شود.



شکل ۳- سیستم تولید در محل با تکنولوژی PSA

۲- دستگاه های مختلف تولید اکسیژن با تکنولوژی‌های مختلف

Life style

کوچکترین سیستم مولد اکسیژن پرتابل با بهره‌گیری از تکنولوژی O.C.D [۲] استفاده از اکسیژن طبی را در هر مرحله موردنیاز برای فرد تأمین می‌کند با برق و باطری اتومبیل کار می‌کند و یک سیستم کوچک تولید اکسیژن با PSA و تکنولوژی OCD می‌باشد.

Dr. Oxygen

این دستگاه با استفاده از ترکیب شیمیایی سه ماده شامل آب به میزان یک لیتر ، پودر پرهیدروکسید کربنات سدیم و با کاتالیزوری دی اکسید منگنز فعال می‌شود و اکسیژن در فرصت زمانی ۵ دقیقه به خلوص ۹۹٪ می‌رسد. میزان تولید ۱۰ تا ۱۲ لیتر برای دو ساعت بوده که برای مواقع اضطراری و بدون برق در صحرا و کوه‌نوردی و یا دورترین مکانها بهترین امکان تولید اکسیژن تا رسیدن به محل امکانات بیشتر را، فراهم میکند.

---

[۲] - Oxygen conserving device صرفه‌جوئی در مصرف اکسیژن با فشار خلاء ناشی از مکش بیمار

Impulse select[3] **(انتخاب سیستم OCD یا مصرف مداوم اکسیژن)**

با این تکنولوژی همزمانی مصرف کمتر و موردنیاز و دائم امکان‌پذیر است و قابلیت وصل به دستگاههای مختلف را امکان‌پذیر می‌کند. علائم نشان دهنده میزان اکسیژن تولیدی- خروجی و تنظیم آنها و علائم هشدار دهنده عدم مصرف اکسیژن توسط بیمار نیز در آن تعبیه شده است.

Reliant-new life[4]

دستگاه تولید اکسیژن یک اتاقه جهت مصرف یک یا دو نفر و دستگاههای ونیتلاتور و بیهوشی با امکانات وکیوم ساکشن و بخور و هوای فشرده با برق ۲۲۰ ولت کمپرسوری با توانهای مختلف ۷۰۰-۳۵۰ وات با خلوص اکسیژن ۳±۹۵٪ در تمام ۲۴ ساعت و تولید N_2 ، موردنیاز تولید کشورهای پیشرفته می‌باشد دارای جریان سنج اکسیژن مرطوب کننده مجهز به هوشمندهای مختلف از جمله خلوص فشار و جریان برق مجهز به زمان سنج با کارکرد بدون صدا و امکانات دیگر که بعداً اضافه می‌شود.

AIR Sep[5]

دستگاه تولید اکسیژن کامل بیمارستانی با امکانات کامل ذخیره و پر کردن با سیستم لوله‌کشی هوای فشرده و خلاء ساکشن و تولید اکسیژن با ظرفیت‌های مختلف تمام مانتیورینگ هوشمند از نظر خلوص فشار و برق و اتصال کپسولی اضطراری با گارانتی و خدمات پس از فروش با استفاده از تکنولوژی PSA مونتاژ داخلی و خارجی با برگشت سرمایه در دو سه سال مصرف اولیه با استفاده از زئولیت می‌باشد.

۳- زئولیت ها[6]

کانی زئولیت برای اولین بار توسط بارون فردریک کانستد سوئدی در سال ۱۷۵۶ میلادی کشف گردید وی موقع آزمایش با یک کریستال معدنی متوجه شد که در اثر حرارت دادن از ساختمان این ترکیب بخارات آب خارج می‌شود به آن علت نام زئولیت که ترکیبی از دو کلمه Zeo (جوشان و Lithos (سنگ) که از واژه‌های یونانی گرفته شده است انتخاب نموده است.

---

[3] **- انتخاب سیستم OCD یا مداوم با تغییر وضعیت به انتخاب نیاز بیمار**

[4] **-دستگاه تولید اکسیژن پرتابل با سیستم PSA خانگی و اتاق عملی و بخشی**

[5] **- سایت مرکزی اکسیژن جداسازی از هوا با تکنولوژی PSA در وسعت بیمارستانی**

[6] **- Zeolite**

به طور خلاصه زئولیت‌ها، بلورهای آلومینوسیلیکات عناصر گروه IA و IIA هستند. فرمول شیمیایی این ترکیبات به صورت $M_{2/n}O.Al_2O_3.YSiO_2.WH_2O$ میباشد که در آن $Y\geq 2$، M کاتیون و n ظرفیت کاتیون و W نشان دهنده ملکولهای آب می‌باشد. فرمول ساختار زئولیت براساس سلول واحد بلوری آن به صورت $M_{x/n}[[AlO_2]_x[SiO_2]_y]\ wH_2O$ بیان می‌شود که x و y تعداد کل چهار وجهی‌های موجود در سلول واحد را نشان می‌دهد.

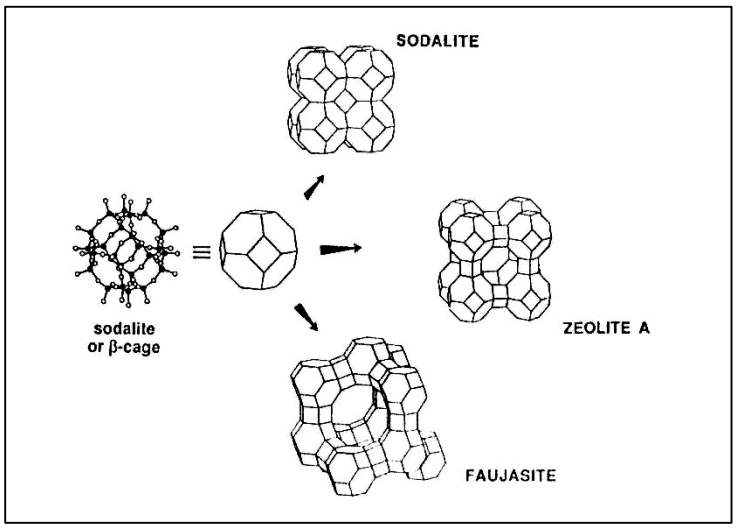
بطور کلی سه عامل در کاربرد تجارتی و صنعتی زئولیت ها مهم می باشد که عبارتند از : شیمی ساختمانی، فراوانی و قابلیت دسترسی و ارزش اقتصادی .

زئولیت‌ها را برمبنای واحد ساختمانی به سه نوع اولیه، ثانویه و پلی هدرال طبقه‌بندی می‌کنند.

واحدهای ساختمانی اولیه باارایش‌های گوناگون دراشکال هندسی متفاوتی کنار هم قرار گرفته واحدهای ساختمانی ثانویه را تشکیل می‌دهند.

اگر چند واحد ثانویه کنار هم قرار گیرند اشکال فضایی متنوعی بنام پلی هدرال تشکیل می‌دهند که از ترکیب چند پلی هدرال بلورهای زئولیتی تشکیل می‌شوند. نحوه قرار گرفتن و شکل پلی هدرال سبب ایجاد کانالهایی در درون شبکه بلور زئولیت می‌شود که ساختمان کریستال زئولیت در قطر این کانالها و ارتباط میان آنها موثر است.

به عنوان مثال β-cage به عنوان یک واحد ساختمانی ثانویه می‌تواند با اتصالات گوناگون زئولیت‌های گوناگون [zeolite A، Sodalite و Faujasite] بوجود آورد.



شکل ۴- ساختمان β-cage که واحد اصلی ساختمان زئولیت های A و Faujasite و Sodalite می باشد.

زئولیت ها به عنوان جدا کننده گازها

بر اساس خواص جذب سطحی و غربال مولکولی زئولیتها ، مولکولهای متفاوت ثابتهای تعادلی متفاوتی برای جذب و ضرایب نفوذ متفاوتی در داخل حفره های زئولیتی دارند. زئولیت ها بدلیل داشتن ساختمان حفره های غربال مولکولی و جدا کردن گازها کاربرد گسترده ای دارد .

عوامل موثر در نفوذ مولکول ها به اسکلت زئولیت عبارتند از:

- اندازه و شکل دریچه‌های ورودی کانالها و حفرات زئولیت

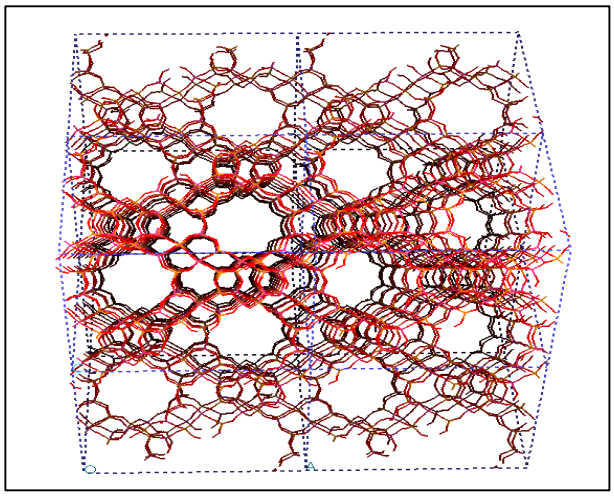
- اندازه و شکل مولکولهای مهمان

- تعداد، محل و اندازه کاتیونهای قابل تعویض

- وجود یا عدم وجود نقص در ساختار کریستالی که معمولاً در اثر جابجاشدگی توده ماده و بسته شدن یا باریک شدن بعضی از راههای نفوذ به شبکه اتفاق می‌افتد.

- حضور یا عدم حضور مولکولهای مهمان دیگر که قویاً بوسیله شبکه نگهداری می‌شوند مانند آب، آمونیاک و نمکها که در فرایند جذب موثرند.

زئولیت ها دارای سطحی به وسعت چند صد متر مربع به ازای هر گرم برای جذب سطحی می باشند و برخی از زئولیت ها قادر به جذب، تا 30% وزن خشک خودشان می باشند . علاوه بر توانایی زئولیت ها در جداسازی مولکولها، توزیع نا متعادل بار در فضای خالی زئولیت آبگیری شده بدلیل حضور کاتیونها و یا گروههای هیدروکسیلی و نیز به دلیل جانشینی Al به جای Si در شبکه باعث جذب سطحی بسیاری از عناصر یا ترکیبات بصورت انتخابی در اثر ایجاد گشتاور دو قطبی دائمی میگردد . بنابراین مولکولهای قطبی مانند H_2S , CO_2 , SO_2 , H_2O به مراتب بهتر از مولکولهای غیر قطبی جذب می گردند . از این خاصیت در خالص سازی گاز طبیعی استفاده می شود . از زئولیت ها همچنین میتوان در تولید اکسیژن استفاده نمود . گاز نیتروژن با تشکیل گشتاور چهار قطبی ضعیف بصورت انتخابی از هوا توسط زئولیت جذب می شود و طی فرایند ساده ای می توان گاز نیتروژن با درصد خلوص بیشتر از 99% تهیه نمود . گاز خروجی از ستونهای جاذب، غنی از اکسیژن خواهد بود.



شکل ۵- یک مدل شبیه سازی شده زئولیت

۴- آشنایی با سیستم PSA اکسیژن طبی در محل مصرف

سیستم‌های تولید اکسیژن PSA برای بیمارستانها و مراکز درمانی این امکان را فراهم می‌سازد که بدون وابستگی به اکسیژن کپسولی یا مایع بتواند در محل مصرف اکسیژن تولید کنند و نگران قیمت یا تحویل نامنظم اکسیژن نباشند مزایای این سیستم عبارت است از ایمنی، هزینه‌های نازل، پرسنل کمتر و اطمینان کامل به منبع دائمی اکسیژن و بازگشت سرمایه در کمتر از سه سال و تولید کامل در موقع حداکثر مصرف پیک، بدون خطر.

همانطور می‌دانید هوا شامل ۲۱٪ اکسیژن ۷۸٪ ازت و ۱٪ گازهای دیگر می‌باشد. دستگاه، اکسیژن را تحت فرآیندی بنام جذب تحت فشار PSA از هوا جدا می‌سازد و در این فرآیند و با بکارگیری بستری از غربال مولکولی از جنس زئولیت سنتزی، ازت و ناخالصی‌های دیگر را در فشار بالا از هوا جذب و در فشار پایین آزاد می‌کند. در مولد PSA برای جذب سطحی دائمی ازت و ناخالصی دیگر دو بسترغربال مولکولی، ازت را جذب و اکسیژن را از خود رد می‌کند قبل از اینکه بستر مولکولی اول از ازت اشباع شود هوای ورودی به بستر مولکولی دوم وارد و در طی این مدت بستر مولکولی دوم اکسیژن تولید می‌کند و در همان زمان بستر مولکولی اول در اثر کاهش فشار از ازت تخلیه و با اکسیژن پالایش شده به حالت اولیه برمی‌گردد این سیکل بطور مداوم تکرار می‌شود تا اینکه اکسیژن با خلوص ۹۵/۵٪ در فشار ۶۰ PSIG[۷] ، بدست آید این اکسیژن مناسب برای هرگونه

---

[۷] – PSIG (واحد فشار) حداکثر جریان تولیدی در دستگاههای AIR Sep

مصرف پزشکی است و همیشه مطابق یا بالاتر از استاندارد USP[۸] می‌باشد ماده غربال مولکولی کاملاً قابل احیاء و در شرایط کاربرد صحیح دارای طول عمر طولانی است.

۵- بلوک دیاگرام و اجزاء تشکیل دهنده دستگاه اکسیژن ساز با تکنولوژی PSA

براساس تکنولوژی PSA دستگاه باید طوری طراحی شود که امکان ایجاد فشار مثبت و منفی در آن اجراء شود به همین جهت باید هوای فشرده، خشک، با خروجی غیرنوسانی و با غلظت بالا با هشدار دهنده‌های مانتیورینگ مطمئن ایجاد شود. دستگاه بر اساس تکنولوژی فوق شامل بخشهای زیر است:

کمپرسور هوای فشرده

وظیفه این قسمت از دستگاه گرفتن هوای محیط و فشرده کردن آن جهت تأمین هوای موردنیاز است که دارای دو خروجی می‌تواند باشد:

الف) جهت تهیه اکسیژن

ب) جهت تهیه هوای فشرده در اتاقهای عمل. براساس شرایط محیطی محل نصب کمپرسور متغیر بوده و با توجه به پنوماتیک بودن تجهیزات مطابقت FAD[۹] ، کمپرسور با این هوای موردنیاز از اهمیت زیادی برخوردار است.

فاکتورهای مهم محاسبه عبارتند از:

الف) ارتفاع از سطح دریا ب) بالاترین دمای ممکن ج) ضریب نشتی و بازدهی کمپرسور

د) ضریب سایکومتریک[۱۰] جغرافیائی با محاسبه این چهار مورد ضریبی بدست می‌آید که انتخاب کمپرسور در مناطق مخلتف و شرایط آن به این ضرایب بستگی دارد.

خشک کن[۱۱]

---

[۸] – USP استاندار فارماکولوژی آمریکا

[۹] – Free AIR Delivery

[۱۰] – سایکومتریک جغرافیایی

[۱۱] – Dryer خشک کن

بخاطر خاصیت رطوبت‌گیری قوی زئولیت ها، در صورت ترکیب با آب یک واکنش شیمیائی گرمازا ایجاد می‌کند که با تغییر در خاصیت زئولیت ها، سبب پایین آمدن خلوص اکسیژن و کاهش عمر مفید دستگاه خواهد شد لذا محاسبه و نوع انتخاب خشک کن به چهار عامل زیربستگی دارد.

الف) نقطه شبنم دستگاه[۱۲] ب) بیشترین[۱۳] دمای محیط

ج) دمای هوای فشرده[۱۴] د) فشار کارکرد[۱۵]

از نکات جالب آن تعبیه المنت حرارتی با درجه‌های مختلف هوائی و هوای فشرده مورد نظر است بدان جهت در تابستان و زمستان تنظیم این المنت و کنترل هوای محیط و هوای فشرده متغیر خواهد بود.

سیستم فیلتراسیون

فیلترهای دستگاه باید مطابق با استاندارد ISO 8573/1 [۱۶] بتواند هوای طبی مورد نیاز ژنراتور را از نظر میکروبی هم در ورودی و هم خروجی و با توجه به شرایط محیطی محاسبه و با ضریب اطمینان بالا انتخاب و نصب گردد . فیلترها باید دارای Economizer[۱۷] باشند که طول عمر واقعی المنت فیلتر را نشان داده و در صورت تمام شدن عمر مفید گیج[۱۸] همراه با الارم به کاربر هشدار دهد تا المنت را تعویض کنند.

تانک نوسان گیر هوای فشرده

با توجه به نوسانات هوای فشرده و جریان الکتریکی و همچنین ضرورت ذخیره‌سازی اکسیژن پس از تهیه و استفاده از رگولاتورها و واگنرهای[۱۹] تثبیت فشار و شیرهای کنترل شده فشار، محاسبه مختصات این تانک براساس فشار موردنیاز از نظر جنس و ضخامت ورق آن مهم است.

سیستم تغلیظ اکسیژن

---

[۱۲] **–Dew point نقطهٔ عرق دستگاه**

[۱۳] **- max ambient temp**

[۱۴] **- max inlet temp**

[۱۵] **- working pressure**

[۱۶] **– استاندارد فیلترهای میکروبی**

[۱۷] **– طول عمر مفید**

[۱۸] **– Gage عقبی نمایشگر**

[۱۹] **– wagner ثابت کننده فشار**

مهمترین بخش دستگاه بوده که شامل دو ستون استوانه‌ای است که داخل آن با ماده غربال مولکولی زئولیت پر شده است .محیط‌های فوقانی دارای فشار مثبت و محیط تحتانی دارای فشار منفی جهت ذخیره موقت اکسیژن و نیتروژن بوده و بهتر است که دائماً تحت کنترل هوشمند، دمای آن ثابت و خشک کردن آن ادامه داشته باشد و قسمت مهم‌تر آن سیستم شیرهای برقی با فرکانس ثابت برق که با سیکل مثبت یک طرف فشرده و طرف بعدی وکیوم و در سیکل منفی آن طرف دوم فشرده و طرف اول وکیوم شود و جهت خروجی ازت می‌توان آن را تخلیه یا جهت استفاده در کپسول و لوله‌های مصرف بجای هوای فشرده و مصارف دیگر پزشکی استفاده نمود.

تانک نوسان‌گیر اکسیژن

بعد از تهیه اکسیژن توسط غربال مولکولی و جذب سطحی زئولیت باید آنرا فشرده و در تانکی ذخیره کرد. کنترل نوسان اکسیژن در تانک و خروجی آن و کنترل نوسانات در لوله‌های انتقال و ولوها[۲۰] و گیج‌های مختلف، ضروریست و محاسبه جنس و ظرفیت آن و ضخامت ورق آن بسیار مهم بوده و باید با فشار موردنیاز مطابق داشته باشد و همچنین توسط واگنرها و رگولاتورهای مختلف کنترل شود.

