

4.2 دستگاه

- دستگاه‌های زیر باید مورد استفاده قرار گیرند:
- الف) دستگاهی برای تولید مقدار کنترل‌شده‌ای از اوزون؛
 - ب) وسیله‌ای برای گردش هوای اوزون‌دار تحت شرایط کنترل‌شده رطوبت و دما از میان محفظه‌ای حاوی نمونه‌های آزمون؛
 - ج) وسیله‌ای برای تعیین غلظت اوزون؛
 - د) دستگاه مناسب برای گرفتن و کشش نمونه‌های آزمون؛
 - هـ) سنبه‌های استوانه‌ای ساخته‌شده از چوب یا فلز؛
 - و) دسیکاتوری پرشده با سیلیکاژل یا ماده معادل؛
 - ز) ترازوی آزمایشگاهی دقیق با قابلیت قرائت 0,1 mg.

4.3 پیش‌شرطی‌سازی نمونه‌ها

تمام آزمون‌ها باید حداقل 16 h پس از اکستروژن یا اتصال عرضی، در صورت وجود، ترکیبات عایق یا روکش انجام شوند. چنانچه آزمون در دمای محیط انجام شود، نمونه‌های آزمون باید حداقل به مدت 3 h در دمای $(5 \pm 23)^\circ\text{C}$ نگهداری شوند.

4.4 نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌های آزمون

4.4.1 نمونه‌برداری از عایق

چه کابل تک‌مغزی باشد و چه چندمغزی، آزمون تنها روی یک مغزی انجام می‌شود. باید طول کافی از مغزی، از موقعیتی که حداقل 1,5 m از انتهای طول کابل فاصله دارد، بریده شود تا دو نمونه آزمون فراهم گردد؛ مگر آنکه مغزی در قسمت بیرونی خود دارای لایه نیمه‌رسانای اکستروژن‌شده باشد که در این صورت باید طول کافی برای چهار نمونه آزمون برداشته شود. هر نمونه‌ای که آثار آسیب مکانیکی نشان دهد نباید برای آزمون‌ها استفاده شود.

4.4.2 نمونه‌برداری از روکش

یک نمونه از کابل یا سیم مورد آزمون، یا از روکشی که از کابل جدا شده است، باید با اندازه‌ای کافی برای تهیه حداقل دو نمونه آزمون برداشته شود.

هر نمونه‌ای که آثار آسیب مکانیکی نشان دهد نباید برای آزمون‌ها استفاده شود.

4.4.3 آماده‌سازی نمونه‌های آزمون از عایق

هرگونه پوشش محافظ موجود روی مغزی باید بدون آسیب‌زدن به عایق برداشته شود؛ مگر آنکه پوشش پیش از ولکانش مستقیماً روی عایق اعمال شده و به آن چسبیده باشد. اگر مغزی در قسمت بیرونی خود دارای لایه نیمه‌رسانا به شکل نوار باشد، این لایه باید برداشته شود. اگر مغزی در قسمت بیرونی خود دارای شیلد نیمه‌رسانای اکستروژده شده باشد، این شیلد باید از دو نمونه آزمون برداشته شده و روی دو نمونه دیگر در جای خود باقی بماند.

4.4.4 آماده‌سازی نمونه‌های آزمون از روکش

دو نمونه آزمون دمبلی باید مطابق IEC 60811-501 آماده شوند. حداقل ضخامت نمونه آزمون باید 0,6 mm باشد. در مورد کابل‌هایی با اندازه‌ای چنان کوچک که آماده‌سازی نمونه‌های دمبلی امکان‌پذیر نباشد، باید از روش آزمونی مشخص‌شده برای عایق استفاده شود.

4.5 روش شرطی‌سازی و تغییر شکل نمونه‌های آزمون

4.5.1 نمونه‌های آزمون عایق

اگر مغزی دارای شیلد نیمه‌رسانای اکستروژده شده نباشد، یک نمونه آزمون باید در جهت و صفحه انحنای موجود خود، بدون پیچش، یک دور کامل به دور سنبه خم شده و در محل تقاطع دو انتها با نخ یا نوار بسته شود؛ نمونه آزمون دوم از همان مغزی نیز باید به‌طور مشابه در صفحه انحنای موجود، اما در جهت مخالف، خم شود.

