



جمهوری اسلامی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مشاره استاندارد ایران

6374-2



گاز هگزا فلورید گوگرد (SF<sub>6</sub>) مورد مصرف در

تجهیزات الکتریکی

قسمت دوم: روشهای آزمون

چاپ اول

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار

وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران

مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این

است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن

آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ((۵)) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس

ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها ، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

کمیسیون استاندارد گاز هگزا فلورید گوگرد (SF6) مورد مصرف در تجهیزات الکتریکی

قسمت دوم - روشهای آزمون

رئیس	سمت یا نمایندگی
علی ، دربانی (لیسانس برق)	مهندسين مشاور نیرو
اعضاء	
عابدی قنبرآباد، محمدرضا (فوق لیسانس شیمی تجزیه )	دانشگاه آزاد واحد قوچان
قلی زاده، محمود(فوق لیسانس مهندسی قدرت )	دانشگاه فردوسی مشهد
خجسته، علی رضا (فوق لیسانس قدرت)نمازی، ا براهیم(فوق لیسانس مدیریت صنایع) معاونت پژوهشی نیرو	شرکت تعمیر و نگهداری تاسیسات انتقال نیرو خراسان
بهشتی، محمد حسن(لیسانس برق)	معاونت پژوهشی توانیر
محمودی، مهرداد (فوق لیسانس برق)	شرکت متن
احمدی، محمد جواد	(فوق لیسانس قدرت)
کریمی، محمد علی (فوق لیسانس قدرت)	شرکت برق منطقه ای فارس
جعفری پور، عبدالرحمن(لیسانس قدرت)	شرکت برق منطقه ای اصفهان
گرانمایه، مهدی (فوق لیسانس قدرت)	شرکت پارس سوئیچ
اسلامی، حسین (لیسانس قدرت)	شرکت برق منطقه ای یزد
زیبائی، فرزاد(لیسانس الکترونیک)	شرکت برق منطقه ای خراسان
دبیر	

شرکت تعمیر و نگهداری تأسیسات انتقال نیرو خراسان	محسنی، محسن (فوق لیسانس شیمی تجزیه )
اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی خراسان	بیگ بابایی، عادل (فوق لیسانس شیمی کاربردی)

صفحه

فهرست مندرجات

الف .....۱

پیش گفتار....

ب .....۱

مقدمه.....

۱ .....۱

۱ هدف.....

۱ .....۱

۲ دامنه کاربرد.....

۱

۳ مراجع الزامی

۲ .....۲

۴ اصطلاحات و تعاریف....

۲ .....۲

۵ نمادها و یکاها.....

۳.....۳

۶ نمونه برداری.....

۴ ....۴

۷ روشهای آزمون .....

۱۸.....۱۸

۸ فاصله زمانی آزمایشات .....

## پیش گفتار

استاندارد“ گاز هگزا فلورید گوگرد ( $SF_6$ ) مورد مصرف در تجهیزات الکتریکی- روشهای آزمون “ که توسط کمیسیونهای مربوط تهیه و تدوین شده و در ۲۲۳ جلسه کمیته ملی استاندارد برق والکترونیک مورخ ۸۱/۸/۱۴ مورد تایید قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابر این برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد. در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود. منابع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

- 1- IEC 480 : 1974 – Guide to the checking of sulphur hexafluoride ( $SF_6$ ) taken from electrical equipments.
- 2- IEC 376 : 1971 – Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride .
- 3- ASTM D 2029 : 1997 – Standard test methods for water vapor content of electrical insulating gases by measurement of dew point.
- 4- ASTM D2685 : 1995 – Standard test method for air and carbon tetrafluoride in sulfur hexafluoride by gas chromatography.
- 5-BS – 5209 : 1975 - Code of practice for testing of sulphur hexafluoride taken from electrical equipments.