سیستم مانتیورینگ

این سیستم نشانگرها و کنترلرهای مختلف را شامل می‌گردد از جمله:

الف) خلوص اکسیژن[۲۱]، ۹۹-۹۰ درصد ب) فشار ورودی ۱۴۰ اتمسفر[۲۲] و خروجی ۴ اتمسفر

ج) شار خروجی[۲۳] اکسیژن در این سنسورها انواع مختلف صوتی، نوری و گیجی خواهد بود. سیستم مانیتورینگ اکسیژن با تکنولوژی پارامگنتیک[۲۴] (بدون نیاز به سنسور اکسیژن) جزء استاندارد هر یک از دستگاههای پزشکی AIR Sep است و از نظر دقت کنترل و قاطعیت اطمینان بی‌رقیب است.

سیستم دوپلکس[۲۵]

---

[۲۰] – شیرهای کنترل برقی

[۲۱] – Sensor- purity حساسگر خلوص

[۲۲] – کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب Kg/cm3

[۲۳] - Flow sensor

[۲۴] - paramagnetic

[۲۵] – سیستم تطبیق جوی

مقاوم در برابر عوامل جوی قابل تحویل است و براساس تغییرات هوای جوی سرما و گرما و رطوبت قابل برنامه‌ریزی بوده و تغییرات لازم در دستگاه بصورت الکترونیکی خواهد بود و می‌توان اکسیژن تولیدی را به دو سیستم مصرف کاملاً مستقل متصل نمود تا دارای پشتیبانی در مواقع اضطراری باشد و جایگزین وصل کپسول و تزریق اکسیژن به مسیر لوله‌کشی باشد.

سیستم کپسول پرکنی

به منظور تولید اکسیژن برای فروش و مصرف در محلهای دیگر و همچنین برای پشتیبانی خود دستگاه در موارد اضطراری می‌تواند امکانات فشرده‌سازی اکسیژن و پرکنی کپسول تا فشار PSI ۳۰۰۰ را تأمین کند و بصورت اتوماتیک در صورت افت خلوص و فشار مسیر مصرف، به کپسولهای پشتیبان وصل شود.

۶- سرویس و تعمیرات لازم دوره‌ای

سرویس‌های دوره‌ای ۶ ماه یکبار جهت فصول گرم و سرد و شامل کنترل‌های زیر است.

- کنترل روغن و عملکرد کمپرسور هوای ورودی و کمپرسورهای کپسول پرکنی و کمپرسورهای انتقال در مسیر

- کنترل فیلترهای هوا ورودی و خروجی

- کنترل رگولاتورها، فشارشکن‌ها و تراپمای تانک ها و گیج ها

- کنترل عملکرد شیر های کنترل و یکسویه بودن آنها و خلوص سنج اکسیژن

- کنترل رطوبت و خشکی زئولیت با تست حرارت تانک‌ها و احیائ زئولیت در صورت نیاز

- کنترل المنت هوای ورودی و فشرده به تانک‌های زئولیت و تنظیم آنها جهت تابستان و زمستان

- کنترل تانک‌های مختلف هوای فشرده، اکسیژن خروجی، ازت تولیدی و وکیوم خلاء

- کنترل سیستم مانتیورینگ از نظر درصد فشار، آژیر، خطر نوری- صوتی و اتوماتیک بودن آنها

- کنترل لوله‌های انتقال و مبارزه با تعریق آنها در لوله‌های U شکل آنها و تخلیه مایعات آنها

کپسول های اکسیژن

ظروف محتوی گازها به سیلندر گاز یا کپسول گاز مشهور می باشند. سیلندر ها از لحاظ ساختار دو دسته می‌باشند.

۱- سیلندر های یکپارچه (بدون درز)

این سیلندرها از یک قطعه ورق یک تکه تهیه شده و هیچ گونه جوش و برشی در بدنه آن ها مشاهده نمی شود. به دلیل یکپارچه بودن این سیلندرها بسته به گنجایش ، قابلیت تحمل فشار کاری تا ۲۰۰ بار و فشار تست تا ۳۰۰ بار را دارا می باشند.

از این سیلندرها معمولا برای ترکیباتی که در حالت طبیعی گاز می باشند و فشار بالایی دارند (هیدروژن، اکسیژن، آرگون، هلیوم، نیتروژن، متان، کربن مونو اکسید و ...) استفاده می‌شود

این سیلندرها در حجم های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۵۰ لیتری موجود می باشند.

شایان ذکر است، سیلندر های ۵۰ لیتری دارای فشار کاری ۲۰۰ بار و فشار تست ۳۰۰ بار می باشند و مابقی سیلندرها دارای فشار کاری ۱۵۰ بار و فشار تست ۲۵۰ بار هستند.

۲- سیلندرهای دو پارچه (درزدار)

این سیلندرها از دو قطعه فلزی تهیه شده اند (برخی از سیلندرهای درزدار بیشتر از دو قطعه می‌باشند) و در بدنه دارای جوش و برش می باشند و به خاطر این ویژگی قابلیت تحمل فشار بالا را ندارند. از این سیلندرها برای گازهای مایع شونده که فشار بالایی ندارند مثل هیدروکربن های سنگین، دی اکسید کربن ، دی اکسید گوگرد و فریون ها استفاده می شود.

توجه : گازهای مایع شونده، قابلیت شارژ در سیلندرهای یکپارچه را هم دارند و برخی از این گاز ها مثل پروپان، دی اکسید کربن و دی اکسید گوگرد در این سیلندرها شارژ می شوند، اما عکس این قضیه صادق نمی باشد و نمی توان گازهایی که فشار بالایی دارند را در سیلندرهای درزدار شارژ کرد.

•سیلندرها از لحاظ فلز به کار رفته در فرآیند ساختشان به سه دسته تقسیم می شوند.

۱- سیلندرهای کربن استیل : این سیلندرها بسیار پرکاربرد می باشند و برای گازهای اینرت (بی اثر) همانند و واکنش ناپذیر هلیوم و آرگون مورد استفاده قرار می گیرند و دارای قیمت مناسب می باشند.

۲- سیلندرهای آلومینیوم : مهمترین ویژگی سیلندرهای آلومینیوم سبک بودن آن هاست که موجب استفاده گسترده ی آن ها بعنوان سیلندرهای پرتابل (قابل حمل) بخصوص در حجم های پایین شده است.

این سیلندرها پایداری بالاتری نسبت به سیلندر های کربن استیل دارند و زنگ زدگی در آن ها مطرح نیست.

۳- سیلندرهای استینلس استیل (S.S): این سیلندرها مخصوص گازهای است که دارای خورندگی و واکنش پذیری بالا می باشند، است.

اجزا تشکیل دهنده سیلندر

۱- بدنه سیلندر (تنه سیلندر و گلوئی)

اطلاعات حک شده بر روی گلویی سیلندر شامل:

الف. شماره سیلندر

ب. سال ساخت سیلندر بر اساس سال و ماه میلادی

پ. کمپانی و کشور تولید کننده ی سیلندر

ت. فشار کاری سیلندر W.P (work pressure)

ث. فشار تست سیلندر T.P (Test pressure)

ج. تاریخ تست هیدروستاتیک (در صورت قدیمی بودن سیلندر) بر اساس سال میلادی و نام کمپانی انجام دهنده

۲- کلاهک سیلندر گاز یا کپسول گاز

کلاهک نقش بسیار مهمی در حفاظت از شیر سیلندر و در نتیجه جلوگیری از خطرات احتمالی ایفا می کند و از الزامات مهم در جهت جابجائی و حمل نقل سیلندرها، داشتن کلاهک می باشد .

۳- شیر سیلندر گاز

سیلندرها بر اساس گازی که در بر می گیرند دارای شیر راست گرد و یا شیر چپ گرد می باشند.

شیر راست گرد : (Right Handed) این شیرها مخصوص گازهای اینرت و خنثی می باشد.

شیر چپ گرد : (Left Handed) این شیر مخصوص گازهای آتش زا و خطرناک می باشد

مانومتر اکسیژن

مانومتر اکسیژن یا به اختصار مانومتر از قسمت های مختلف تشکیل شده است که وظیفه تنظیم جریان گاز اکسیژن و مرطوب ساختن آن برای بیمار را دارد. اگر فلومتر با فشار شکن و گیج همراه باشد به این مجموعه مانومتر گفته میشود و اگر بدون گیج و فشار شکن باشد به آن فلومتر اطلاق میشود. زمانی از فلومتر به صورت تکی استفاده میشود که فشار اکسیژن ورودی به آن توسط فشار شکن ها کم شده باشد، برای مثال فلومتر توسط آداپتور اکسیژن به آتلت اکسیژن بر روی کنسول دیواری متصل میشود و اکسیژن مورد نیاز بیمار را تامین میکند، در اینجا از فلومتر تنها استفاده میشود چرا که آتلت ها از اکسیژن ساز و خط اصلی بیمارستان تغذیه میشوند جاییکه فشار ورودی اکسیژن متعادل و در حدود ۵-۸ بار است.

حال اگر از سیلندر اکسیژن (کپسول اکسیژن) به عنوان منبع تغذیه اکسیژن استفاده شود، به دلیل فشار بالای این سیلندرها (در حدود ۱۲۰ بار) باید از مانومتر استفاده گردد تا در ابتدا فشار اکسیژن توسط فشار شکن متعادل و کم شده، سپس جهت تنظیم دقیق مطابق با تجویز پزشک به فلومتر وارد گردد. همراه فشار شکن در مانومتر، یک گیج نیز وجود دارد که فشار خروجی از فشار شکن را نشان میدهد.

همانطور که پیشتر نیز اشاره شد، وظیفه فلومتر تنظیم دقیق نرخ اکسیژن در زمان به بیمار است. میزان مصرف اکسیژن بیمار بر حسب لیتر بر دقیقه (L/min) توسط پزشک تجویز میشود و فلومتراکسیژن میزان این جریان را بر حسب L/min تنظیم میکند. میزان دقت فلومترها بسته به کاربرد آنها برای نوزادان و یا بیماران حاد تنفسی متفاوت است.

استنشاق اکسیژن بدون رطوبت در نرخ های بالا که توسط ماسک اکسیژن برای بیمار تامین میشود، میتواند مجرای تنفسی را خشک کرده و به آن آسیب برساند، از این رو مانومترها یا فلومترها معمولا مجهز به یک لیوان مرطوب کننده هستند تا اکسیژن را قبل از ورود به مجرای تنفسی بیمار مرطوب نمایند. درون این لیوان آب مقطر ریخته شده و اکسیژن در تماس با آن مرطوب شده و سپس از فلومتر خارج و وارد مجرای تنفسی بیمار میگردد.

مرطوب سازی اکسیژن در نرخ های پایین که از نازل اکسیژن به جای ماسک استفاده میشود ضرورت چندانی ندارد، چرا که هوای درون اتاق به اندازه کافی تنفس میشود و رطوبت مورد نیاز را برای مجرای تنفسی تامین میکند.

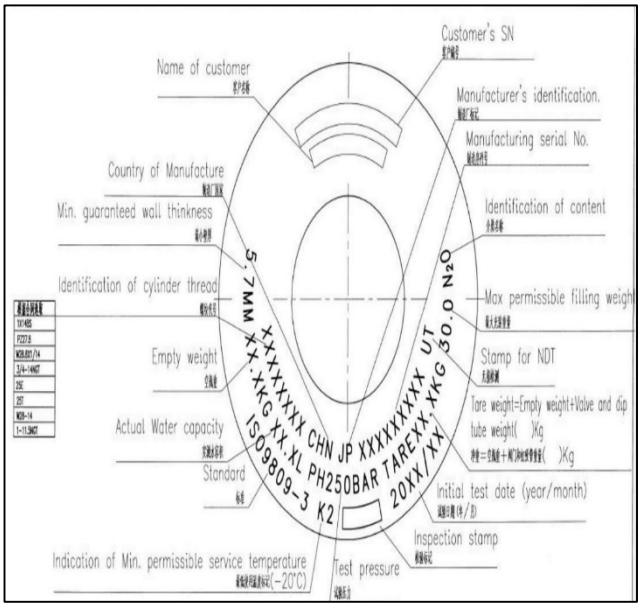
نحوه کار با مانومتر و فلومتر بسیار ساده است و اپراتور میتواند با استفاده از شیرهای فشار شکن و فلومتر (ولوم ها) و با توجه به گیج و لوله مدرج، میزان فشار ورودی به فلومتر و در نهایت جریان اکسیژن بر حسب لیتر بر دقیقه را تنظیم نماید.

شکل ۶- مانومتر

کپسول های اکسیژن پزشکی در دو جنس آلومینیومی و فولادی از چین و برخی کشورهای اروپایی وارد ایران می شوند . کپسول های اکسیژن آلومینیومی در ظرفیت های ۲ لیتری، ۵ لیتری و ۱۰ لیتری وجود دارد و رنگ بدنه کپسول نقره ای فلزی است .کپسول های اکسیژن فولادی نیز در ظرفیت های ۲ لیتری، ۵ لیتری، ۱۰ لیتری، ۲۰ لیتری و ۴۰ لیتری هستند و رنگ کپسول های ۵ لیتری، ۱۰ لیتری و ۲۰ لیتری فولادی اکسیژن به رنگ سفید و کپسول ۴۰ لیتری اکسیژن به رنگ سفید و مشکی وجود دارد.

شکل ۷- سلیندر اکسیژن

مشخصات فنی سیلندر (کپسول اکسیژن) بایستی بر روی سیلندر طبق شکل زیر درج گردد .مسئولیت این امیر نیز شرکت سازنده سیلندر و آزمایشگاه تأیید صالحیت شده سازمان ملی استاندارد می باشد.



شکل ۸- مشخصات فنی سیلندر

کنترل اعتبار تست سیلندر

مطابق با استاندارد ملی شماره ۶۷۹۲ سیلندرهای گازهای طبی می بایست ۵ سال یکبار توسط شرکت‌هایی که از سازمان ملی استاندارد گواهینامه معتبر دریافت نموده اند مورد آزمون دوره ای قرار گیرند. شایان ذکر است نشان (لوگو) مرجع بازرسی (آزمایشگاه همکار) که سیلندر در آن مورد آزمون قرار گرفته است و تاریخ آزمون باید به صورت ماه و سال بر روی شانه سیلندر حک شده باشد.

رنگ سیلندر

رنگ سیلندر بر اساس محتوای آن طبق استاندارد ملی ۳۰۴ تعیین می گردد. سیلندرهای محتوی یک نوع گاز دارای یک رنگ می باشد و سیلندرهای محتوی مخلوط گازها باید دارای رنگ های مرتبط با گاز های تشکیل دهنده آن باشد. برای مثال سیلندر حاوی هوا دارای بدنه مشکی و شانه سفید رنگ و سیلندر حاوی CO_2 **و** O_2 به رنگ سفید و خاکستری می باشد.

شکل ۹- رنگ سیلندر بر اساس محتوای آن

شایان ذکر است از رنگ کردن سیلندر و نشانه گذاری در مراکز درمانی اکیداً خودداری فرمائید. و از پوشاندن سیلندر با کاورهای پارچه ای و یا پوشش های دیگر اکیداً خودداری فرمائید، در صورت ضرورت استفاده از پوشش جهت سیلندرهای گاز طبی الزامی است که پوشش مورد استفاده همرنگ سیلندر گاز طبی باشد.

فشار سیلندر پر

طبق معادله گاز ایده آل **PV=nRT** بین فشار گاز و مقدار گاز و دما رابطه مستقیم وجود دارد. بنابراین هر گونه تغییر در فشار گاز در دما و حجم ثابت تاثیر مستقیم بر میزان گاز داخل سیلندر دارد.

حداقل فشار تایید شده توسط اتحادیه گازهای طبی و صنعتی ایران در دمای **15** درجه سانتیگراد و فشار محیط **101/3** بار، **135** بار می باشد.

بررسی شیر سیلندر

شیرها بر اساس نوع رزوه و سوپاپ دار بودن و نبودن برای کاربردهای مختلف تقسیم بندی می گردند. همچنین به جهت حساسیت گازهای طبی از شیرهای **Pin Index** استفاده می گردد. هر شیر می‌بایست جهت بررسی نواقص زیر مورد آزمایش قرار گیرد :

خمیدگی، تغییر شکل، سائیدگی، علامت گذاری، زخمی شدن بدنه یا ترک

خمیدگی یا معیوب بودن دسته یا ساقه شیر

معیوب بودن شیرها و یا رزوه های ساقه شیر

معیوب یودن شیر ها و یا رزوه های خروجی شیر

هرگونه نشانی از آتش سوزی یا افزایش درجه حرارت روی بدنه شیر

شکل زیر نمونه های مختلف شیرهای O_2 ، N_2O و CO_2 را نشان می دهد:

شکل ۱۰- نمونه های مختلف شیرهای O_2 ، N_2O و CO_2

حمل سیلندرها

کاربران نباید به منظور حرکت دادن سیلندر، آن را در مکان‌های افقی بغلطانند یا بکشند. باید از یک چرخ دستی مناسب یا وسایل جابجایی مشابه استفاده شود. شکل زیر نمونه هایی از انواع ترالی را نشان میدهد.

شکل ۱۱- نحوه حمل سیلندر

فشار سیلندرهای گاز طبی

با توجه به حسایست و خطرناک بودن شارژ سیلندرهای گاز بایستی حین پر کردن دستگاه فشار مطابق با موارد جدول ذیل باشد:

جدول ۱- استاندارد شارژ سیلندرهای گاز

نام گاز	فرمول شیمیایی گاز	استاندارد ملی گاز	فشار کاری سیلندر bar	فشار آزمون سیلندر bar	رنگ سیلندر
اکسیژن	O2	3240	150	250	White RAL 9010
نیتروس اکسید	N2O	10539	140 ~ 150	180~250	Blue RAL 5010
کربن دی اکسید	CO2	-	150	250	Grey RAL 7037
هوا	Air	-	150	250	شانه White RAL 9010 بدنه Black RAL 9005
هلیم	He	-	150	250	Brown RAL 8008
نیتروژن	N2	-	150	250	Black RAL 9005
انتونوکس	Nitrous Oxide/Oxygen 50%V/V /50%V/V	-	200	300	شانه White RAL 9010 بدنه Blue RAL 5010

رگولاتورگاز

رگولاتور گاز برای تنظیم فشار و کنترل انواع گازها مورد کاربرد قرار می گیرد و همچنین رگولاتور گاز وسیله‌ای است که با توجه به سیستم های مکانیکال داخلی می تواند فشار بالای گاز های ورودی را بگیرد و با فشارکمتر یا مورد نیاز مصرف کننده تحویل مشترک بدهد.

برای ذخیره سازی و نگهداری گازها بایستی آنها را تحت فشار در سیلندرها و یا مخازنی که تحمل فشاری بالایی دارند نگهداری می شود به خاطر اینکه استفاده از آنها بصورت مستقیم از مخازن یا سیلندرهای گاز بدلیل فشار بالا امکان پذیر نیست و باید از رگولاتورهای کاهنده فشار استفاده نمود.