اگر مغزی در حالت تولیدشده دارای شیلد اکستروژده شده در قسمت بیرونی باشد، دو نمونه آزمون، یکی با لایه نیمه‌رسانای برداشته‌شده و دیگری با لایه نیمه‌رسانای باقی‌مانده در جای خود، باید همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، در هر جهت خم شوند. خم‌کردن باید در دمای 20 °C تا 28 °C و با استفاده از سنبه‌ای برنجی، آلومینیومی یا چوبی با عملیات مناسب، با قطری مطابق جدول 1، انجام شود.

Table 1 – Mandrel diameters

Outside diameter of insulated core d mm	Mandrel diameter (as a multiple of the outside diameter of insulated core)
$d \leq 12,5$	$4 \pm 0,1$
$12,5 < d \leq 20$	$5 \pm 0,1$
$20 < d \leq 30$	$6 \pm 0,1$
$30 < d \leq 45$	$8 \pm 0,1$
$45 < d$	$10 \pm 0,1$

اگر نمونه آزمون بیش از حد صلب باشد و امکان عبور دادن دو انتها از روی یکدیگر وجود نداشته باشد، باید آن را به گونه ای خم و بسته کرد که حداقل خم 180° به دور سنبه ای با قطر مشخص شده ایجاد شود.
سطح هر نمونه آزمون باید با پارچه ای تمیز پاک شود تا آلودگی یا رطوبت از بین برود. نمونه های آزمون خم شده روی سنبه های خود باید پیش از آزمون، به مدت 30 min تا 45 min در هوای دمای محیط و بدون هیچ گونه عملیات اضافی نگهداری شوند.

4.5.2 نمونه های آزمون روکش
سطح هر نمونه آزمون باید با پارچه ای تمیز پاک شود تا آلودگی یا رطوبت از بین برود. سپس نمونه آزمون باید حداقل به مدت 16 h در دسیکاتور و در دمای $(5 \pm 23)^\circ\text{C}$ نگهداری شود.
هر دو انتهای نمونه آزمون را در دستگاه گیرش مهار کنید و آن را به میزان $(2 \pm 33)\%$ بکشید و نمونه آزمون را در حالت کشیده داخل دستگاه گیرش نگه دارید.
یادداشت: برای جلوگیری از ایجاد ترک های احتمالی اوزون در نزدیکی گیره ها، می توان قسمت های موضعی نمونه های آزمون را با لاک مناسب مقاوم در

برابر اوزون پوشاند.

4.6 قرارگیری در معرض اوزون

نمونه‌های آزمون شرطی‌شده که مطابق 4.4 آماده شده‌اند، باید در وسط محفظه آزمون مجهز به شیر آزمون قرار گیرند؛ فاصله نمونه‌های آزمون از یکدیگر باید حداقل 20 mm باشد. نمونه‌های آزمون باید در دمای $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ نگه داشته شوند، مگر آنکه در استاندارد مربوط به کابل طور دیگری مشخص شده باشد، و در معرض جریان هوای خشک در گردش با غلظت موردنیاز اوزون قرار گیرند. غلظت اوزون و زمان قرارگیری در معرض آن باید مطابق استاندارد مربوط به کابل باشد. غلظت اوزون باید مطابق 4.8 در داخل محفظه آزمون اندازه‌گیری شود. هوای دارای غلظت موردنیاز اوزون باید دبی‌ای بین l/h 280 و l/h 560 داشته باشد و فشار هوا باید اندکی بالاتر از فشار اتمسفر حفظ شود.

4.7 ارزیابی نتایج

پس از مدت زمان آزمون مشخص‌شده، نمونه‌های آزمون باید از محفظه آزمون خارج شده و با دید طبیعی یا اصلاح‌شده، بدون بزرگ‌نمایی، بررسی شوند. عایق در بخش 180° قسمت خم‌شده که از محل بستن دورتر است، باید عاری از ترک باشد. سطوح قسمت‌های باریک مرکزی نمونه‌های آزمون دمبلی باید عاری از ترک باشند. هرگونه ترک در نزدیکی گیره‌ها نادیده گرفته شود.