بنابراین رگولاتور گاز دارای فشار و سایزهای مختلفی می باشند که رگولاتور با توجه به مکانیزمی که دارا می‌باشد، باید در محیط های باز استفاده شود و برای محیط های بسته از نوعی رگولاتور ثانویه خاصی بنام بالانسر استفاده می شود این نوع رگولاتور گاز فاقد سیستم قطع بالا شات اف سیستم قطع پایین و همچنین ونت می باشد. نام دیگر رگولاتور گاز همان مانومتر گاز می باشد. مانومتر نام آزمایشگاهی این وسیله می باشد.

موارد حائز اهمیت در انتخاب رگولاتور

فشار ورودی: فشار لاین یا فشار سیلندر

فشار خروجی: فشار مورد نیاز در نقطه مصرف

جنس بدنه: برنج، کربن استیل، استیلنس استیل ۳۱۶، آلومینیوم

جنس دیافراگم: برنج، کربن استیل، استینلس استیل، ۳۱۶مونل، هاستلوی

دبی خروجی: ماکزیمم دبی مورد نیاز در نقطه مصرف

سایز اتصال ورودی و خروجی: **" 1/8 ، " 1/4 ، " 3/8 ، " 1/2 ، " 3/4 ، " 1**

دمای سیال خروجی: حتما به دماهای زیر صفر و بالای **60** درجه سانتی گراد توجه شود.

رگولاتورها بر اساس موارد ذیل طبقه بندی می شوند :

۱- براساس میزان دقت در کنترل گاز خروجی که خود به دو نوع تک مرحله ای و دو مرحله‌ای تقسیم می گردد

۲- براساس تعداد گیج که به صورت رگولاتور با یک گیج و رگولاتور با دو گیج می باشد.

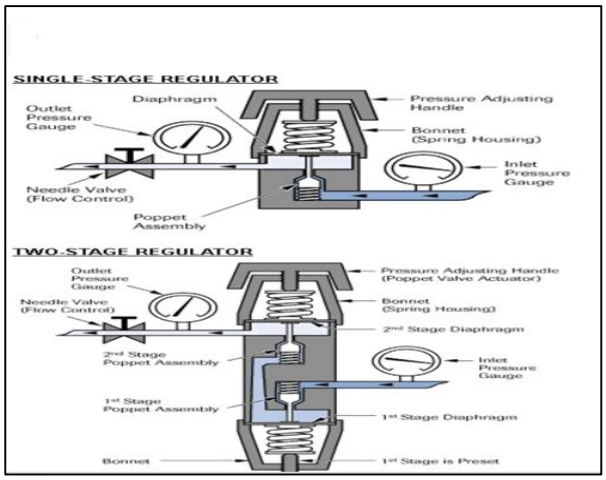
براساس میزان دقت در کنترل گاز خروجی

رگولاتور تک مرحله ای

این رگولاتورها دارای یک دیافراگم می باشند و همانطور که در نمودار مشاهده می کنید، زمانیکه متصل به منابع تامین محدود گاز (سیلندرهای گاز) هستند با کاهش فشار کپسول گاز، فشار گازخروجی افزایش میابد. این تغییر و انحراف از Set Point اولیه برای برخی از کاربردهای آزمایشگاهی که نیازمند ثابت و پایدار ماندن فشار خروجی هستند مناسب نیست. بنابراین تنظیم مداوم و پیوسته درجه تنظیم رگولاتور برای ثابت نگه داشتن فشار گاز خروجی الزامی است .

رگولاتور دو مرحله ای

این رگولاتورها دارای دو دیافراگم می باشند. عملکرد این رگولاتورها مانند این است که دو رگولاتور تک مرحله‌ای را به طور سری پشت سر هم قرار دهیم. بنابراین فشار خروجی گاز حتی در صورت کاهش یافتن فشار سیلندر ثابت می ماند. در حقیقت تک مرحله ای یا دو مرحله ای بودن رگولاتور نشان دهنده تعداد دیافراگم موجود در داخل بدنه رگولاتور می باشد. در برخی موارد به اشتباه تعداد فشار سنج متصل به بدنه رگولاتور بعنوان تعداد مراحل کاهش فشار در رگولاتور اطلاق می گردد که کاملا اشتباه است.



شکل ۱۲- رگولاتور تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای

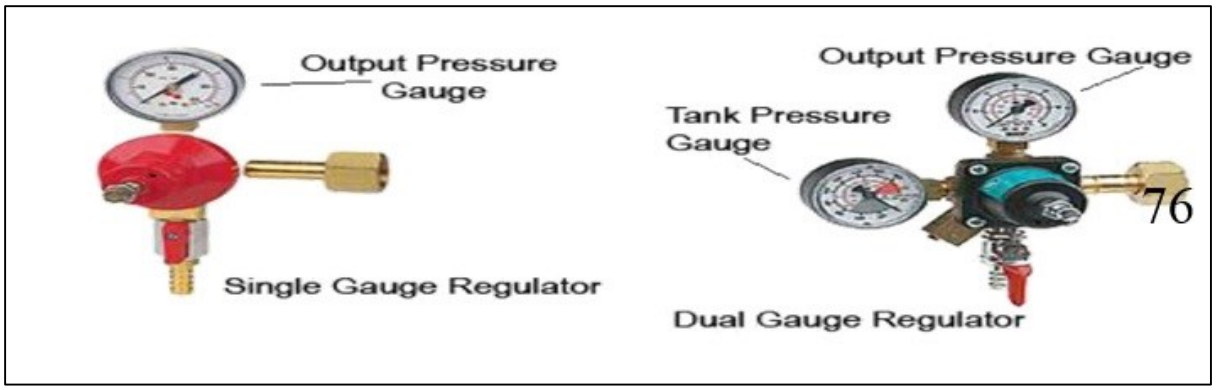
براساس تعداد گیج

رگولاتور با یک گیج

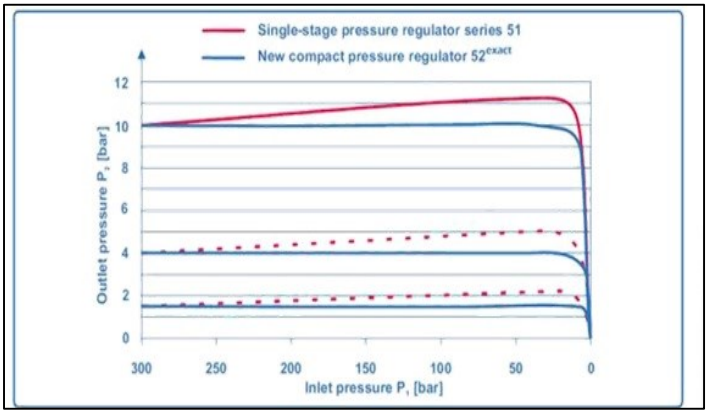
این رگولاتور فقط فشار گاز خروجی را نمایش می دهد و قادر به نمایش فشار گاز ورودی نیست. در نتیجه هیچ اطلاعاتی در مورد مقدار گاز باقی مانده در سیلندر به ما نمی دهد.

رگولاتور با دو گیج

این رگولاتور فشار گاز ورودی از سیلندر و فشار گاز خروجی از رگولاتور را نمایش می دهد.



شکل ۱۳- اجزای رگولاتور تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای



شکل ۱۴- نمودار فشار رگولاتور تک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای

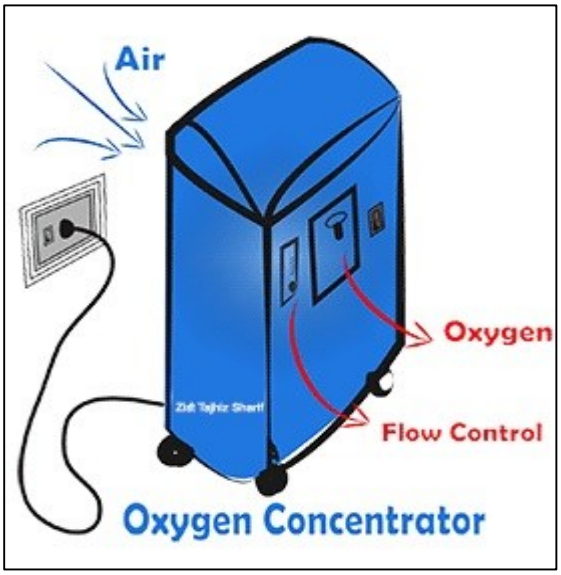
نکات ایمنی رگولاتور

- همیشه رگولاتور ها را تمیز نگه دارید.
- هرگز رگولاتور را روغن کاری یا چرب ننمایید. قبل از استفاده از رگولاتورها برای گاز اکسید کننده از عدم آلودگی آن اطمینان حاصل کنید. وجود روغن سبب آتش سوزی می شود.
- استفاده از نوار تفلون برای اتصال **CGA** سبب بروز نشت می شود.
- اگر رگولاتور به سیستمی با فشار بالا متصل است از شیر یک طرفه استفاده کنید. برگشت جریان از رگولاتور سبب آسیب رگولاتور می شود.
- هرگز عقربه های نشان دهنده فشار را جا به جا نکنید و سیستم گازی را تغییر ندهید.
- همیشه فشار رگولاتور را به آهستگی بالا ببرید.
- همیشه قبل از بستن پیچ تنظیم رگولاتور، و برداشتن رگولاتور و جدا کردن آن از سیلندر فشار گاز آن را تخلیه نمایید.
- همیشه قبل از جا به جا کردن سیلندر رگولاتور را جدا کنید.
- برای باز کردن شیر سیلندر شیر را با هر دو دست به آرامی به طور کامل باز کنید و اجازه دهید فشار به تدریج در رگولاتور افزایش یابد و به ماکزیمم برسد. سپس دستگیره رگولاتور را برای رسیدن به فشار دلخواه باز کنید.
- هرگز جریان رگولاتور را برعکس نکنید و از آن به عنوان شیر عیب یاب استفاده نکنید.
- در مورد رگولاتور گازهای اکسیدان بهتر است بعد از مدتی آن ها را تعویض نمود.

- بعد از نصب شیر و رگولاتور تمام قسمت ها را بوسیله یک گاز بی اثر یا محلول صابونی برای عدم وجود نشت بررسی کنید.
- افزایش فشار تدریجی از بالا به پایین در رگولاتور های دو مرحله ای میتواند نشانه آسیب دیدن باشد.

دستگاه اکسیژن ساز خانگی

هوا شامل تقریبا ۲۱ درصد اکسیژن و بیشتر از ۷۸ درصد نیتروژن است. در روش درمان اکسیژن فشار بالا درصد اکسیژن تنفس توسط بیمار نزدیک به ۱۰۰ درصد است که تقریبا پنج برابر بیشتر از درصد اکسیژن موجود در هوا است. فشار اکسیژن تنفس شده توسط بیمار تقریبا ۱,۵ برابر (و گاهی تا سه برابر) بیشتر از فشار اتمسفر است. بنابراین این روش می‌تواند تا ۱۵ برابر میزان اکسیژن تنفس موجود در هوای با فشار نرمال را به بیمار برساند. مازاد اکسیژن تنفس شده از طریق ریه‌ها در پلاسمای خون حل شده و سپس توسط خون به هریک از قسمت‌های بدن منتقل می‌شود. اثر این اکسیژن اضافی در قسمت‌های مختلف بدن متفاوت است .این روش می‌تواند زندگی بیمار را نجات دهد و در برخی دیگر می‌تواند بهبود و بازسازی بافت‌ها را تسریع کند.

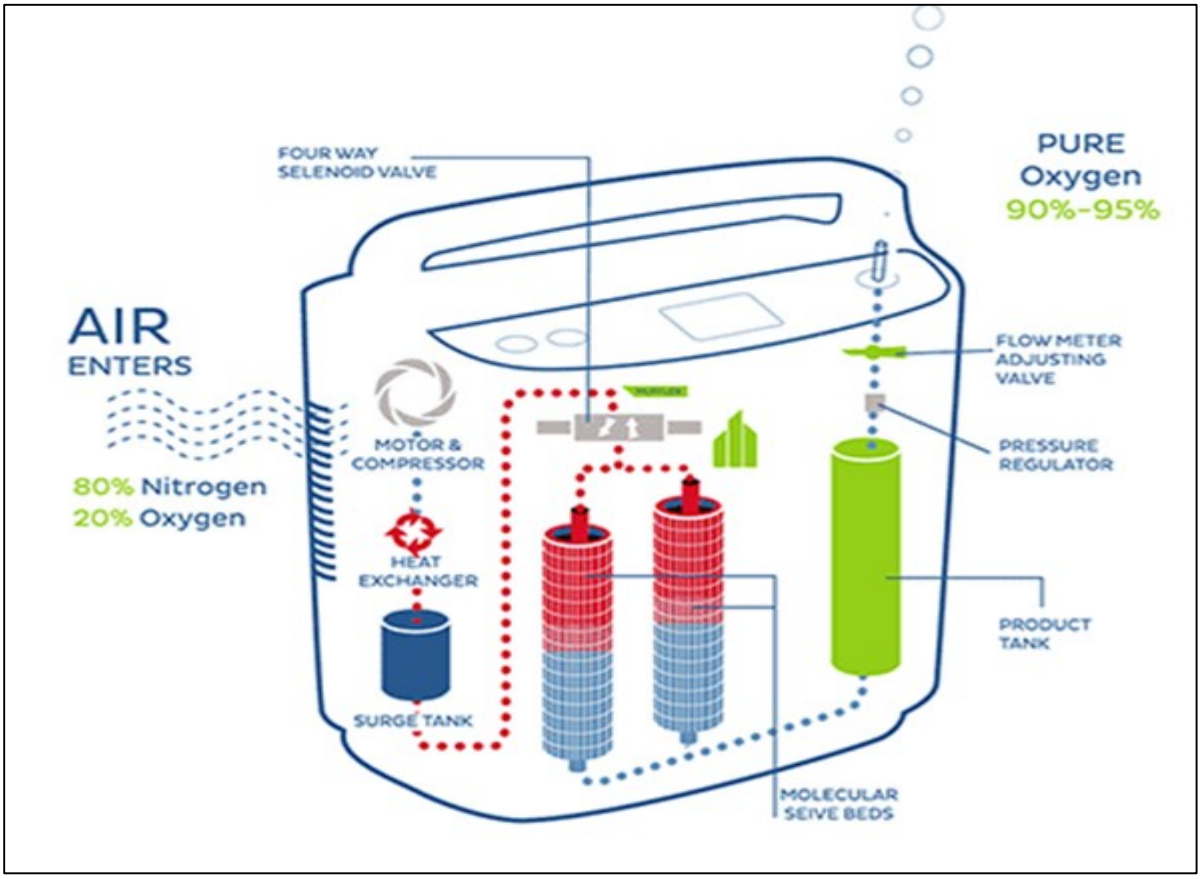


شکل ۱۵- دستگاه اکسیژن ساز خانگی

دستگاه اکسیژن ساز (Oxygen Concentrator) ، دستگاهی است که برای غنی ساختن اکسیژن هوا بکار می رود. اکسیژن ساز دستگاه‌های پزشکی هستند که اکسیژن موجود در هوای محیط را متمرکز می‌کنند تا گاز اکسیژن غنی شده را برای بیماران تامین کنند. دو نوع اصلی از اکسیژن سازها به نام اکسیژن ساز ثابت و قابل حمل (پرتابل). اغلب اکسیژن سازهای خانگی، از نوع ثابت هستند و می‌توانند برای تولید اکسیژن، به‌صورت مداوم و یا پالسی مورد استفاده قرار بگیرند. اکسیژن سازهای قابل حمل، برای راحتی انتقال، طراحی شده‌اند و اغلب فقط به‌صورت پالسی اکسیژن تولید می‌کنند. برای بهره بردن حداکثر از اکسیژن تراپی، بهتر است از لوازم جانبی اکسیژن ساز مانند فیلتر، مرطوب ساز، لوله‌ی اکسیژن و غیره استفاده کرد. امروزه، اکسیژن تراپی به کمک انواع متعدد اکسیژن سازها، بسیار راحت و بدون دردسر شده است

طرز کار دستگاه اکسیژن ساز

دستگاه اکسیژن ساز، از تکنیک بسیار ساده جهت فراهم آوردن اکسیژن مورد نیاز بیمار، استفاده می‌نماید. د



شکل ۱۶- طرز کار دستگاه اکسیژن ساز

دستگاه اکسیژن ساز، توسط پمپ مخصوص، هوای درون اتاق را مکیده و سپس از محفظه‌های پودر زئولیت عبور می‌دهد و پودر زئولیت، اکسیژن ۲۱ درصد موجود در هوای ورودی را از گازهای دیگر هوا جدا کرده و به سمت محفظه‌های دیگر هدایت

می‌نماید .کمپرسور موجود در دستگاه اکسیژن ساز، فشار و درصد اکسیژن را در محفظه‌ها بالا برده و خلوص اکسیژن داخل آنها را به ۹۴ درصد و فشار آن‌را به حدود ۲۳۰ میلیمتر جیوه می‌رساند. اکسیژن از درون محفظه نگهداری به پشت فلومتر جلوی دستگاه هدایت شده و از نازل مخصوص به سمت بینی و دهان بیمار هدایت می‌گردد.

اجزای جانبی دستگاه اکسیژن ساز

- نبولایزر
- لیوان مرطوب کننده
- فیلتر دستگاه اکسیژن ساز
- فیلتر گردگیر
- چادر اکسیژن
- سوند نازال اکسیژن
- ماسک اکسیژن

شکل ۱۷- اجزای دستگاه اکسیژن ساز

موارد کاربرد دستگاه اکسیژن ساز

برای بیمارانی که از آمفیزم، بیماری مزمن انسداد ریه و یا سایر بیماری‌های تنفسی رنج می‌برند، اکسیژن سازها یکی از تجهیزات ضروری پزشکی هستند. بیماران حاد ریوی، پونومی، آسمی، قلبی و حتی افراد سالم نیز جهت رفع خستگی روزانه می‌توانند از این دستگاه استفاده کنند. زندگی بسیاری از بیماران به این دستگاه وابسته است. برای تامین مستمر اکسیژن، در محیط خانه، برای بیماران نیازمند به اکسیژن تراپی، استفاده از این دستگاه مفید خواهد بود. پزشکان اغلب مقدار اکسیژن مورد نیاز بیمار را در نسخه مشخص می‌کنند . این میزان اکسیژن اغلب با واحد لیتر در دقیقه معین می‌شود. بسیاری از بیماران، بسته به شرایطشان، به جز هنگام روز، در شب نیز به اکسیژن ساز نیاز دارند. در این صورت نیاز به استفاده از اکسیژن سازهای خانگی خواهد بود .

اکسیژن درمانی

حمل اکسیژن به بافت‌ها به عواملی نظیر برون ده قلب، میزان اکسیژن شریانی(سرخرگی)، غلظت هموگلوبین و نیازمندی‌های متابولیکی بدن بستگی دارد. در اکسیژن درمانی، باید به تمام عوامل فوق توجه نمود. در مواردی همچون تسریع در بهبودی پس از عمل جراحی، میگرن، آلزایمر و ام اس نیز تحقیقات روی اثر درمانی این روش همچنان ادامه دارد.

سایر کاربردهای اکسیژن درمانی

- به‌عنوان پادزهر در مسمومیت با گازهای سمی به ویژه گاز مونواکسید کربن
- ضدعفونی‌کننده به‌ویژه در برابر میکروب‌های بی‌هوازی (میکروب‌هایی که در برابر اکسیژن توان مقاومت ندارند)
- کاهش تورم و تجمع مایعات در بافت‌های بدن که در بهبود سوختگی‌ها کمک می‌کند.
- بهبود هیپوکسمی (کاهش فشار اکسیژن خون سرخرگی)
- تغییر در تعداد یا الگوی تنفس ممکن است به علت هیپوکسمی باشد. علایم هیپوکسی شامل: پرخاشگری، عدم هوشیاری، گیجی، خواب آلودگی، کما، تنگی نفس، افزایش فشار خون، بی نظمی ضربان قلب و تعریق شدید است.
- هیپوکسی در صورت شدید بودن می‌تواند زندگی فرد را به مخاطره بیاندازد. با پیشرفت سریع هیپوکسی، تغییراتی در سیستم عصبی مرکزی ایجاد و بیمار دچار ناهماهنگی حرکات و اختلال هوشیاری می‌شود.
- در هیپوکسی مزمن (مانند آن‌چه که در بیماری‌های انسداد مزمن ریه دیده می‌شود) ممکن است خستگی، خواب آلودگی، بی‌تفاوتی، بی‌توجهی و تأخیر در واکنش‌ها به‌وجود آید.
- اکسیژن درمانی کوتاه مدت می‌تواند برای گروه کوچکی از بیماران مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی مفید باشد.

دستگاه اکسیژن ساز پرتابل

اکسیژن ساز پرتابل وسیله دیگری است که جهت استفاده بیمار در بیرون از منزل طراحی و تولید گردیده است. اکسیژن ساز پرتابل از همان مکانیزم عمومی تولید اکسیژن استفاده می‌نماید و لی تفاوت آن در کوچک بودن اندازه و وزن دستگاه و نیز مجهز بودن به باتری شارژی داخلی است. در حین متصل بودن دستگاه به برق ۲۲۰ ولت شهری و یا ۱۲ ولت فندکی اتومبیل باتری شارژی داخل دستگاه، شارژ می‌شود تا در مواقع مورد نیاز، برق دستگاه را تامین نماید. اکثر دستگاه‌های اکسیژن ساز پرتابل از سیستم خروجی IMPULSاستفاده می‌نمایند. این سیستم توسط سنسورهای فشار بسیار حساس داخل دستگاه

دم و بازدم بیمار را تشخیص می‌دهد و در هنگام دم اکسیژن را خارج و در هنگام بازدم آن‌را قطع می‌نماید. این تکنیک موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی دستگاه و نیز سهولت تنفس بیمار می‌گردد. اکسیژن ساز خانگی در مدل‌های 3، 5، 6، 7، 8و ۱۰ لیتر در دقیقه تولید و عرضه گردیده است. منظور از ۳ یا 5لیتر در دقیقه حجم و فلوی اکسیژن ماکزیمم تولیدی دستگاه است. برای بیماران با مشکلات آسم حاد و مزمن و یا مشکلات غیر حاد تنفسی دستگاه ۳ و ۵ لیتر مناسب است. خلوص اکثر دستگاه‌ها در فلوی ۵ لیتر در دقیقه به میزان ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. بیماران حاد ریوی و یا سرطانی و یا تخریب ریه و نیز موارد بیماری‌های تهاجمی مانند ALS ، MS و یا بیماران منتظر پیوند ریه با تخریب بالای ۶۰ درصد ریه باید از دستگاه‌های اکسیژن ساز با ظرفیت ۷ تا ۱۰ لیتر در دقیقه استفاده نمایند.

شکل ۱۸- دستگاه اکسیژن ساز پرتابل

نکات مهم در خصوص اکسیژن ساز

خلوص اکسیژن خروجی اکسیژن ساز معمولا بین ۹۳ تا ۹۵ درصد است. دستگاه بطور عادی اگر روشن باشد و به بیمار متصل نباشد هیچ‌گونه اکسیژنی را به فضای اتاق اضافه نمی‌نماید. اکسیژن ساز خانگی با برق کار کرده و فاقد باتری و یا سیلندر ذخیره است و به محض قطع شدن برق عمل دستگاه متوقف می‌گردد.

فیلترهای ورودی دستگاه اکسیژن ساز ۲ نوع فیلتر هستند:

الف) فیلتر اول از جنس اسفنج متخلخل پلی اورتان یا همان ابر صنعتی است و قابل شستشو بوده و باید هر هفته یکبار شسته شود.

ب) فیلتر دوم از جنس کاغذ فیلترهای HEPA است و حداقل هر ۶ ماه یکبار باید تعویض گردند.

دستگاه اکسیژن ساز هیچگاه به پهلو قرار نگرفته و یا حمل نگردد، زیرا به‌دلیل معلق بودن موتور کمپرسور داخل دستگاه، احتمال سقوط موتور و خرابی پمپ است. در قسمت خروجی اکسیژن دستگاه، لیوان مانومتر است که اکسیژن خروجی از داخل آن عبور کرده و مرطوب می‌گردد. این لیوان باید تا یک سوم داخل آن آب مقطر یا جوشیده ریخته شود و هر ۱۰ روز یکبار سوراخ‌های نازل شلنگ داخل لیوان، جرم زدایی شده و یا توسط سوزن یا وسیله تیز، سوراخ‌های آن باز گردد.

برندهای اکسیژن ساز موجود در بازار ایران

- اکسیژن ساز ایرانی KSA
- اکسیژن ساز تایوانی EMG
- اکسیژن ساز امریکایی NIDEK
- اکسیژن ساز امریکایی فری استایل AirSep
- اکسیژن ساز امریکایی لایف استایل AirSep
- اکسیژن ساز امریکایی ویژن ایر AirSep
- اکسیژن ساز امریکایی نیولایف AirSep

تکنیک PSA

۱- مقدمه

تکنولوژی تولید اکسیژن در این روش، سیستم PSA (PRESSSURE SWING ADSORPTI) یک روش تولید اکسیژن در محل مصرف می باشد. تولید اکسیژن در دستگاه های PSA براساس عبور هوای فشرده از گرانول های زئولیت مصنوعی که به آن غربال مولکولی (MOLECULAR SIEVE) میگویند انجام می گیرد. ازت موجود در هوا در ضمن عبور از غربال مولکولی در ستون های زئولیت به دام می افتد و اکسیژن هوا در فشار پایین (در حدود ۴ اتمسفر) آزاد می شود. در این زمان ستون دیگر به تولید ادامه می دهد و این امر به طور کلی منجر به تولید اکسیژن هوای غنی شده از اکسیژن به طور پیوسته می گردد. توجه داشته باشید که عمل جداسازی اکسیژن از هوا یک فرایند فیزیکی است و در آن هیچگونه فعل و انفعال شیمیایی صورت نمی گیرد و به محض برداشتن فشار از گرانول های غربال مولکولی گاز ازت تخلیه و غربال مولکولی به حالت اولیه خود بر میگردد. به عبارتی دیگر غربال مولکولی مجددا احیا (REGENERATE) می شود . بنابراین در صورتی که دستگاه های PSA به طور صحیح بهره برداری شوند و غربال مولکولی به روغن و رطوبت آغشته نشود عمر آن بسیار طولانی است .

۲- غربالگرهای مولکولی از نوع زئولیت (Molecular Sieve- Zeolite)

زئولیت و اجزاء آن

دانه های زئولیت از عناصری نظیر الومنیوم . سیلیکون، اکسیژن و سدیم تشکیل شده است این غربالگر مولکولی سرامیکی دارای ساختار کریستالی سه بعدی به هم پیوسته (تتراهدرال) مشابه ساختار کندوی عسل می باشد این سرامیک کاملا صلب و غیر قابل اشتعال بوده و دارای حفرات سطحی مرتبط به هم و متخلخل بسیار بالاست. این ساختار متخلخل ، سطح بسیار زیاد تماس با گاز درحدودچندصد مترمربع در هر گرم زئولیت ایجاد می کند.

اولین زئولیت سنتزی در سال ۱۹۵۰ میلادی تهیه شد و در سال ۱۹۶۰ از آن در خنک کردن و خالص سازی گازها در صنایع پتروشیمی استفاده شد. در سال ۱۹۷۰ جهت تهیه اکسیژن در ارتش از آن استفاده شد. هم اکنون بیش از ۱۵۰ نوع زئولیت با کاربرد های مختلف در دنیا مورد استفاده قرار می گیرند

غربالگری مولکولی

به دلیل بار منفی زئولیت مولکولهای قطبی نظیر آب به شدت جذب زئولیت شده و داخل حفرات وارد می‌شوند. در صورتی که قطر مولکولهای گاز برابر قطر حفرات تخلخل سطحی زئولیت باشند این مولکولها تحت فشار بالا و قطبیت زئولیت وارد

حفرات شده و مولکولهایی که بزرگتر از اندازه حفرات تخلخل های سطحی هستند به آسانی از مجاور آن عبور کرده و بدین ترتیب عمل غربالگری صورت می پذیرد. مکانیزم اتصال مولکولهای گاز و آب و هیدروکربنها به زئولیت از نوع پیوند شیمیایی و بدون تغییرات در ساختار فیزیکی زئولیت می باشد. مولکولهای نیتروژن بطور شیمیایی به زئولیت می چسبد ولی خواص فیزیکی و ساختار صلب و Rigid زئولیت را تغییر نمی دهد که این مکانیزم را جذب سطحی (Adsorption) می نامند. در صورتی که جذب منجر به تعبیر خواص فیزیکی شود این مکانیزم را (Absorption) می نامند. مانند جذب آب به دستمال کاغذی که منجر به تغییر خواص فیزیکی دستمال می گردد قابلیت جذب مولکولها به زئولیت به ترتیب از بیشترین به کمترین عبارت است از : آب ، دی اکسید کربن ، هیدروکربن ها. نیتروژن . اکسیژن و ارگون در حالت عادی هوا متشکل از ۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن و ۱٪ گازهای خنثی و ارگون است در اکسیژن ساز مولکول های نیتروژن که دارای قطر بزرگتری از اکسیژن هستند. فقط در اثر فشار بالا به زئولیت جذب شده و اکسیژن و گازهای خنثی از مجاور دانه های زئولیت عبور می کند. در این سیکل دانه های زئولیت اشباع از نیتروژن شده و پس از کاهش فشار به فشار اتمسفر، نیتروژن از حفرات خارج و به محیط تخلیه می شود. اگر ۷۸٪ نیتروژن از هوا جدا شود، گاز خروجی دارای درصدی معادل ۲۲٪ = ۱+ ۲۱٪ در هوا است ، پس از خروج از اکسیژن ساز غلظت آن به ۱۰۰٪ می رسد. اگر عدد ۱۰۰٪ به ۲۲ تقسیم شود عدد ۴ / ۵۵ بدست می آید. بنابراین در این حالت ۱٪ گازهای خنثی در هوا به میزان ۴۵/۵ ٪ در گاز خروجی از اکسیژن ساز می رسد که نشان دهنده آن است که با دستگاههای اکسیژن ساز متداول حداکثر به خلوص اکسیژن ۹۵۵٪ می توان دست بافت لازم به ذکر است سیستم هایی جهت خالص سازی و افزایش خلوص اکسیژن به بیش از خلوص ۹۵/۵٪ نیز وجود دارد که در آنها با استفاده از غربالگرهای مولکولی از جنس کربن فعال اکسیژن به دانه ها جذب شده و نیتروژن و آرگون از مخزن خارج می شود و پس از آن در فشار پایین اکسیژن با خلوص ۹۹٪ از دستگاه غنی کننده خارج می شود. |

عوامل مخرب زئولیت

۱- تخریب مکانیکی، شکستن و پودر شدن زئولیت به دلیل فرسایش و سائیدگی ناشی از عبور جریان گاز و بارهای دینامیکی فشاری وارد بر این سرامیک اتفاق می افتد، با کنترل سرعت گاز (فلوی عبوری) این تخریب قابل کنترل است

۲- از دیگر عوامل تخریب زئولیت جذب آلاینده ها نظیر آب ، روغن به آن است که با فیلتراسیون مناسب هوای فشرده ورودی و سرویس پیوسته فیلترها می توان مانع این تخریب شد.

۳- اجزاء و چیدمان سیستم اکسیژن ساز بیمارستان (Components & layout)

۱- کمپرسور هوا Air compressor

۲- درایر های داخلی و خارجی Dryer

۳- دستگاه مولد اکسیژن PSA

۴- فیلتراسیون Filtration روغنگیر، آبگیر ، ذرات ، بو ، CO ، باکتری

۵- مخازن فشار بالا

۶- اتصالات و لوله کشی

۷- سیستم نمایشگر خلوص و فلوی خروجی

۸- مانیفولد ارتباطی سیستم اکسیژن ساز و سیستم پشتیبان کپسولی

۴- نحوه انتخاب مولد اکسیژن (Oxygen Generator)

چگونگی انتخاب سیستم اکسیژن ساز به ترتیب زیر می باشد.

الف: ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز بیمارستان

الف ۱: روش های محاسبه مختلف ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی

الف ۲: توصیه هایی برای اندازه و ظرفیت سنجی بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ (ایزو۱۰۰۸۳)

الف ۳: ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس ۲۰۲۲

ب : انتخاب دستگاه مولد اکسیژن معادل با بزرگتر از ظرفیت اکسیژن مورد نیاز محاسبه شده شامل:

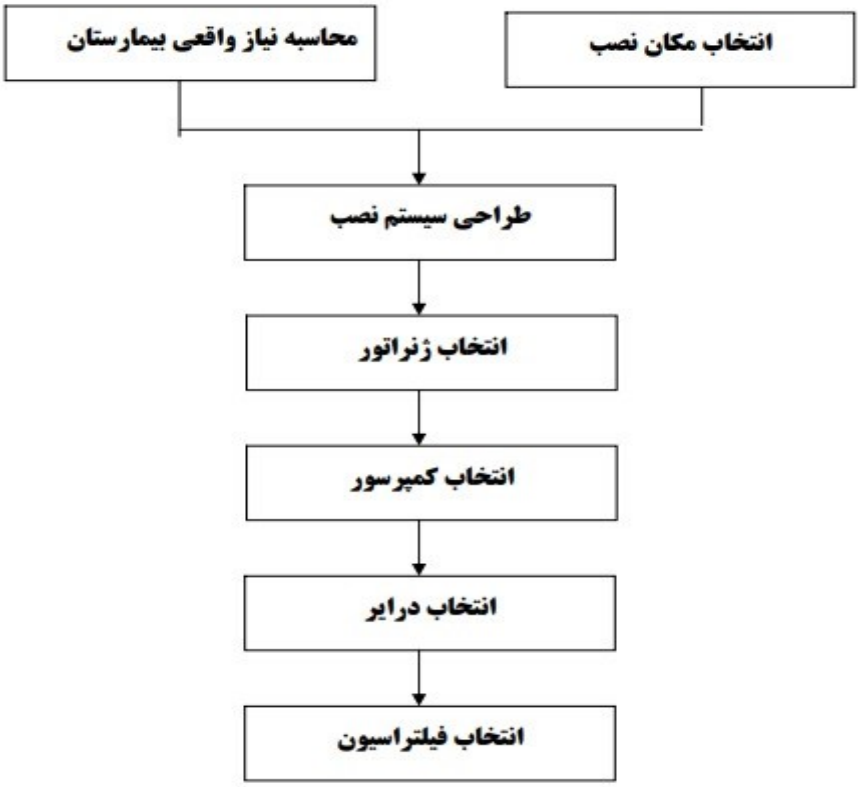
ب ۱: انتخاب کمپرسور متناسب با دستگاه مولد

ب ۲: انتخاب درایر متناسب با کمپرسور و مولد

ب ۳: انتخاب سیستم فیلتراسیون متناسب با کمپرسور ، مولد و درایر

ب ۴ : انتخاب تانکها ، مخازن دستگاه، متناسب با بقیه اجزاء

ب ۵: انتخاب مخازن اکسیژن متناسب با مصرف بیمارستان و تولید دستگاه و زمان مورد نیاز جهت استفاده از Back up کپسولی ،



شکل ۱۹- نمودار نحوه انتخاب مولد اکسیژن

الف: روش محاسبه ظرفیت اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی

الف ۱: روش های محاسبه مختلف ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی جهت بررسی تامین ظرفیت مورد نیاز مراکز درمانی روش های مانند ۲۰۲۲، Australia ، HITM و روش NFPA وجود دارند.

تبصره - علیرغم پیشنهاد سه روش فوق توسط اداره کل، شرکتهای وارد کننده می توانند با ارائه تعهد مبنی بر کفایت تامین ظرفیت اکسیژن و همچنین بر اساس تجربه کاری خود اقدام نمایند

در انتخاب ظرفیت مورد نیاز برای یک مرکز درمانی نکات ذیل بایستی مورد توجه قرار گیرد

۱. تعیین ظرفیت اکسیژن مورد نیاز بیمارستان بر مبنای تعداد خروجی های و دستگاه هایی که مصرف اکسیژن دارند و در پیک مصرف بیمارستان بر حسب Lit / min محاسبه شود. ملاک قرار دادن تعداد کپسول مصرفی در روز برای محاسبه تعیین ظرفیت صحیح نیست.

۲. مصرف در بخشهای مختلف متفاوت می باشد. لذا بایستی مصرف هر بخش با استفاده از یکی از سه روش فوق و شرایط محیطیایران بصورت دقیق محاسبه گردد.

۳. ضریب همزمانی و ضریب نشستی حتما به صورت diversity factor محاسبه گردد

۴. بر طبق استاندارد استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶پس از محاسبه ظرفیت در پیک مصرفی، مراکزدرمانی بایستی به یک سیستم کاملا مستقل (دارای تامین کننده اولیه، تامین کننده ثانویه و ذخیره کپسول که ظرفیت هر کدام به تنهایی جوابگوی ظرفیت محاسبه شده باشد) مجهز باشد. هر سیستم تامین به تنهانی باید بتوانند نیاز بیمارستان را مرتفع نمایند و سیستمکپسولی نیز به عنوان تامین ذخیره با قابلیت تامین نیاز بیمارستان به مدت حداقل ۴۸ ساعت به عنوان سیستم Back up در نظر گرفته می شود تا در صورتیکه تامین کننده اولیه و ثانویه از مدار خارج شوند کپسول به صورت online بتواند سیستم را تغذیه نماید) و وجود کپسول ذخیره برای رفع نیاز حداقل ۴۸ ساعت در بیمارستانها ضروری می باشد .