4.8 تعیین غلظت اوزون

4.8.1 آنالیز شیمیایی

4.8.1.1 معرف‌ها

معرف‌ها باید دارای کیفیت شناخته‌شده معرف‌های تجزیه‌ای باشند. در تمام مراحل آزمون باید از آب مقطر استفاده شود.

الف) محلول شناساگر نشاسته: مقدار 1 g نشاسته محلول باید در 40 ml آب سرد هم زده شود و با هم زدن مداوم تا نقطه جوش حرارت داده شود تا نشاسته کاملاً حل شود. این محلول باید با آب سرد تا حدود 200 ml رقیق شده و 2 g کلرید روی متبلور به آن افزوده شود. باید اجازه داده شود محلول

ته نشین شود و سپس مایع رویی برای استفاده سرریز گردد. در صورت استفاده مکرر، محلول باید هر دو یا سه روز یکبار تجدید شود. به عنوان جایگزین، می توان محلول تازه ای از 1 g نشاسته محلول در 100 ml آب جوش تهیه کرد. هنگام استفاده از هر یک از این محلول های نشاسته به عنوان شناساگر، باید چند قطره اسید استیک 10 % به محلول در حال تیترا افزوده شود. (ب) محلول استاندارد ید: مقدار 2 g یدید پتاسیم (KI) و 10 ml آب باید درون لوله توزین قرار داده شده و سپس لوله وزن شود. ید باید مستقیماً روی محلول داخل لوله و روی کفه ترازو افزوده شود تا مقدار کل ید حل شده حدود 0,1 g باشد. محلول حاوی ید افزوده شده باید با دقت وزن شده و مقدار ید افزوده شده تعیین شود. سپس محلول باید داخل بشر ریخته شود؛ لوله توزین، در حالی که روی بشر نگه داشته شده است، باید با آب شسته شود. محلول باید از بشر به داخل بالن کالیبره شده 1 000 ml منتقل شود، بشر با آب شسته و آب شست و شو به بالن افزوده شود و محلول داخل بالن تا 1 000 ml رقیق گردد.

یادداشت: این محلول در صورت نگهداری در محل خنک و تاریک و داخل بطری قهوه ای با درپوش کاملاً بسته، نسبتاً پایدار است. (ج) محلول تیوسولفات سدیم: محلول تیوسولفات سدیم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) با غلظتی تقریباً برابر با محلول استاندارد ید باید با قرار دادن حدود 0,24 g از $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ در بالن 1 000 ml و رساندن حجم آن به 1 000 ml تهیه شود. از آنجا که این محلول به تدریج غلظت خود را از دست می دهد، باید در روز آزمون اوزون در برابر محلول ید استاندارد سازی شود. قدرت، E، محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ که به صورت معادل ید محاسبه و بر حسب میلی گرم ید بر میلی لیتر محلول بیان می شود، برابر است با:

$$\frac{F \times C}{S}$$

where

F is the volume of the iodine solution in millilitres;

C is the concentration of iodine in milligrams per millilitre;

S is the volume of the $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solution used to titrate the solution.

(د) محلول یدید پتاسیم: حدود 20 g از KI خالص باید در 2 ml 000 آب حل شود.
(ه) اسید استیک: باید محلول 10 % (حجمی) تهیه شود.