الف ۲: توصیه هایی برای اندازه و ظرفیت بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ (ایزو ۱۰۰۸۳)

۱. ظرفیت سنجی و اندازه سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن باید بر مبنای تقاضای پیش بینی شده اکسیژن و با ملاحظات مدیریت ریسک، به وسیله مرکز درمانی انجام شود.

۲. الزامات مربوط به نرخ جریان اکسیژن مورد نیاز مرکز درمانی را می توان به صورت زیر برآورده نمود

- ظرفیت سنجی و انتخاب اندازه مناسب برای تغلیظ کننده (تغلیظ کننده های اکسیژن و مخازن نگهداری هوای غنی از اکسیژن و با بکار گرفتن اکسیژن از سیلندر در کمیت های مناسب

۳. هر واحد تغلیظ کننده اکسیژن حداکثر نرخ جریان ثابتی دارد که بتواند به طور پیوسته به هنگام تولید هوای غنی از اکسیژن ماندگار باشد و الزامات بند ۴-۵-۱ را برآورده کند (رجوع شود به استاندارد ۱۰۷۶۶). نیاز مرکز درمانی به اکسیژن متغیر خواهد بود و میتواند بیشتر از حداکثر نرخ جریان باشد که در این مواقع منبع اضافی هماره با منبع اولیه فعال خواهد گردید تا نرخ جریان طراحی شده برای سیستم حفظ شود.

۴. ظرفیت و حداکثر نرخ جریان سیستم تامین باید بر مبنای تخمین میزان مصرف و زمانبندی تحویل باشد. تعیین ظرفیت و نرخ جریان منابع تامین اولیه، ثانویه و ذخیره باید توسط مدیریت مرکز درمانی و با مشورت تولید کننده و تامین کننده گاز باشد و در آن میزان مصرف روزانه گاز و روش های اجرائی اضطراری که باید در هنگام بروز نقص در سیستم اجرا شوند نیز در نظر گرفته شود.

۵. به تعداد سیلندرهایی که در انبار باید نگهداری شود نیز باید تعیین شود.

۶. مکان و امکانات مناسب برای نگهداری سیلندرها نیز باید فراهم شود.

۷. در صورتی که منبع تامین ثانویه فقط سیلندر باشد، میزان سیلندر آن (حجم ذخیره) باید حداقل برای ۴۸ ساعت متوسط میزان مصرف روزانه کافی باشد. در موقعیت های جغرافیایی خاص و بر مبنای میزان دستری به سیلندر این حجم می تواند بیشتر نیز باشد.

۸. مرکز درمانی باید افزایش احتمالی تقاضا را به دلیل تغییرات قابل پیش بینی در تعداد و نوع رویه های پزشکی در نظر بگیرد.

۹. حجم اکسیژن مورد نیاز منبع ذخیره برای نگهداری انبارش باید توسط تامین کننده و مرکز درمانی محاسبه شود تا ظرفیت مناسب را تا هنگام جایگزینی سیلندرها، بتوان تحویل داد.

۱۰. مراکز درمانی جدید برای تعیین ظرفیت و اندازه سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن باید از تجربیات مراکز درمانی مشابه که دارای سیستم تامین نصب شده هستند استفاده کند.

۱۱. بررسی های ادواری خط لوله باید به منظور اطمینان از کافی و ثابت ماندن خروجی سیستم تامین انجام شود.

۱۲. اگر منبع برق اضطراری وجود نداشته باشد، تعداد سیلندرها باید افزایش یابد تا در مدت زمانی که منبع برق دچار نقص شده است، تأمین اکسیژن حفظ شود.

ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس HTM2022

Table 6 Oxygen diversified flows

Department	Design flow for each terminal unit *l*/min	Diversified flow Q *l*/min
In-patient acute		
Ward units – single and multi-bedrooms	10	$QW = 10 + \frac{(n-1)6}{3}$
Treatment rooms		
Each ward unit		
Departments comprising several ward units	10	$QD = QW\left\{\frac{1+(w-1)}{2}\right\}$
ITU and CCU	10	QI = 10 + (nB–1)6
Adult acute day care		
Major treatment room	100	QT = 100 + 20(T–1)
Endoscopy room	10	QR = 10 + (n–1)6
Recovery room	10	QR = 10 + (n–1)6
Maternity department		
Delivery suite	10	$QM = 10 + \frac{(n-1)6}{2}$
Normal delivery room	100	$QM = 100 + \frac{(n-1)6}{2}$
Abnormal delivery room		
Neonatal unit	10	QN = 10 + (n–1)6
Operating department		
Operating room	100	QT = 100 + 20(T–1)
Anaesthetic room	10	QA = 10 + (A–1)6

Legend for all tables

n	= number of terminal units
nB	= number of bed spaces
W	= number of ward units
T	= number of operating rooms or major treatment rooms
A	= number of anaesthetic rooms
S	= number of operating suites (1 operating room + 1 anaesthetic room)
Q	= diversified flow
QW	= diversified flow to ward units
QD	= diversified flow to a department
QI	= diversified flow to ITU or CCU
QT	= diversified flow to operating room or major treatment room
QA	= diversified flow to anaesthetic rooms
QR	= diversified flow to recovery rooms
QM	= diversified flow to maternity suite
QN	= diversified flow to neonatal unit
QB	= diversified flow to baby bed space
QDent	= diversified flow to dental department
QWS	= diversified flow to equipment workshop
QP	= diversified flow to plaster room

شکل ۲۰- **ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس HTM2022**

توجه : در محاسبه ظرفیت سنجی ضریب همزمانی و divir sified را مدنظر قرار دهیم.

۱- بخش ها بر اساس outlet به صورت n نمایش داده می شود.

۲- بخش های operation room، anesthesia room و maior treatment براساس تعداد اتاق با T نمایش داده می شود.

۳- بخش های icu و ccu براساس bedspace و به صورت Nb نمایش داده می شود.

ب: **نحوه انتخاب مولد اکسیژن (Oxygen Generator)**

مولد اکسیژن با غربالگری مولکول های نیتروژن و اکسیژن موجب می شود اکسیژن به داخل لوله های خروجی منتقل شود.

سیستم اکسیژن ساز باید بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶(ایزو ۱۰۰۸۳) طراحی نصب و مورد استفاده قرار می گیرد، مولد اکسیژن این سیستم باید به طور مجزا دارای الزامات زیر باشد.

مشخصات مدنظر در انتخاب مولد اکسیژن

۱- دارای CE براساس آئین نامه تجهیزات پزشکی کلاس C با Directive 93/۴۲/EEC class IIb

۲- ظرفیت مولد و قابلیت تولید اکسیژن با خلوص ۹۶-۹۰٪ (بطور متوسط ۹۳)

۳- کیفیت اکسیژن خروجی از سیستم اکسیژن ساز باید با ویژگی تعیین شده در متن فارسی استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ یا ایزو ۱۰۰۸۳ سال ۲۰۰۶ مطابقت داشته باشد که جزئیات آن به شرح زیر می باشد:

استاندارد ملی ایران ۱۰۷۶۶

ویژگی های هوای غنی از اکسیژن

مقررات منطقه ای یا ملی که برای هوای غنی از اکسیژن تولید شده بوسیله سیستم تامین تعلیظ کننده اکسیژن می تواند موجود باشد. هرگاه چنین مقرراتی وجود نداشته باشد. هوای غنی از اکسیژن در نرخ جریان طراحی شده برای سیستم باید با ویژگی های زیر مطابقت داشته باشد.

الف- غلظت اکسیژن تولید شده، حداقل ۹۰ درصد کسر حجمی،

ب- غلظت منواکسید کربن، حداکثر ۵ میلی لیتر بر متر مکعب،

پ غلظت دی اکسید کربن، حداکثر ۳۰۰ میلی لیتر بر متر مکعب،

ت- غلظت روغن اندازه گیری شده در دمای و فشار محیط و اصلاح شده برای دمای صفر درجه سلسیوس، حداکثر ۰/۱ میلی گرم بر متر مکعب.

غلظت آب، حداکثر ۶۷ میلی لیتر بر متر مکعب،

یادآوری

بقیه گاز ها به طور عمده شامل نیتروژن و آرگون است

بر مبنای مقررات منطقه ای یا ملی، ممکن است از آیتم های دیگر استفاده شود

سیستم اندازه گیری خلوص در انتهای مسیر با توجه به استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶(ایزو ۱۰۰۸۳) دارای آنالایزر اکسیژن با قابلیت اندازه گیری خلوص در گستره صفر تا ۱۰۰٪ و آلارم های هشداری با اعلان

قابلیت تعویض انوماتیک منبع تأمین در صورت افت خلوص با نقص یا نقص در دستگاه

آنالایزر اکسیژن برای اندازه گیری خلوص

مواد مورد استفاده در دستگاه تغلیظ کننده اکسیژن هوا با اکسیژن سازگار بوده و از درجه مدیکال کمپانی سازنده باشد.

قبل از اضافه نمودن هوای غنی از اکسیژن به مجموعه مرکز درمانی، استفاده از آن با ویژگی های مشخص شده در جدول ۱ مربوط به ۷۶۶، ۱باید به اطلاع پزشکان شامل متخصصان بیهوشی رسانیده شده و استفاده از آن مورد تائید قرار گیرد.

وارد نشدن اکسیژن با خلوص پایین در خط مصرف ایزو ۱۰۰۸۳ و cut off نمودن اکسیژن با خلوص پایین

تمامی piping ها و اتصالات چه در مولد چه در تمام مسیر، Gas specific باشد (با اکسیژن خلوص ۹۹٪ سازگاری باشد داشته باشند (ایزو۱۰۰۸۳).

۱۱. ماکزیمم و مینیمم فشار اکسیژن خط لوله کشی باید براساس ایزو ۱-۷۳۹۶ حداقل ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوپاسکال باشد و بر طبق HTM2022 و با توجه به میزان افت فشار در سیستم لوله کشی حداقل فشار مولدبایستی ۴۳۰ کیلوپاسکال باشد.

Table 23 Validation and verification: pressure during pipeline system tests

Medical gas	Pipeline distribution pressure kPa	Terminal unit test flow l/min (see 'Design considerations' for design flows	Max pressure drop in pipeline at system design flow kPa	Min pressure (this may vary by +/–5% between max flow and static condition) kPa	Plant pressure kPa
O_2 N_2O, NO Medical air 400 kPa	400	10–100 15 20–80	40	370	430–490
O_2/N_2O mixtures	400	20 275 inhalationary gasps	90	310	430–490
Surgical air 700 kPa	770	350	110*	700 kPa at 350 l/min (max 900 kPa at no flow condition)	see 'Design considerations'
Vacuum	53.3 kPa (400 mm Hg) below standard atmospheric pressure of 101.3 kPa (760 mm Hg)	40	26.6 kPa (200 mm Hg)	40 kPa (300 mm Hg)	

* To the back of the local regulator or terminal unit.

شکل ۲۱- ماکزیمم و مینیمم فشار اکسیژن خط لوله کشی

جدول ۲- گستره شماره اسمی توزیع (فشار بر حسب کیلو پاسکال)

گازهای طبی فشرده (به استثنا هوا یا نیتروژن راه انداز تجهیزات جراحی	۴۰۰-۵۰۰
هوا یا نیتروژن تجهیزات داخلی	۷۰۰-۱۰۰۰
خلأ	فشار مطلق ۶۰ ≤

نکته

۱- سه عامل موثر در هر دستگاه اکسیژن ساز pressure، purity و flow می باشد که این سه عامل در ارتباط متقابل با یکدیگراند بدین صورت که حجم ثابتی از زئولیت در ارتباط با فشار ، فلو و خلوص ثابت می باشد. یعنی اگر خلوص ثابت باشد (۹۳٪) چنانچه فلو افزایش یابد فشار کاهش می یابد و بر عکس.

بنابراین Optimize کردن جهت timing باز و بسته شدن Valve ها، flow ، purity، دلتا p، از اهمیت به سزائی برخوردار می باشد که این کار توسط تولید کننده انجام می شود. لذا هرگونه تغییر در تنظیمات زمانبندی شیرهای خودکار و افزایش یا کاهش فشار و فلوی سیستم خارج از مدارکی که در مدارک مولد اظهار شده غیر مجاز است.

۲ - هوای غنی از اکسیژن بلافاصله بعد از خروج از واحد واحد های تغلیظ کننده اکسیژن باید از صافی عبور کند تا آلودگی ذرات به کمتر از مقدار تعیین شده درجه ۵ که در جدول ۳ استاندارد ایزو ۱۹۹۹: ۱-۱۴۶۴۴ آمده است، برسد.

جدول ۳- استاندارد ایزو ۱۹۹۹: ۱-۱۴۶۴۴

ISO 14644-1 - Table

ISO CLASS 1 — Max. Concentration (p/m3) > or = Size Shown

N	0.1 um	0.2 um	0.3 um	0.5 um	1.0 um	5.0 um
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1,000	237	102	35	8	
4	10,000	2,370	1,020	352	83	
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
7				352,000	83,200	2,930
8				3,520,000	832,000	29,300
9				35,200,000	8,320,000	293,000

پر کردن سیلندر

پرکردن سیلندرهای گاز اکسیژن طبی که برای اکسیژن ۹۹ درصد مطابق با استاندارد ملی ایران ۳۲۴۰ در نظر گرفته شده اند یا مخازن تحت فشار که برای اکسیژن ۹۹ درصد طراحی شده و اختصاص یافته اند از طریق اتصال به سیستم تغلیظ کننده اکسیژن که غلظت اکسیژن خروجی آن کمتر از ۹۹ درصد باشد، ممنوع است.

کمپرسور هوا (Air compressor)

بر اساس HITM ۲۰۲۲ ترجیحا بهتر است از کمپرسورهای OIL FREE بجای کمپرسورهای OIL INJECTED استفاده شود لذا در صورت استفاده از کمپرسور oil injected ، فیلتراسیون سیستم باید در مسیر هوای فشرده به مولد وجود داشته باشد تا کیفیت هوای ورودی به مولد در حداقل کلاس 1.4.1 ایزو ۰۸۵۷۳ باشد تا میزان هیدروکربن و رطوبت هوای فشرده در حد مجاز باشد.

محاسبه ظرفیت کمپرسور:

ابتدا میزان هوای مورد نیاز ژنراتور اکسیژن را مشخص نموده (از روی کاتالوگ شرکتهای سازنده و بعد با توجه به مشخصات محل نصب دستگاه که ارتفاع از سطح دریا فشار بارومتریک) و ماکزیمم دما در تابستان را در فرمول ذیل قرار داده :

$$V1 = \frac{P2}{P1} \quad \frac{T1}{T2} \quad V2$$

V2: هوای مورد نیاز سیستم مولد اکسیژن

T1: دمای در شرایط استاندارد که معادل ۲۷۳ درجه کلوین می باشد.

T2: دمای محل نصب در تابستان بر حسب کلوین (گرمترین زمان سیستم)

P1 فشار استاندارد که معادل bar می باشد

P2: ارتفاع از سطح دریا (فشار بارد متریک) محل نصب

VI: هوایی است که کمپرسور بایستی در شرایط استاندارد تولید نماید

پس از محاسبه v1 با توجه به اینکه کمپرسور بایستی استراحت داشته باشد حداقل ضریب ۲۰٪ جهت تامین استراحت مورد نیاز کمپرسور به اعداد فوق اضافه خواهد شد .

V = V1 + 20% V1

مختصات مهم در کمپرسور

۱- نوع کمپرسور

۲- میزان خروجی روغن در هوای خروجی

۳- قابلیت کار به صورت ۲۴ ساعته

۴- دمای خروجی کمپرسور

۵- ماکزیمم صدای تولیدی db ۸۶

۶- میزان برق مصرفی نسبت به هوای خروجی

۷-کبفبت Air end با بلوکه هواساز

۸- کشور سازنده قطعات مورد استفاده در کمپرسور به تفکیک

۹- تضمین تامین قطعات و لوازم یدکی

فیلتراسیون و رطوبت گیر (Dryer & Filtration)

زمانیکه هوا فشرده می شود بخار و غلظت ذرات بطور چشمگیری افزایش می یابد روند فشردگی موجب می‌شود روغن و بخار آب بصورت قطره درآیند و سپس با ذرات مخلوط شوند و در نهایت موجب تراکم و افزایش ذرات آلاینده هوا خواهد شد.

پس از انتخاب دستگاه کمپرسور از روی میزان خروجی کمپرسور بایستی درایر و فیلتراسیون انتخاب گردد در انتخاب درایر و فیلتراسیون باید براساس ISO8573-۱ جلو رفت که در آن حداقل کلاس ۱ . ۴ . ۱ را مد نظر قرار داد تا هوای خروجی از کمپرسور را مطابق با ایزو ۱-۸۷۵۳ تبدیل کرده و به مولد اکسیژن برساند.

انتخاب درایر

در انتخاب درایر قبل از هر محاسبه ای نوع درایر اهمیت دارد درایری مورد قبول است که قابلیت استفاده در شرایط مدیکال و بحرانی را داشته باشد.

درایر دیسکانت نسبت به درایر تبریدی ارجحیت دارد به شرطی که مطابقت اندازه کمپرسور (به کمپرسور با ظرفیت بزرگتر نیاز است) و correction factor های آن در اینجا نیز مانند درایر تبریدی در نظر گرفته شوند.

در انتخاب درایری ارجحیت دارد که نقطه شبنم هوای خروجی آن بیش از ۳ درجه سانتی گراد نباشد. درایر باید دارای تخلیه خودکار و گیج نشانگر دما و نقطه شبنم در فشار خروجی باشد.

۱- انتخاب درایر بایستی بر مبنای خروجی کمپرسور باشد.

مختصات درایر

۱. داشتن تخلیه اتوماتیک

۲. داشتن ثبات بر روی نقطه شبنم C ۳ مطابق ایزو ۳- ۸۵۷۳ حداقل کلاس ۱. ۴ . ۱ (در مورد refrigerator)

۳. با توجه به اهمیت سیستم های بیمارستانی بایستی با بالاترین کیفیت در شرایط Medical و بحرانی استفاده گردد.

۴. نمایشگر نقطه شبنم به صورت On line

۵. داشتن آلارم خروجی در شرایطی که نقطه شبنم بالاتر از حد معمول باشد.

فیلتراسیون

همان طور که گفته شد فیلتراسیون و layout براساس ایزو ۳- ۸۵۷۳ می باشد. جدول زیر تقسیم بندی های solid particles ، water و oil براساس ایزو ۳- ۸۵۷۳ نشان می دهد:

ISO 8573-1 Quality Classes	Drit (solid particles) Maximum number of particles per m^3. Particle size, Ø μm				Water Maximum pressure dew point	Oil Maximum concentration
	< 0.1	0.1<Ø < 0.5	0.5<Ø < 1.0	1.0<Ø < 5.0	^{0}C	Mg/m^3
1	Not specified	100	1	0	-07	0.01
2	Not specified	100 000	1 000	10	-40	0.1
3	Not specified	Not specified	10 000	500	-20	1
4	Not specified	Not specified	Not specified	1 000	+3	5
5	Not specified	Not specified	Not specified	20 000	+7	25

جدول ۴- تقسیم بندی های solid particles ، water و oil براساس ایزو ۳- ۸۵۷۳

استفاده از جدول فوق بستگی به انتخاب نوع درا بردارد اگر درایر انتخاب شده از نوع refrigerator باشد با توجه به اینکه پایین ترین نقطه شبنم توسط درایرهای فوق "۳c می باشد ISO 8573 - 1 حداقل کلاس ۱ . ۴ . ۱ استفاده می گردد.