4.8.1.2 روش اجرا

حجم مشخصی از هوای حاوی اوزون باید از محفظه آزمون از میان محلول KI حبابانده شود، یا حجم مشخصی از هوای حاوی اوزون جمع‌آوری شده و با استفاده از وسیله‌ای مناسب با محلول KI مخلوط گردد.
دو روش جایگزین که می‌توان از آن‌ها استفاده کرد، در زیر توضیح داده شده‌اند:
(الف) یک بطری نمونه‌برداری حاوی 100 ml محلول KI از یک طرف به شیر نمونه‌برداری محفظه آزمون و از طرف دیگر به بورت گازی 500 ml متصل می‌شود. لوله شیشه‌ای متصل‌کننده بطری نمونه‌برداری به شیر نمونه‌برداری باید تا عمق زیادی پایین‌تر از سطح محلول KI در بطری نمونه‌برداری قرار گیرد. شیر دوطرفه روی بورت به سمت اتمسفر باز شده و با بالا بردن آسپیراتور متصل به قسمت پایینی بورت، بورت با آب تا علامت پرشدگی کامل پر می‌شود. سپس شیر بورت به سمت اتمسفر بسته و به سمت بطری نمونه‌برداری باز می‌شود و شیر نمونه‌برداری روی محفظه آزمون نیز به سمت بطری باز می‌گردد. سپس آسپیراتور پایین آورده می‌شود تا آب از بورت خارج شود. در این مرحله، 500 ml از گاز محفظه آزمون از میان محلول KI حبابانده شده است. سپس شیرها بسته شده و بطری برای تیتراژ خارج می‌شود.
(ب) یک قیف جداکننده با ظرفیت 400 ml از محلول KI پر شده و سوراخ پرکردن آن به شیر آزمون محفظه آزمون متصل می‌شود. شیر آزمون و شیر پایینی قیف جداکننده به‌طور هم‌زمان باز می‌شوند تا حدود 200 ml از محلول KI درون استوانه مدرجی که زیر آن قرار دارد تخلیه شود. شیر آزمون و شیر قطع‌کننده به سرعت بسته می‌شوند و قیف جداکننده، که در این حالت حجمی از گاز برابر با حجم محلول KI موجود در استوانه اندازه‌گیری دارد، خارج و درپوش‌گذاری می‌شود. قیف جداکننده باید تکان داده شود تا واکنش کامل با محلول KI ایجاد گردد. محلول موجود در استوانه مدرج باید با استفاده از شناساگر نشانسته از نظر وجود آزاد آزمایش شود و در صورت شناسایی هر مقدار ید، نمونه گاز باید رد شده و نمونه دیگری جمع‌آوری شود.
محلول KI که با حجم مشخصی از گاز محفظه آزمون، با هر یک از روش‌های انتخاب‌شده، واکنش داده است، باید با محلول‌های استاندارد شده $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ و با استفاده از شناساگر نشانسته تیتراژ شود.

4.8.1.3 محاسبه

از آنجا که 1 mg ید در دمای اتاق و فشار اتاق معادل 0,1 ml اوزون است (در محدوده دقت این روش آنالیز، در دما و فشار متوسط اتاق)، غلظت اوزون

را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{Ozone \% by volume} = \frac{10 \times S \times E}{V}$$

where

S is the volume of the $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solution used to titrate the solution in millimetres;

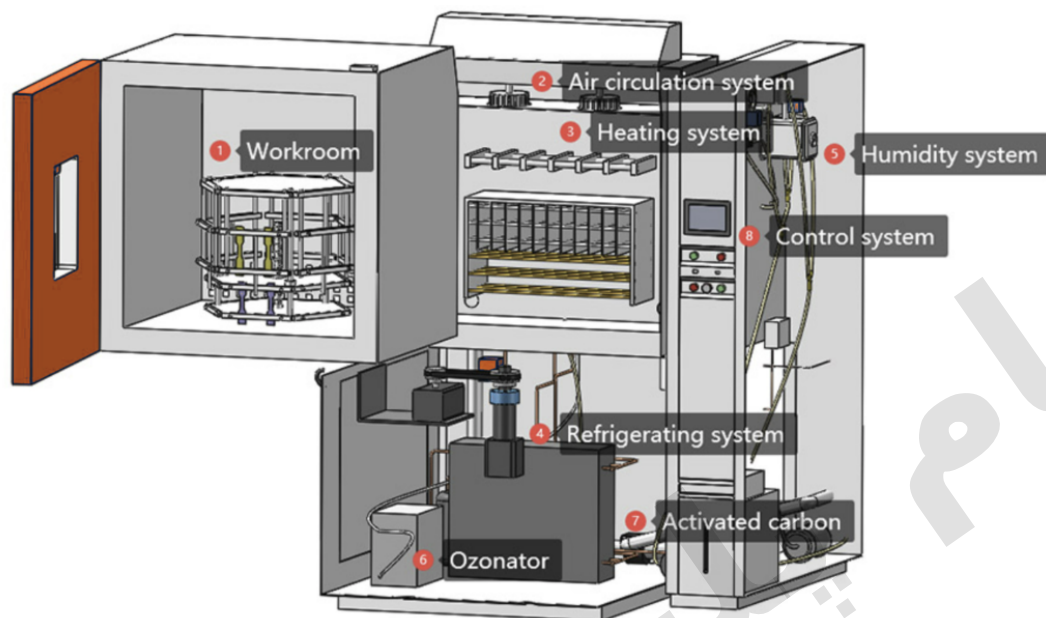
E is the iodine equivalent of the $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solution in milligrams of iodine per millilitre of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;

V is the volume of the gas sample collected in millilitres.

4.8.2 اندازه‌گیری مستقیم با دستگاه اندازه‌گیری اوزون

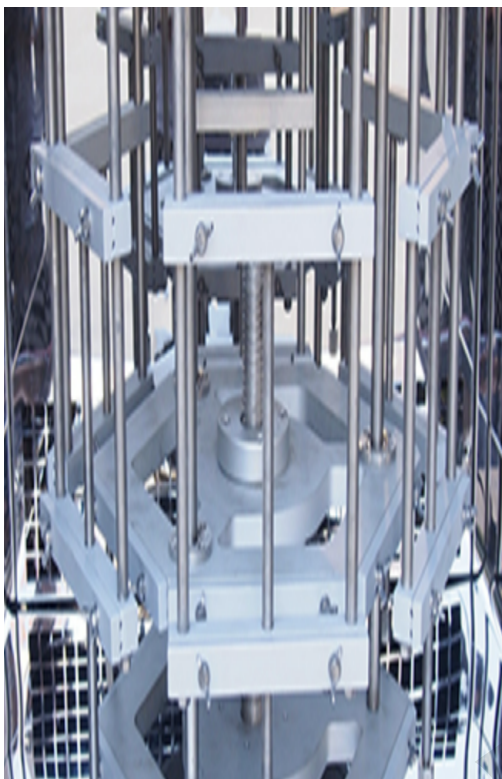
به عنوان جایگزینی برای آنالیز شیمیایی، می‌توان غلظت اوزون را مستقیماً با دستگاه اندازه‌گیری اوزونی اندازه‌گیری کرد که با مقایسه با نتایج به دست آمده از روش شیمیایی کالیبره شده باشد.