در صورتیکه درایر انتخاب شده از نوع adsorption باشد سیستم فیلتراسیون کلاس ۱. ۱ . ۱ ایزو ۱-۸۵۷۳ خواهد بود.

نکته : شرکتهای سازنده مختلف از نامهای گوناگون برای فیلترهای روغن، particles استفاده می کنند نظیر DDP , PDP ., FD DD ,ACS, AA, AO

ولی آنچه مهم است این است که هوای مورد نیاز حداقل clean odor free air & high quality باشد.

مختصات فیلترها

۱- انتخاب فیلترها متناسب با ایزو ۸۵۷۳ کلاس حداقل ۱.۴.۱

۲- داشتن زمان بندی تعویض

۳- داشتن خدمات و پشتیبانی

۴- ترتیب نصب مطابق با کاتالوگ تولید کننده در ایر و فیلتراسیون

زمان بندی تعویض فیلترها

۱- کم بودن افت فشار فیلتر در خط

۲- تخلیه اتوماتیک

انتخاب مخزن هوای فشرده

از آنجاییکه در یک سیستم اکسیژن ساز دوتانک مورد استفاده می گیرد یکی هوا و دیگری اکسیژن ، جدا از سایر تانک ها که بایستی مناسب انتخاب گردد که برای هر نوع از دستگاه ها که متفاوت می باشند خصوصیات دیگری نیز باید داشته باشد که براساس یکی از استاندارد های زیر طراحی و تولید می گردد.

جدول ۵- استانداردهای مربوط به مخازن تحت فشار

استاندارد ملی ایران ۲۵۱۱- منابع تحت فشار هوا (این استاندارد قدیمی شده لذا در حال حاضر از استانداردهای ملی سایر کشور ها بر مبنای نوع تانک اس می شود.
BS 5169:1992 Specification for fusion welded steel air receivers
AFNOR NF A 36-209 IRON AND STEEL PRODUCTS - AUSTENTENITIC STAINLESS STEELS FOR BOILERS AND PRESSURE VESSELS
API 510 PRESSURE VESSEL INSPECTION CODE: IN-SERVICE INSPECTION, RATING, REPAIR, AND ALTERATION
ASME DRF U-1 MANUFACTURER'S DATA REPORT FOR PRESSURE VESSELS
ASME DRF U-1A MANUFACTURERS DATA REPORT FOR PRESSURE VESSELS
ASME PVHO 1 SAFETY STANDARD FOR PRESSURE VESSELS FOR HUMAN OCCUPANCY
BS EN 286-1 SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 1: PRESSURE VESSELS FOR GENERAL PURPOSES **BS EN 286-2** SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 2: SPECIFICATION FOR PRESSURE VESSELS FO BRAKING AND AUXILIARY SYSTEMS FOR MOTOR VEHICLES AND THEIR TRAILERS **BS EN 286-3** SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 3: STEEL PRESSURE VESSELS DESIGNED FO BRAKINGEQUIPMENT AND AUXILIARY PNEUMATIC EQUIPMENT FOR RAILWAY ROLLING STOCK **BS EN 286-4** SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 4: ALUMINIUM ALLOY PRESSURE VESSELS DESI FOR AIR BRAKING EQUIPMENT AND AUXILIARY PNEUMATIC EQUIPMENT FOR RAILWAY ROLLING STOCK
DIN 43686 PRESSURE VESSELS FOR AIR GENERATING STATIONS IN ELECTRICAL SWITCHING PLANTS
DIN EN 286-1 SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN PART 1: PRESSURE VESSELS FOR GENERAL PURPOSES
The CE series of air receivers are manufactured in accordance with the CE 87/404 standard
BS 5169 SPECIFICATION FOR FUSION WELDED STEEL AIR RECEIVERS
BS 487 FUSION-WELDED STEEL AIR RECEIVERS

Pressure Vessel Design per European Standard BS EN 13445 , DIN EN 13445
• BS EN 13445-8:2006 Unfired pressure vessels. Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys BS EN **13445**-8:2006 Unfired pressure vessels. Additional requirements for pressure vessels of aluminium... • PD CEN/TR 13445-9:2007 Unfired pressure vessels. Conformance of the EN 13445 series to ISO 16528 PD CEN/TR **13445**-9:2007 Unfired pressure vessels. Conformance of the EN 13445 series to... • BS EN ISO 13445:2006 Adhesives. Determination of shear strength of adhesive bonds between rigid substrates by the block-shear method BS EN ISO **13445**:2006 Adhesives. Determination of shear strength of adhesive bonds between rigid substrates... • BS EN 13445-3:2002+A11:2006 Unfired pressue vessels. Design BS EN **13445**-3:2002+A11:2006 Unfired pressue vessels. Design ... • BS EN 13445-6:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure constructed from spheroidal graphite cast iron BS EN **13445**-6:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Requirements for the design and... • BS EN 13445-4:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Fabrication BS EN **13445**-4:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Fabrication ... • BS EN 13445-5:2002+A5:2006 Unfired pressure vessels. Inspection and testing BS EN **13445**-5:2002+A5:2006 Unfired pressure vessels. Inspection and testing BS EN 13445-1:2002+A3:2007 Unfired pressure vessels. General BS EN **13445**-1:2002+A3:2007 Unfired pressure vessels. General PD CR 13445-7:2002 Unfired pressure vessels. Guidance on the use of the confo procedures PD CR **13445**-7:2002 Unfired pressure vessels. Guidance on the use of the conformity... • BS EN 13445-2:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Materials BS EN **13445**-2:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Materials Price: £ 168.00 Member...
• ASME BPVC-VIII - 2007 BPVC Section VIII-Rules for Construction of Pressure Vessels • This Division of Section VIII provides requirements applicable to the design, fabrication, inspection, testing, and certificatio pressure vessels operating at either internal or external pressures exceeding 15 psig. Such pressure vessels may be fired or unfired. Sp requirements apply to several classes of material used in pressure vessel construction, and also to fabrication methods such as welding, fo and brazing. It contains mandatory and nonmandatory appendices detailing supplementary design criteria, nondestructive examination inspection acceptance standards. Rules pertaining to the use of the **U**, **UM** and **UV** Code symbol stamps are also included • This publication is issued with an automatic addenda service. All addenda service publications are issued in loose leaf form facilitate later insertion of replacement pages which incorporate the latest approved changes to the standard. Purchasers may wis purchase a binder from ASME (BPVC Binder), but the publication will also fit a standard three ring binder • A.S.M.E. Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division I for unfired pressure vessels and bear a "U" or "U stamp, National Board number and serial number, as required. (The "UM" stamp is on most vessels under 35 gallons)

نکات

۱- تانک های اکسیژن و هوا باید تائیده های کیفی مخازن تحت فشار بر طبق استانداردهای ملی را داشته باشند، همچنین شرکت های واردکننده ملزم به ارائه آزمون مطابقت با ۲۳ Directeive 97/EEC نیز ضروری می باشد.

۲- فشار : در سیستم PSA میزان فشار کاری تانک هوا ۷ الی ۸ بار و تانک اکسیژن ۴ الی ۶ بار که جهت ایمنی تانک اکسیژن را ۷ الی ۸ بار در نظر گرفته می شود (معادل فشار تولیدی کمپرسور).

فشار تست تانکها بایستی بالاتر از ۱+۱/۲ فشار کاری باشد یعنی ۱۲ که بهتر است ۱۵ تا ۲۰ بار نیز تانک تست شود.

۳- ضخامت تانک: بایستی علاوه بر تحمل فشار ، ضخامت مناسب (با توجه به درصد مجاز خوردگی) نیز داشته باشد به طور مثال تانک ۱۰۰۰ لیتری ضخامت ۶ الی ۸ میلی متر.

۴- نوع ورق تانک: فولاد یا گالوانیزه

۵- پوشش خارجی : بهتر است که رنگ استاتیک باشد(کوره ای) که دوام لازم را داشته باشد.

۶- پوشش داخلی : برای تانک اکسیژن و هوا برای جلوگیری از هرگونه ترکیب مواد شیمیایی و جلوگیری از خوردگی با اکسیژن بهتر است از مواد و ترکیبات سازگار با اکسیژن استفاده کرد.

در انتخاب سایز تانک هوا دو نکته در نظر گرفته شود:

الف : یک تعیین زمان لازم برای استراحت کمپرسور و افزایش ندادن تعداد loud و unload کمپرسور

ب: تعیین هوای مورد نیاز برای تولید اکسیژن در مولد که افت فشار زیاد پس از ورود هوا به ستونها ایجاد نگردد.

ج: از فرمول زیر می توان اندازه تانک هوا را محاسبه کرد:

Dimensioning of the receiver volume

Qc-Compressor s capacity (1/s) =150 1/s

P = Compressor s intake pressure (bar (a)) = 1 bar (a)

T = Compressor s maximum intake temperature (K) = 273+30=303k

Fmax =maximum cycle frequency=1 cycle /30 seconds

(P-PL)=set pressure difference between loaded and unloaded compressor (bar) = 0.5 bar. To=Compressed air temperature out of the sclected compressor is 10 C higher that the ambient temperature which is why the maximum temperature in the air receiver will be (K) = 273+40=313K.

Compressor with loading/unloading regulation gives the right formula for air receiver volume:

$$V=\frac{0.25\times Q_C\times T_0}{F_{max}\times(p_u-p_l)\times T_l}=\frac{0.25\times150\times313}{1/30\times0.5\times303}=2324/7$$

This is the minimum recommended air receiver volume.

. The next standard size up is selected

انتخاب تانک اکسیژن Oxygen chamber

الف : گرفتن نوسانات ناگهانی مصرف

ب : جبران افت فشار خط مصرف در موارد بروز ناگهانی آن

ج: تامین اکسیژن خط مصرفی برای حداقل زمان ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در صورت قطع تولید اکسیژن به طوریکه در این زمان مرکز درمانی فرصت کافی داشته باشد تا از BACK UP کپسولی استفاده نماید.

د: در خصوص اندازه تانک اکسیژن مورد نیاز بایستی با کمپانی سازنده تبادل نظر گردد.

ه: ساز کاری جنس مواد سازنده تانک با اکسیژن

۵- الزامات فضای فیزیکی نصب دستگاه اکسیژن ساز بیمارستانی

۱. سیستم تامین باید مطابق با دستورالعمل تولید کننده در اتاقی که نسبت به حریق مقاوم بوده و تهویه هوای آن به خوبی انجام گیرد. نصب شود. بسته به شرایط محل، برخی از اجزای سیستم مانند سیلندرها را می توان در هوای آزاد، به صورت محافظت شده از تاثیرات جوی و مکان دارای حصار قرار داد. مقررات ملی یا منطقه ای که برای محل سیستم تامین کاربرد داشته باشد ممکن است موجود باشد.

۲ . محل نگهداری و ذخیره سیلندر های گاز و چند راهه سیلندرها باید تمیز نگهداشته شده و دسترسی به آن فقط برای افراد مجاز امکان پذیر باشد. در هر زمان و بدون استفاده از کلید باید امکان باز کردن درب ها از طرف داخل وجود داشته باشد. همچنین درب ها باید به سمت بیرون باز شوند. قفل کردن درب محل سیستم تامین باید امکان پذیر باشد. حداقل یک درب خروج اضطراری که هیچگونه عامل مسدود کننده ای در مسیرهای نباشد. همچنین این درب باید به هوای آزاد با مکان ایمن دیگری که باید ایجاد گردد، منتهی شود.

۳. از اتاق با مکان سیستم تامین نباید برای دیگر مقاصد استفاده شود

۴. فقط افراد معرفی شده باید مجاز به رسیدگی و کار با تجهیزات سیستم تامین باشند.

۵. سیلندرها باید مطابق با توصیه های تولید کننده نگهداری شوند. یک گروه از سیلندرهای پر شده که برای یک سمت از چند راهه ها کافی باشد را می توان در همان محل با اتاق نگهداری نمود. سیلندرهای خالی منفک شده از تجهیزات سیستم

را می توان تا زمانی که برداشته شوند نگهداری نمود. سیلندر های پر و خالی باید جدای از هم و در مکان های نشانه گذاری و اختصاص یافته به هر کدام نگهداری شوند.

۶. سرویس دهی و نگهداری گازها و مایعات قابل اشتعال در محل با در مکان های مجاور محل سیستم تامین باید ممنوع اعلام شود.

۷. از سیستم حرارتی می توان برای گرم کردن محل سیستم تامین یا مکان نگهداری استفاده نمود مشروط بر اینکه دمای هیچ قسمتی از سیستم حرارتی در تماس با هوای اتاق، از ۲۲۵ درجه سلسیوس بیشتر نشود و همچنین نباید سیلندرها با سیستم حرارتی تماس پیدا کنند.

۸. تمام اتصالات الکتریکی در اتاق سیستم تامین باید در مکان های ثابتی مستقر باشند با نسبت به صدمات فیزیکی محافظت شوند.

۹. وسایل اطفا حریق باید در محل سیستم تامین وجود داشته باشد.

۱۰. اتاق و محوطه باید تمیز و روشنائی مناسب داشته باشد.

۱۱. محوطه ها استقرار سیستم تامین (داخلی و خارجی) باید با شرایط زیر مطابقت داشته باشد

۱۱ . ۱. زمانی که سیستم تامین در مجاورت منابع حرارتی نظیر کوره، مکان های سوزاندن زباله. دیگ جوش مستقر باشد، ساختار مکانی أن باید بگونه ای باشد که دمای سیلندرها از ۴۰ درجه سلسیوس بیشتر نشود.

۱۱ ۰ ۲. سیستم تامین نباید در فاصله کمتر از ۳ متری هادی های الکتریکی باز یا ترانس های برق ۱ مستقر شود.

۱۱ . ۳. سیستم تامین نباید در مجاورت تانکهای نگهداری مشتقات نفتی یا روغن نگهداری شود.

۱۱ . ۴. مکان نصب باید با مقررات سازه ای محلی مطابقت داشته باشد.

۱۱ . ۵. کف مکان نصب باید سیمانی باشد.

۱۱ . ۶. در هر دو طرف درب های مکانی که سیستم تامین نصب شده، باید هشداری به صورت مثال زیر در معرض دید نصب شود.

هشدار: اکسیژن کشیدن سیگار، ایجاد جرفه یا شعله، استفاده از روغن یا گریس ممنوع هیچ گونه مواد قابل اشتعال نباید در فاصله ۵ متری از این مکان قرار گیرد.

۱۱ .۷. ارتفاع دیوارها و حصارهای محلی که سیستم در آن نصب شده نباید کمتر از ۱/۷۵متر باشد.

۱۲. محوطه باید به سهولت به وسایل نقلیه حمل سیلندر دسترسی داشته باشد و بر مبنای روش استفاده شده برای بارگیری و ارتفاع وسیله نقلیه دارای اتصال به زمین داشته باشد.

۱۳. محوطه نصب باید به گونه ای باشد که بخشهای آن از ساختمان های تحت اشغال یا خیابان با پیاده رو حداقل ۳ متر فاصله داشته باشد.

۱۴. به منظور جابجائی سیلندرهای گاز باید از وسیله جابجائی مناسب مانند چرخ دستی ویژه حمل سیلندر استفاده شود.

توصیه های برای نصب بر طبق ایزو ۱۰۰۸۳

۱ . قبل از نصب سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن، نصب کننده باید اطمینان حاصل کنید که سیستم لوله‌کشی توزیع که سیستم تامین به آن متصل می شود با استاندارد ایزو ۱-۷۳۹۶ مطابقت داشته باشد.

۲. قبل متعهد شدن به نصب سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن، تولید کننده باید شرایط محیطی و جغرافیائی محل مورد نظر برای نصب که بر عملکرد سیستم تاثیر گذار خواهد بود را ارزیابی کند.

۳. منبع هوای محیط برای سیستم تغلیظ کننده اکسیژن باید در مکانی مستقر شود که وجود آلاینده ها از طریق خروجی احتراف داخلی (اگزوز)، سیستم های جمع آوری گاز بیهوشی، سیستم های تهویه و تخلیه خلاء و دیگر آلودگی ها. در حداقل مقدار ممکن باشد.

۴. سیستم تغلیظ کننده اکسیژن باید در مکانی تمیز با روشنائی و تهویه مناسب که از لحاظ محیطی برای انجام عملیات کاری و نگهداری گستردگی لازم را داشته باشد نصب شود

۵ . به اقدامات احتیاطی ویژه ای باید به منظور اطمینان از حذف گازهای تهویه شده و تجمع یافته در محیط و انتشار ایمن آن در تمسفر، بعمل آید.

۶ . سیستم تغلیظ کننده اکسیژن، در واحد های تغلیظ کننده خاص، شامل کمپرسور، کمپرسورهای هوای آن و پمپ (پمپهای) خلا و در صورت اتصال، باید بطور مستقل از دیگر منابع تأمین کننده گازهای طبی بجز کمپرسور هوا و پمپ خلاء نصب شود.

۷ . روشهایی باید فراهم شود از انتقال ارتعاشات از سیستم تامین به لوله کشی را کاهش دهد.

۸ . روش هایی باید ایجاد شود تا سطح نوفه سیستم تامین با مقررات منقطه ای یا ملی موجود مطابقت داشته باشد.

۹ . در صورت نیاز باید امکانات فاضلاب برای قسمت از سیستم مانند گیرنده ها فراهم شده باشد.

۱۰. هشدار دهنده های عملیاتی و اضطراری با راهنمای مناسب برای بکارگیری و اقدامات لازم و حداقل در یک مکان که بطور دائم نیروی انسانی در آن باشد، باید نصب شود.

۱۱. به دلیل بالا بودن مصرف برق واحد تغلیظ کننده اکسیژن، ممکن است نیاز به بهبود منبع برق باشد.

روال ارزیابی عملکرد صحیح سیستم اکسیژن ساز و مستند سازی

مقدمه

این روش اجرائی آزمون منالی را در مورد چگونگی تائید ویژگی های بند ۱۰ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ارائه می کند تا بر مبنای آن سیستم راه اندازی شده و تصدیق شود. روش های اجرائی دیگر نیز که به درستی این ویژگی ها را آزمون ها ممکن است توصیه شود. فرم های نوعی برای تصدیق سیستم در پیوستت داده شده است.

کلیات

این آزمون ها باید قبل از اینکه سیستم لوله کشی توزیع از هوای غنی از اکسیژن پر شود باید انجام شود. سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن باید با بستن شیر قطع کننده سیستم تامین با شیر (شیرهای اصلی قطع کننده منبع تأمین از سیستم لوله کشی توزیع جدا شود.