محفظه آزمون اوزون

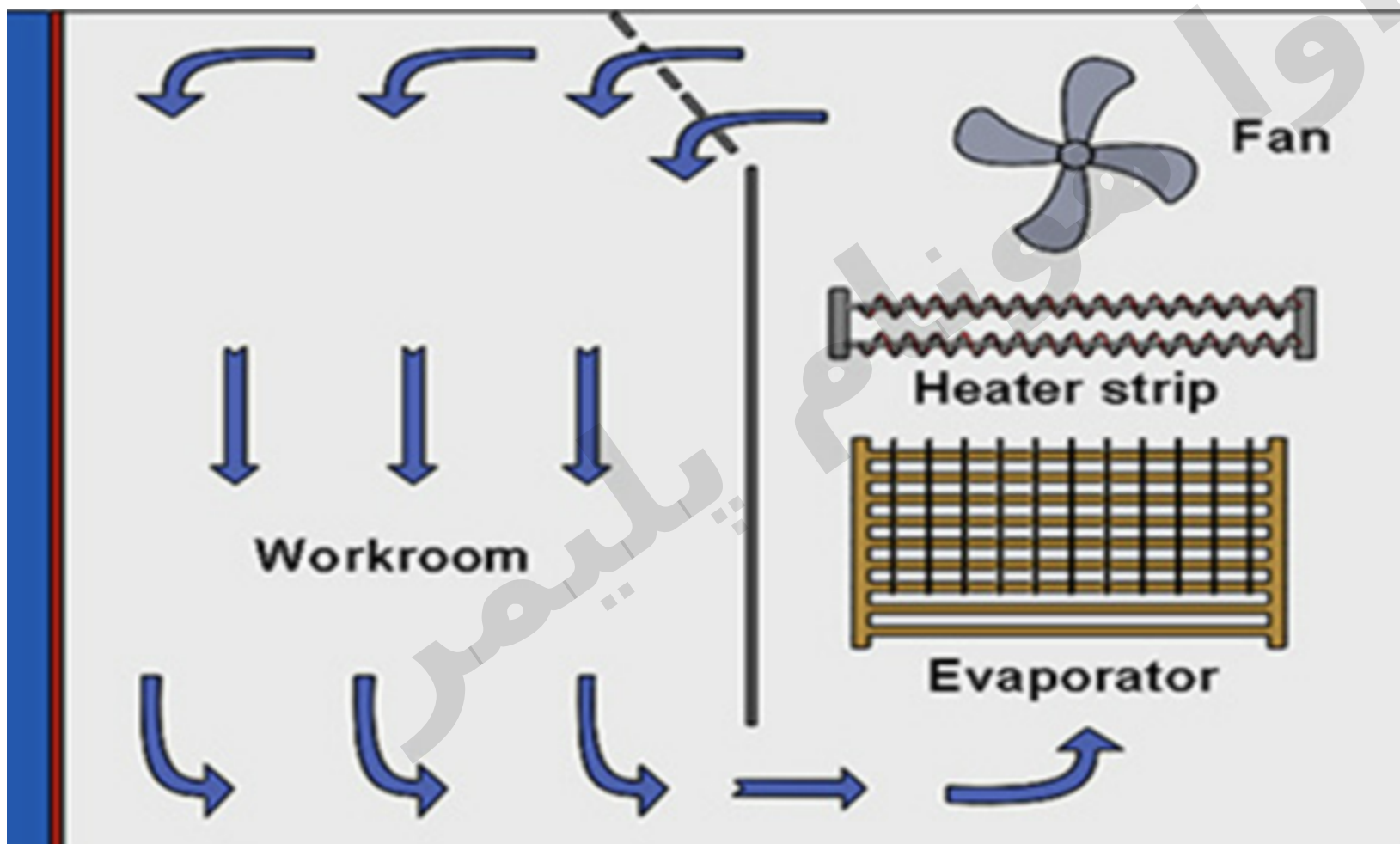


- اندازه محفظه: 70 cm*60*60
- محدوده دما: دمای اتاق- 70C سیستم سرمایش به صورت آپشن ارائه می شود)
- نوسان دما: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- انحراف دما: $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$
- محدوده رطوبت: RH %95-40
- انحراف رطوبت: $\pm 3\% \text{ RH}$
- غلظت اوزون: 1 (□) 500PPM محدوده های دیگر بنا بر درخواست مشتری)

- سرعت چرخش نگهدارنده نمونه: 0~10 r/min
- دبی جریان هوا: 280 l/h و 560 l/h
- سیستم سرمایش: سیستم تبرید با تراکم مکانیکی (به صورت آپشن ارائه می شود و در مدل پایه گنجانده نشده است)
- نشانگر دیجیتال اوزون
- نشانگر دیجیتال دما-رطوبت-زمان (HMI به صورت آپشن ارائه می شود و در مدل پایه گنجانده نشده است)
- سیستم تأمین آب: تأمین خودکار آب، سیستم تصفیه آب
- رطوبت ساز: رطوبت ساز تبخیری با سطح فولاد زنگ نزن
- حسگر گاز: حسگر گاز اوزون
- مولد اوزون: مولد اوزون از نوع تخلیه بی صدا
- گردش هوا: فن گریز از مرکز
- فضای داخلی محفظه از SS304
- کنترل سرعت چرخش فن
- نگهدارنده نمونه با درام چرخان



• عملکرد فن باعث توزیع یکنواخت گاز اوزون، دما و رطوبت می‌شود



• استفاده از سیم حرارتی آلیاژ نیکل-کروم



• رطوبت سازهای تبخیری



• استفاده از روش تخلیه بی صدا برای تولید اوزون



- جذب و تصفیه اوزون باقی مانده در محفظه پس از آزمون، برای جلوگیری از آسیب ناشی از نشت اوزون



آوا هونام پلیمر