روش اجرائی

کلیات

این آزمون باید یک به یک بر روی هر منبع تامین که دارای واحد تغلیظ کننده اکسیژن است و در نقطه ای که مسیر جریان به سمت مخزن ذخیره هوای غنی از اکسیژن است انجام شود.

غلظت اکسیژن

برای تعیین غلظت اکسیژن باید از یک آنالایزر استفاده شود. غلظت اکسیژن باید با الزامات بند ب ۴ مطابقت داشته باشد.

ذرات آلاینده

آزمون ذرات آلاینده باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود.

میزان ذرات آلاینده باید با الزامات بند ب۴ مطابقت داشته باشد.

روغن آزمون

روغن باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود. میزان ذرات آلاینده باید با الزامات بند ۴ ب مطابقت داشته باشد.

آب

آزمون غلظت بخار آب در هوای غنی از اکسیژن باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود.

میزان ذرات آلاینده باید با الزامات بند ۴ب مطابقت داشته باشد.

دی اکسید کربن و منواکسید کربن

آزمون تعیین غلظت دی اکسید کربن و منواکسید کربن باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود. غلظت دی اکسید کربن و منواکسید کربن باید با الزامات بند ۴-۵-۱ مطابقت داشته باشد.

نحوه سرویس و نگهداری و کالیبراسیون سیستم اکسیژن ساز

کلیات

سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن طبی به برنامه ای منظم به منظور سرویس و نگهداری نیاز خواهد داشت تا از طریق آن از درست بودن عملکرد سیستم اطمینان حاصل شود. این پیوست الزاماتی را که باید به هنگام تنظیم برنامه نگهداری مورد استفاده قرار گیرد، فراهم می کند ولی در بر گیرنده وظایف واقعی نگهداری با زمان تکرار آن نمیباشد

کارکنان

به منظور نظارت و انجام کار سرویس و نگهداری فقط باید کارکنان واجد شرایطی که با عملکرد دستگاه آشنا بوده و در مورد نحوه عملکرد و سرویس نگهداری تغلیظ کننده اکسیژن طبی دارای تجربه لازم باشند، برای نظارت و عملیات نگهداری منصوب شوند. سیستمی برای باز آموزی باید ایجاد شود تا کارکنان بازنگری های عملکردی را دریافت کرده و به صورت ادواری آموزش آنها به روز شود.

به هنگام توسعه برنامه نگهداری پیشگیرانه، مرکز درمانی باید ملاحظاتی را در مورد شرایط سیستم داشته باشد (برای مثال اگر سیستم مجزا شده باشد در این صورت نگهداری پیشگیرانه در فواصل زمانی کوتاه تر انجام گیرد. قطعات یدکی باید بلافاصله در دسترس باشد و تعداد کارکنان آموزش دیده در مرکز باید بیشتر شود).

قطعات یدکی

مالک با دارنده سیستم تامین باید از قابل دسترس بودن قطعات یدکی توصیه شده بوسیله تولید کننده، اطمینان حاصل کند.

برنامه نگهداری

داشتن رویه ای منظم برای سرویس و نگهداری سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن ضرورت دارد. مرکز درمانی برای استفاده کارکنان مسئول نگهداری باید دارای روش های اجرائی مکتوب، چک لیست ها و راهنما ها باشد. این راهنماها باید شامل اطلاعاتی در مورد کارهایی که باید انجام شود. چگونگی انجام و زمان توصیه شده برای تکرار آن باشد. برنامه نگهداری باید در برگیرنده حداقل توصیه های تولید کننده شامل دستورالعمل‌های سرویس و نگهداری باشد. به موارد زیر باید به طور خاص توجه شود

- عملکرد واحد (واحدهای تغلیظ کننده اکسیژن و آلارم آن)

- خلوص و ناخالصی های هوای غنی از اکسیژن تحویل شده (به بند ۴ب رجوع شود)

- کالیبراسیون تجهیزات پایش کننده

- وجود نشت

- تعویض اجزا با قطعات یدکی

- صافی ها

- مقررات ملی با منقطه ای که برای سازمان یا نگهداری کاربرد داشته باشد می تواند وجود داشته باشد.

برای گزارش سریع نقص یا مشکوک بودن عملکرد تجهیزات و تعمیر سریع آن باید روش اجرائی تدوین شده و اجرایی شود.

تمرین ایمنی

روش اجرائی نگهداری باید شامل ارتباط های مناسب و عملیات کنترلی مستند باشد.

نگهداری پیشگیرانه باید در هر زمان و به شیوه ای انجام شود که موجبات به حداقل رساندن صدمه بر کارکرد سیستم تامین فراهم شود. اگر عملیات نگهداری شامل قطع کردن بخش هایی از سیستم لوله کشی باشد در این صورت :

- قطع کردن باید با هماهنگی کامل با کارکنانی که در محل های تحت تاثیر هستند باشد.

- شیر ها و واحد های پایانه تاثیر پذیر به منظور آگاه سازی نسبت به استفاده، علامت گذاری شوند

اگر عملیات نگهداری شامل قطع کردن (گسیختن) سیستم لوله کشی باشد در این صورت فعالیت های زیر نیز انجام شوند:

- از ایمن بودن شرایط کاری اطمینان حاصل شود.

- سیستم تامین از خط لوله جدا شود.

- گاز شوئی سیستم به منظور پاک سازی آلودگی، انجام شود.

- قبل از استفاده، لوله کشی با هوای غنی از اکسیژن پر شود،

آزمون مجدد

به دنبال هر فعالیت نگهداری آزمون های مناسب داده شده در بند ۱۰ استاندارد ۱۰۷۶۶ باید انجام شود.

مستندات

یک سیستم دائمی کنترل مستندات که شامل مستندات مشخص شده در بند ۱۰ استاندارد ۱۰۷۶۶ باشد باید برقرار شود، سیستم کنترل مستندات باید در بر گیرنده سوابق فعالیت های نگهداری، از جمله آزمون ها و مشاهدات باشد. در مواقع لزوم سیستم کنترل مستندات باید به روز شده و حداقل یک بار در سال بازنگری شود.

آنالیز ریسک و رفع مخاطرات احتمالی

کلیات

وضعیت اضطراری می تواند ناشی از قطع ناگهانی با کاهش تامین گاز در بخش های بالینی باشد. در صورت بروز چنین وضعیتی وجود روش اجرائی تنظیم شده به منظور اطمینان از انجام اقدامات فوری به شرح زیر حیاتی می باشد:

- ارتباط و اطلاع رسانی مشکل حادث به افراد و مکان هایی که تاثیر پذیر از آن می باشند.

- حفظ گاز

- اقدامات اصلاحی

مقررات ملی با منقطه ای در خصوص اقدامات احتیاطی آتش سوزی می تواند وجود داشته باشد.

ارتباط

روش اجرانی باید بگونه ای تنظیم شود که در صورت بروز وضعیت اضطراری، از اطلاع رسانی فوری به تمام افراد و بخش های متاثر و کارکنان بخش سرویس و حفاظت تامین گاز به منظور انجام اقدام اصلاحی اطمینان حاصل شود.

این اطلاع رسانی و ارتباط باید شامل موارد زیر باشد:

الف- ماهیت اضطرار

ب- طول مدت احتمالی تداوم اضطرار

پ جزئیات مربوط نگهداری و ذخیره گاز در روش اجرایی که باید بکار گرفته شود

ت- اقدام اصلاحی که باید انجام شود.

در هر بخش به منظور هماهنگی و ارتباط و اطلاع رسانی باید کارکنان مجرب معرفی شوند.

حفاظت از تامین گاز

در هنگام اعلام وضعیت اضطرار مسئولین هماهنگ کننده هر بخش باید استفاده از گاز سیستم لوله کشی را به حداقل سطح مورد نیاز کاهش دهند.کارکنان مسئول بررسی باید سیلندر های ذخیره متصل به چند راهه و سیلندرهای نگهداری شده با دیگر منابع در نظر گرفته شده برای مواقع اضطراری را به سیستم لوله کشی متصل کننده با به محل استفاده برسانند.

در صورت لزوم باید منابع اضافی دیگری برای گاز به عرضه کننده سیلندر با دیگر مراکز درمانی سفارش داده شود تا نیازها در طی مدت اضطرار برآورده شود.

اقدام اصلاحی

- تحقیق در مورد عامل بروز نقص در سیستم تامین باید بلافاصله انجام گیرد و فعالیت مربوط به تعمیر و اصلاح انجام شود.

- تحقیقات ممکن است نشان دهد که نیاز به جدا سازی دیگر مکان ها در مرکز درمانی که مقدمنا تحت تاثیر نیستند، به منظور انجام تعمیرات باشد. در چنین مواقعی و در این مکان ها باید قبل از قطع کردن منبع گاز روش های اجرائی ارتباط و اطلاع رسانی انجام شود.

آموزش

- کارکنان مسئول باید آموزش های مناسب در مورد استفاده از گاز های طبی و سیستم لوله کشی را دیده باشند و با نقشه های لوله کشی گاز طبی و مکان شیرهای قطع کننده آشنا باشند.

- به منظور تمرین روش اجرائی اضطراری حداقل دو مرتبه در سال باید اجرا شود. هر گونه مسئله یافته شده باید اصلاح شده و باز آموزی ضروری باید انجام شود.

- موقعیت های واقعی اضطراری باید ارزیابی شده و اقدام مناسب باید انجام شود تا روش اجرائی و آموزش ها بهبود داشته باشند.

سیلندرهای ذخیره اضافی

- توصیه می شود سیلندرهای گاز ذخیره که به منبع تامین متصل نیستند همراه با سیلندرهای ذخیره متصل به سیستم نگهداری شوند. ظرفیت چنین منابع اضافی باید محاسبه شود و مصرف معمول روزانه گاز در محاسبات، ترتیبات معمول تامین و روش های اجرائی اضطرار که در مواقع بروز نقص در سیستم تامین باید اجرا شوند، مد نظر گرفته شود.

- ممکن است بخش های مراقبت ویژه به منظور به حداقل رساندن تاخیری زمانی در هنگام بروز وضعیت اضطراری به سیلندرهای ذخیره خود نیاز داشته باشد، اگر سیلندرهای متصل به رگولاتورهای فشار متصل باشد بدین منظور استفاده شوند، خروجی رگولاتور فشار باید ویژه گاز باشد و به شیلنگ کم فشار متصل باشد.

انواع درایر (خشک کن)

1. **درایر تبریدی**
2. **درایرجذبی**

دلایل استفاده از درایر

همانطور که از نام خشک کن بر می آید، این دستگاه به منظور حذف رطوبت از هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین وسیله، ابزارها، ماشین آلات گران قیمت، لوله ها و اتصالات از خوردگی و پوسیدگی محافظت می شوند.

آب در سیستم هوای فشرده چگونه ایجاد می شود؟

کمپرسور حجم زیادی از هوا را مکش می کند و فشار آن را به ۷ برابر فشار هوای محیط می رساند هوای محیط همواره دارای مقداری آب به صورت بخار می باشد. نکته در مسئله این است که هوا قابلیت فشرده شدن را دارد ولی آب نه!!

در نظر بگیرید که کمپرسور شما ۷ متر مکعب هوا را مکش می کند و آن را فشرده می سازد و تبدیل به ۱ متر مکعب هوا با فشار ۷ بار کند.

۷ متر مکعب هوایی که وارد شده دارای آب است بعد از فشرده سازی، حجم آن به ۱ متر مربع رسیده است ولی حجم آب همانقدر باقی مانده است (مایعات فشرده نمی شوند). به عبارتی مقدار آبی که در ۷ متر مکعب هوا وجود داشت، هم اکنون در ۱ متر مکعب هوا وجود دارد و میزان آب در مقیاس حجم افزایش یافته است.

هر چقدر دما بالا تر باشد هوا می تواند مقدار بیشتری آب را در خود نگه دارد. با پایین آمدن دما، توانایی هوا در نگهداری رطوبت کاهش می یابد و آب از هوا جدا می شود.

زمانی که هوا از کمپرسور خارج می شود حدود ۲۰-۳۰ درجه گرم تر از هوای محیط است. با مرور زمان هوا در مخزن خنک می شود و بخار آب موجود در هوا، به مایع تبدیل شده و در مخزن جمع می شود.

چگونه باید هوای فشرده را خشک کرد؟

چند راه برای خشک کردن هوا وجود دارد:

- کم کردن دما و دوباره گرم کردن هوا: بخار آب در دمای پایین به آب تبدیل می شود و آن را جدا کرده و با گرم کردن مجدد آن، هوا خشک می شود این پروسه در خشک کن های تبریدی (یخچالی) رخ می دهد
- جذب شیمیایی: آب موجود در هوا به صورت شیمیایی در مجاورت مواد جاذب شیمیایی قرار می گیرد آب در این مواد شیمیایی حل می شود سپس هم مواد و آب از دستگاه خارج می شوند
- جذب سطحی : آب به سطح مواد (جاذب سطحی) یا مواد جاذب سطحی قابلیت دوباره تجدید شدن را دارند به منظور دفع کردن آب این فرایند درایر های خوبی سطح اتفاق می افتد

خشک کن (درایر) تبریدی

یک راه آسان و نسبتا کم هزینه برای جداسازی آب از هوای فشرده نصب **درایر تبریدی** در سیستم هوای فشرده می باشد.با نصب درایر از رطوبت و زنگ زدگی سیستم لوله کشی و تجهیزات بادی جلوگیری می شود. این دستگاه ساختاری همچون یخچال دارد .هوای کمپرسور پیش از ورود به خط لوله اصلی وارد **درایر** می شود. این دستگاه دمای هوا را به یکباره تا دما ۳ درجه سانتیگراد سرد می کند. با کاهش دما ، هوا قابلیت نگهداری رطوبت را از دست می دهد. در نتیجه تمام رطوبت موجود از هوا جدا شده و هوایی کاملا خشک وارد خط لوله هوای فشرده می شود.شکل های زیر نحوه اتصال درایر در کمپرسور های اسکرو و پیستونی را نشان می دهد.

نحوه کار درایر تبریدی

همانطور که از نام این درایر بر می آید، درایر یخچالی بر اساس سرد کردن هوا همانند یخچال) عمل می‌کند هوای گرم و مرطوب که از کمپرسور خارج می شود وارد درایر می شود و تا دمای ۳ درجه سرد می شود.

بخار موجود در هوای گرم در این فرایند به آب تبدیل می شود و این آب بوسیله یک شیر برقی اتوماتیک از دستگاه تخلیه می گردد. سپس هوای سرد، گرم می شود تا به دمای اتاق برسد. پروسه سرد کردن هوا به صورت کلی همانند عملکرد یخچال است. در تصویر زیر درون درایر کارکرده را مشاهده می کنید. اجزای تشکیل دهنده درایر در عکس نشان داده شده است evaporator(جایی که هوای فشرده سرد می شود) در بالای درایر نصب شده است.

شکل ۲۲- درایر و اجزای آن

انواع درایر تبریدی هوای فشرده

به صورت کلی دو نوع درایر وجود دارد:

درایر گردشی و غیر گردشی. مزیت درایر های گردشی در این است که قابلیت افزایش یا کاهش میزان سردکنندگی را براساس هوای مصرفی دارند. این ویژگی در هزینه برق مصرفی بسیار تاثیر گذار است

خشک کن های تبریدی غیر چرخشی متداول ترین نوع درایر ها هستند که از نظر قیمت و هزینه نگهداری و تعمیرات کم خرج ترین نوع درایر محسوب می شوند.

نکات خرید درایر

- ماکسیم فشار : حداکثر فشار درایر باید بالاتر از ماکسیم فشار کمپرسور باشد

- ماکسیم جریان : حداکثر جریان قابل عبور از درایر باید بالاتر از ماکزیم جریانی باشد که کمپرسور شما تولید می کند . اگر حجم درایر کوچک تر از حجم هوای تولیدی کمپرسور باشد، منجر به افت فشار شدید در درایر می شود (زیرا هوا در عبور از درایر با مشکل روبرو می شود) در نهایت برای جبران این افت فشار شما مجبور می شودید فشار کاری کمپرسور را افزایش دهید و این سبب بالا رفتن مصرف برق میشود و در نهایت خشک کن شما نمی تواند رطوبت را به طور کامل حذف کند.

- دمای ورودی : درایر یک حد بالای دمای ورودی دارد. اگر دما از این حد بالاتر برود سبب آسیب رسیدن به قطعات درایر می شود از طرفی رطوبت گیر ظرفیت خود را برای رسیدن به نقطه شبنم مناسب را از دست می دهد. برخی از کمپرسورهای اسکرو دارای After cooler هستند که هوای تولید شده را به دما ۴۰ درجه می رسانند بدون After coolerدما حدود ۸۰ درجه سلیوس یا بالاتر خواهد بود دمای هوا که از کمپرسور خارج می شود را چک کنید درایرها انواع مختلفی دارند برخی از آنها قابلیت تحمل دمای هوا بالایی را دارند.

- ماکزیمم دمای هوای محیط دمای هوای محیط :دما هوای محیط هم در عملکرد درایر نقش دارد در صورتی که دمای محیط بالا برود احتمال خاموش شدن درایر وجود دارد در روزهای گرم تابستان دمای اتاق کمپرسور را کنترل کنید.

درایر های جذبی Desiccant Air Dryer

درایرهای جذبی (دسیکانت) از مواد جاذب استفاده می کنند که آب را به خود جذب می کنند. به عبارت دیگر آب به سطوح این مواد می چسبد هر از چند وقت یکبار مواد جذبی دوباره احیا می شوند. این فر آیند به صورت خودکار توسط درایر صورت می گیرد. درایر هوای داغ و خشک را به مواد جاذب می دهد تا آب جدا شود درایر ها دسیکانت می توانند به درجه پایین تری برسند تا ۷۰- درجه سلسیوس.

کدام یک درایر جذبی یا درایر تبریدی؟

کدام یک از این درایر ها بهتر است؟ انتخاب درایر جذبی یا تبریدی بستگی به دمای هوایی دارد که سیستم در آن کار می کند. در اکثر مواقع درایرهای تبریدی پاسخگو کار شما هستند این درایرها تا دمای هوای ۳ درجه سلسیوس آب را از سیستم حذف می کنند. تا زمانی که دما زیر ۳ درجه نباشد مشکلی از نظر وجود آب در سیستم مشاهده نمی شود ولی در صورتی که سیستم هوای فشرده شما در محیط های سرد یا خارج از فضای بسته است و دمای محیط معمولا زیر ۲ درجه سانتیگراد است درایرهای دسیکانت گزینه خوبی است.

نکات مهم در انتخاب درایر

هنگام خرید درایر باید به دو نکته توجه داشت.

۱. حجم هوا، ماکسیم فشار و نوع درایر تبریدی یا جذبی.

۲. قیمت خرید و هزینه برق مصرفی تنها هزینه های شما نیستند (درایر های تبریدی از لحاظ قیمت و مصرف انرژی اقتصادی تر هستند). هزینه پنهان دیگری در خرید درایر وجود دارد:

افت فشار در سیستم : درایر ها به طور معمول سبب افت فشار تا ۰،۳ bar می شوند. این بدین معنا است که باید کمپرسورتان را در فشار بالاتر تنظیم کرد . این امر سبب مصرف بیشتر برق می شود. کیفیت درایرها تاثیر مستقیم در افت فشار دارد.

اگر قصد خرید درایر جذبی دارید توجه کنید که به چه روشی احیا انجام می شود. اگر فرایند احیا مواد جاذب به وسیله هوای فشرده صورت می پذیرد این به این معناست که ٪۱۵ تا ۲۰ ٪ از ماکزیمم ظرفیت درایر هدر می رود.

نکات خرید دستگاه اکسیژن ساز

در انتخاب دستگاه اکسیژن ساز به دو نکته بسایر مهم توجه نمایید:

- نوع عملکرد
- بازده این دستگاه (مقدار تولید اکسیژن خالص در دقیقه)

این دو فاکتور با یکدیگر نسبت مستقیم داشته و به همدیگر وابسته می باشند.

قبل از هر چیز برای انتخاب مدل مطلوب دستگاه اکسیژن ساز می بایست معلوم گردد برای چه منظور شما آن را احتیاج دارید.

می توان دستگاه های اکسیژن ساز را به ۴ مدل تقسیم نمود:

دستگاه های اکسیژن ساز خودکار که قادر به تامین اکسیژن خالص بطور پیوسته می باشند. این مدل فقط و فقط در بخش احیاء بیماران ، پلی کلینیک ها و بیمارستان ها استفاده می گردد.

۱. دستگاه های اکسیژن ساز خودکار با تامین پیوسته اکسیژن خالص که برای اکسیژن درمانی دراز مدت بیمارانی که از مریضی های قلبی و ریوی رنج برده و احتیاج شبانه روزی به اکسیژن خالص دارند. این نوع اکسیژن ساز در مراکز درمانی و خانه قابل استفاده می باشد.
۲. دستگاه های اکسیژن ساز با تولید اکسیژن خالص برای سالم نگاه داشتن بدن، سانس های اکسیژن درمانی برای جلوگیری از بیماری ها و آماده سازی کوکتل اکسیژن در خانه و مراکز عمومی استفاده می گردد.
۳. دستگاه های اکسیژن ساز با تولید اکسیژن خالص برای آماده سازی کوکتل اکسیژن ساز در بارهای اکسیژن، مراکز ورزشی و درمانی و غیره استفاده می گردد.

دستگاه های اکسیژن ساز پزشکی حرفه ای

دستگاه های اکسیژن ساز پزشکی حرفه ای در بخش های احیای بیماران در بیمارستان ها و پلی کلینیک ها نصب گردیده و همزمان با دستگاه بیهوشی و دستگاه تنفس مصنوعی کار می کنند. دستگاه های اکسیژن ساز بیمارستانی ظرفیت بالایی داشته و تولید آنها ۱۰ لیتر اکسیژن و بیشتر می باشد. آنها برای کار شبانه روزی و پیوسته در نظر گرفته شده اند.

مدل های متعددی از دستگاه های اکسیژن ساز در بازار تجهیزات پزشکی موجود بوده و این طیف وسیع دستگاه اکسیژن ساز، انتخاب دستگاه مناسب برای انجام اکسیژن درمانی در شرایط خانگی را برای خریدار مشکل می سازد. به این دلیل، در انتخاب دستگاه اکسیژن ساز باید دقت زیادی نمود برای اینکه این موضوع ممکن است حیاتی باشد و از طرفی این دستگاه ها ارزان نمی باشند.

امروزه، دستگاه های اکسیژن ساز به طور گسترده ای در منازل و شرایط خانگی استفاده می شود. دلیل اصلی این موضع این است که آنها دارای ابعاد کوچک و نسبتا جمع و جور بوده و استفاده از آنها بسیار ساده می باشد. از این دستگاه اکثرا برای معالجه بیماری های شایع ذیل استفاده می گردد:

- بیماری مزمن انسدادی ریه (COPD)
- آسم؛
- فیبروز کیستیک؛
- فشار خون ریوی؛
- نارسایی قلبی؛
- هیپوکسی جنین در دوران بارداری

مقدار تولید اکسیژن در دقیقه

اصلی ترین مشخصه هر دستگاه اکسیژن ساز جریان اکسیژن تولید شده در دقیقه که ۹۰ درصد خلوصیت دارد. بنا بر این مشخصه، در وحله اول مقدار اکسیژن برای کاربر باید تعیین گردد. در بعضی موارد بیمار احتیاج اکسیژن درمانی شبانه روزی داشته و در بعضی موارد تنفس از طریق این دستگاه ۳۰ الی ۶۰ دقیقه در روز کافی است.

در مواردی که بیمار با نارسایی تنفسی به استفاده ۲۴ ساعته نیاز دارد می بایست دستگاه هایی که بیشتر و یا ۵ لیتر اکسیژن با خلوصیت ۸۰ درصد در دقیقه تولید می نمایند بررسی نمود. بنایراین تمام مدل هایی که کمتر از ۵ لیتر اکسیژن در دقیقه تولید می نمایند فراموش کنید. آنها معمولا برای آماده سازی کوکتل های اکسیژن و نارساسس های ساده تر استفاده می گردند.

در مواردی که اکسیژن درمانی برای مدت کوتاه (یک یا چند ساعت) در روز نیاز است می بایست دستگاه های با تولید اکسیژن تا ۳ لیتر در دقیقه بررسی گردد.

صدای دستگاه

اگر دستگاه اکسیژن ساز برای درمان دراز مدت استفاده می گردد و در اکثر موارد دستگاه ها بطور متداول و پیوسته کار می کنند می بایست بلندی صدای دستگاه در نظر گرفته شود. هر دسی بل بیشتر در صدای دستگاه اکسیژن ساز در استفاده طولانی حائز اهمیت بوده و ممکن است شرایط ناخوشایندی برای نه تنها بیمار بلکه برای اطرفیان او ایجاد کند. گوش انسان صدا را در سطح ۲۰ الی ۲۵ دسی بل دریافت می نماید، اما متاسفانه تا کنون دستگاه اکسیژن ساز با صدای کمتر از ۲۰ دسی بل ساخته نشده و درجه صدای کم صداترین دستگاه ها ۳۵ الی ۴۰ دسی بل می باشد.

قابلیت حمل و جابجایی (پرتابل بودن)

تا کنون ما دستگاه های اکسیژن ساز ثابت را بررسی کرده ایم که قابل استفاده تنها در منزل می باشد. اگر فردی زندگی پر جنب و جوش و اکتیوی داشته و علاقه به پیاده روی در خیابان و پارک، رفتن به مغازه و هرگونه جابجایی دارند لازم است دستگاه های اکسیژن ساز پرتابل را بررسی نمود. دستگاه های اکسیژن ساز پرتابل توانایی تولید کمتر از ۵ لیتر اکسیژن را بطور پیوسته و ۵-۶ لیتراکسیژن خالص در حالت ایمپالسیو (کارکردن با نیروی آنی) در دقیقه را دارند. بنابراین مدل پرتابل همچنین برای اکسیژن درمانی دراز مدت هم می توان استفاده نمود.

مشخصاتی که هنگام انتخاب دستگاه های اکسیژن ساز باید به آنها دقت کرد:

- مقدار تولید اکسیژن در دقیقه
- صدای دستگاه هنگام کار
- قابلیت حمل و جابجایی
- مدت زمان گارانتی و قیمت

بررسی و مقایسه تولید اکسیژن به سه روش عمده

۱. تولید اکسیژن به روش الکترولیز آب Electrolysis of Water

۲. تولید اکسیژن به روش جذبی تحت فشار PSA Pressure Swing Adsorption

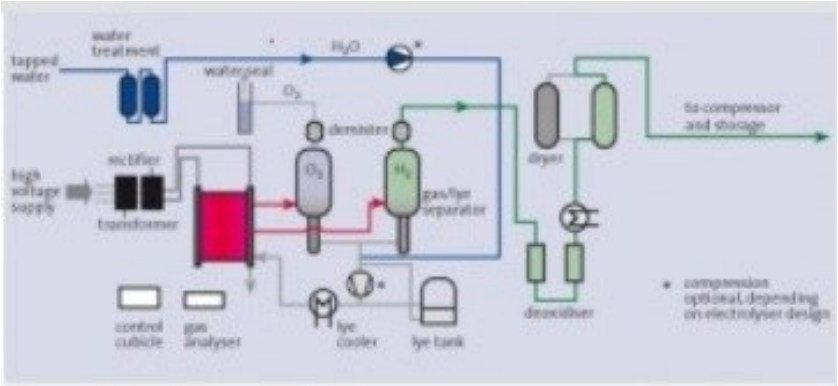
۳. تولید اکسیژن به روش تقطیر جزء به جز توسط سپرتور هوا ASU Air Separation Unit

۱- تولید اکسیژن به روش الکترولیز آب Electrolysis of Water

در این فرایند آب به عناصر سازنده اش یعنی اکسیژن و هیدروژن H_2O تجزیه میشود. مولکول آب که از دو عنصر فوق بصورت دو یون مثبت هیدروژن و یک یون منفی اکسیژن شکل گرفته است ، توسط جذب الکترو مغناطیسی از هم جدا میشوند .

وقتی الکتریسته از طریق دو الکترود به آب وارد میشود یک کاتد (منفی) و یک آند (مثبت)، این یون ها به الکترود با بار غیر همنام جذب میشوند. یعنی یون های هیدروژن با بار مثبت روی کاتد و یون های اکسیژن با بار منفی روی آند جمع میشوند

این روش از نظر اقتصادی جهت تولید گاز اکسیژن مقرون به صرفه نمی باشد فلوچارت زیر فرایند الکترولیز آب را نشان می دهد.



شکل ۲۳- تولید اکسیژن به روش الکترولیز آب

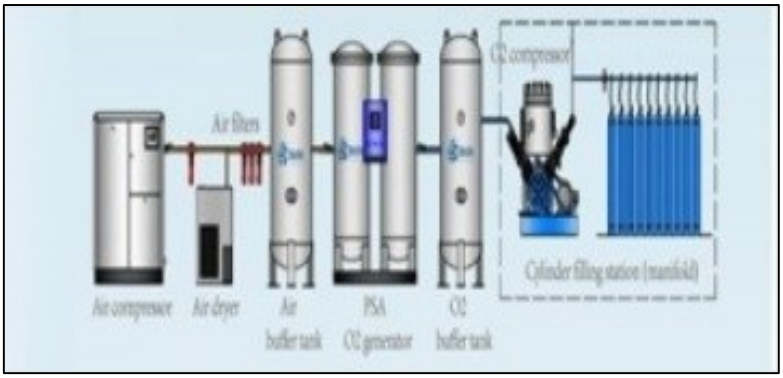
۲- تولید اکسیژن به روش جذبی تحت فشار PSA Pressure Swing Adsorption

در این روش هوا را که تشکیل شده است از ۲۱درصد اکسیژن ، ۷۸درصد نیتروژن و یک درصد گاز های دیگر ، تحت فشار جذبی توسط زئولیت خاص تفکیک می نمایند.

به این صورت که هوا توسط یک کمپرسور تا ۶۰ PSI کمپرس می شود و سپس این هوای فشرده وارد یک سیستم حاوی زئولیت شده تا طی فرایند مولکولار سیو (Molecular Sieve) یا همان غربال مولکولی قرار گیرد و نیتروژن وگازهای دیگر

موجود در هوا تحت فشار، جذب حفره های مولکولی زئولیت شوند. آنچه جذب نمی شود گاز اکسیژن با خلوص ۹۹ تا ۹۹۵ در صد است که پس از خروج از دستگاه مورد استفاده قرار میگیرد.

اکسیژن تولیدی با این روش مناسب برای مصارف طبی وکوره های ذوب فلز می باشد ولی خلوص لازم را برای برش کاری در حد عالی ندارد. به فرایند تولید اکسیژن به روش جذبی تحت فشار در شماتیک زیر توجه فرمایید.



شکل ۲۴- تولید اکسیژن به روش جذبی تحت فشار

۳- تولید اکسیژن به روش تقطیر جزء به جزء توسط سپرتور هوا (Air Separation Unit) ASU

در این روش هوا طی پنج مرحله به بشرح ذیل به مایع تبدیل و سپس عناصر تشکیل دهنده آن از هم جدا می شوند:

۱. تراکم Compression

۲. تصفیه Purification

۳. خنک سازی Refrigeration

۴. انبساط Expansion

۵. تقطیر Distillation

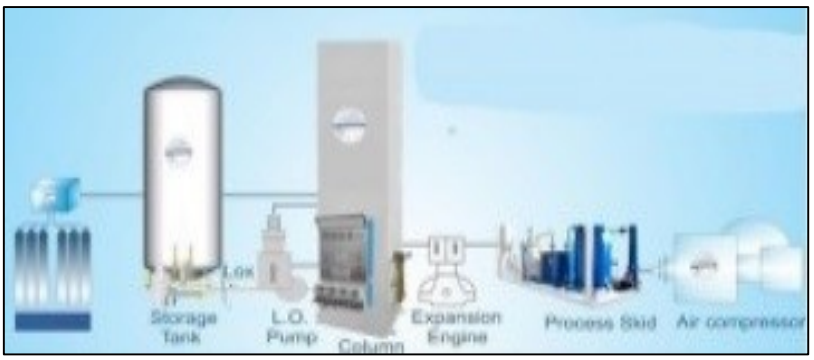
هوا توسط کمپرسورهای چند مرحله ای تا حدود ۲۰۰ bar فشرده میشود و پس از آن وارد سیستم تصفیه شده و ناخالصی های آن از جمله بخار آب ، دی اکسید کربن و برخی هیدروکربن های همراه آن توسط زئولیت جذب وجدا میشوند و بعد هوای خشک و تصفیه شده توسط سیستم فریون جذب وجدا میشوند و بعد هوای خشک و تصفیه شده توسط سیستم فریون تا منفی ۳۰ درجه سانتی گراد سرد می شود وس از عبور از توربین اکسپندر وشیرهای انبساطی وهمچنین افت

فشار از ۲۰۰ به ۵ bar بسرعت سرد میشود وبرودت آن به منفی ۱۷۰ درجه سانتی گراد میرسد.هوا با این دما که عمدتا به صورت مایع میباشد وارد مرحله پنجم و ستون تقطیر (distillation column) می شود و در اینجا که قلب دستگاه تولید کرایوجنیک است عمل تقطیر و تفکیک جزء به جزء هوا شکل می گیرد.

در حقیقت تقطیر یک فرایند تبخیر و انقباض دوباره است که برای جداسازی مخلوطی از مایعات از یکدیگر بر طبق نقطه جوششان استفاده می شود. لازم به یه یادآوری است که نقطه جوش اکسیژن در فشار اتمسفر -۱۸۴ درجه سانتیگراد، آرگون -۱۸۵ و نیتروژن -۹۶ درجه سانتیگراد می باشد. یعنی هر یک از عناصر یاد شده در این دماها از حالت گاز به مایع تبدیل میشوند. البته در برج تقطیر تحت فشار و حرارت بحرانی در دمای بالاتر از نقطه جوششان تبدیل به مایع می شود.

اکسیژن یا نیتروژن بصورت گاز یا مایع که طبق این روش تولید می شود از نظر کمی و کیفی بهترین و مطمئن ترین روش است.

به فرایند تولید اکسیژن به روش تقطیر جزء به جزء توسط سپرتور هوا در شماتیک زیر توجه فرمایید.



شکل ۲۵- تولید اکسیژن به روش تقطیر جزء به جزء توسط سپرتور هوا

جدول ۶ – زمان بندی سرویس و نگهداری دستگاه کمپرسور

ردیف	شرح	روزانه	هفتگی	500 h	1000 h	5000 h	10000 h
۱	بررسی سطح روغن	*					
۲	بررسی نشتی روغن		*				
۳	تمیز کردن فیلتر هوا با هوای فشرده		*				
٤	تست سوپاپ اطمینان			*			
٥	بررسی و رگلاژ تسمه ها			*			
٦	تعویض فیلتر روغن				*		
۷	تعویض فیلتر هوا				*		
۸	تعویض سپراتور				*		
۹	تعویض روغن				*		
۱۰	بررسی پیچ های تابلو برق				*		
۱۱	بازدید دقیق مسیر کابل های برق				*		
۱۲	کنترل آمپر هر فاز الکتروموتور				*		
۱۳	گریس کاری الکتروموتور				*		
۱٤	تمیز کردن رادیاتور با هوای فشرده					*	
۱٥	بررسی پیچها و بلبرینگ های الکتروموتور					*	
۱٦	تعویض شلنگ ها						*
۱۷	بررسی پیچها و بلبرینگ های واحد هواساز						*

جدول ۷ - زمان بندی سرویس و نگهداری درایر تبریدی

ردیف	شرح	هفتگی	ماهانه	هر ٤ ماه	سالانه
۱	بازدید تخلیه آب بطور صحیح	*			
۲	اطمینان از دمای زیر ٦۰ درجه هوای کمپرسور		*		
۳	رفع گرد و خاک پره های کندانسور		*		
٤	مطابقت قدرت مصرفی با مشخصات روی پلیت			*	

ردیف	شرح	هفتگی	ماهانه	سالانه یا هر ۸۰۰۰ساعت (هر کدام زودتر|اتفاق بیافتد)
۱	بازدید تخلیه آب بطور صحیح	*		
۲	اطمینان از دمای زیر ٦۰ درجه کمپرسور		*	
۳	بازدید شیرها		*	
٤	تعویض مواد آلومینا اکتیو			*
٥	تمیزکاری اجزای اتودرین			*

جدول ۸ - زمان بندی سرویس و نگهداری جهت تعویض المنت فیلتر و تخلیه آب

ردیف	شرح	سالانه یا ۱۰۰۰۰ساعت (هر کدام زودتراتفاق بیافتد)	۲ الی ۸ بار در روز
۱	تعویض فیلترها	*	
۲	تخلیه اتوماتیک یا دستی آب مخزن		*
۳	تخلیه اتوماتیک یا دستی آب واتر تراپ		*
٤	تخلیه اتوماتیک یا دستی آب فیلترها		*

جدول ۹ - زمان بندی سرویس و نگهداری درایر جذبی (دیسکانت)

منابع و ماخذ :

- استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۴۰ - گاز اکسیژن طبی

- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۴۴ - سیلندر های گاز- سیلندرهای گازهای فشرده شده و مایع شده

- استاندارد ملی ایران به شماره ۹۴۲۵ - نشانه گذاری سیلندر های گاز

- استاندارد ملی ایران به شماره ۷۵۶۶ - سیلندرهای گاز –جابجایی ایمن

- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۷۹۲ - سیلندرهای گاز – سیلندرهای فولادی بدون درز –بازرسی و آزمون دوره ای

- دستورالعمل اجرایی دستگاه های اکسیژن ساز بیمارستانی به روش PSA – اداره کل تجهیزات پزشکی وزارت بهداست ، درمان و آموزش پزشکی

-