هر انحرافی از ویژگی های مجاز گاز هگزا فلورید گوگرد ( $SF_6$ ) ناشی از آلودگی هایی است که می تواند به دلایل مختلفی به وجود آمده باشد که از آن جمله می توان به واکنش های فرآیند تولید گاز، نشتی های موجود در تجهیزات، اشکالات موجود در سیلندر و آلودگی هنگام پر کردن سیلندرها و تجهیزات اشاره کرد. این آلودگی ها می توانند منجر به عدم عملکرد صحیح گاز و صدمه به تجهیزات گردد.

استانداردهای مرتبط با گاز  $SF_6$  مورد مصرف در تجهیزات الکتریکی در سه نسخه با عناوین ویژگیها، روشهای آزمون و مقررات و ایمنی تدوین شده است.

# گاز هگزا فلورید گوگرد مورد مصرف در تجهیزات الکتریکی

## قسمت دوم- روشهای آزمون

### ۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد معرفی روشهای آزمون ناخالصی‌های موجود در گاز هگزا فلورید گوگرد ( $SF_6$ ) که در بخش استاندارد ویژگی‌ها<sup>۱</sup> به آن اشاره شده است می‌باشد.

### ۲ دامنه کاربرد

این استاندارد برای کلیه تجهیزات الکتریکی که گاز هگزا فلورید گوگرد در آن بکار می‌رود مورد استفاده قرار می‌گیرد بعنوان مثال ایستگاههای  $GIS$ <sup>۲</sup>، کلیدهای فشارقوی، باسبارها<sup>۳</sup>.

### ۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیرحاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/یا تجدید نظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذاً بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/یا تجدیدنظر، آخذ ب. چاپ و/یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

1- IEC 1634 : 1995 – High voltage switchgear and control gear – use and handling of sulphur hexafluoride ( $SF_6$ ) in high voltage switchgear and control gear.

<sup>۱</sup> این استاندارد در دست تهیه و تدوین است.

<sup>۲</sup>  $GIS = Gas Insulated System$

<sup>۳</sup> Bus bar

## ۴ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و / یا واژه‌ها با تعاریف زیر بکار می‌رود:

### ۱-۴ هوا

منظور از هوا مجموع نیتروژن و اکسیژن موجود در گاز هگزا فلورید گوگرد می‌باشد.

### ۲-۴ نقطه شبنم

دمایی است که در آن یک گاز باید با فشار ثابت و مقدار بخار آب ثابت تا درجه اشباع خنک شود به حدی که خنک کردن بیشتر منجر به تشکیل اولین قطره مایع شود.

### ۳-۴ اسیدیته

غلظت کل اسیدهای موجود در گاز هگزا فلورید گوگرد است که بصورت قسمت در میلیون وزنی ( $ppm$ ) بیان می‌شود و به صورت اسید هیدروفلوریک ( $HF$ ) محاسبه می‌گردد.

## ۵ نمادها و یگاها

$ppm$  = قسمت در میلیون

## ۶ نمونه برداری

نمونه برداری باید با هدف بدست آوردن یک نمونه که نماینده مواد موجود در دستگاه باشد، انجام گیرد. در بیشتر موارد،  $SF_6$  به حالت گازی وجود دارد. بنابراین باید یک نمونه گازی برداشته شود. اما در بعضی موارد قسمت اعظم  $SF_6$  و یا اکثریت آن ممکن است مایع باشد و بنابراین باید یک نمونه مایع استفاده شود. باید احتیاط‌های لازم رعایت شوند تا اینکه مطمئن شد هیچ مایعی از  $SF_6$  بین

---

<sup>3</sup>part per million

دو شیر بسته به تله نیافتند. نمونه گازی نباید از طریق فیلتر برداشته شود چون که فیلتر می‌تواند ترکیب نمونه را تصحیح کند.



اگر چه مطلوب است که نمونه بطور مستقیم از دستگاه مورد تست به ابزار تجزیه کننده عبور داده شود، ممکن است همیشه آنالیز در محل نصب امکان پذیر نباشد. در این موارد، نیاز است که از یک سیلندر نمونه برداری حد واسط از جنس مواد غیر واکنش دهنده مثل استیل ضد زنگ و یا شیشه پیرکس استفاده کرد. نسبت پر کردن حداکثر یک کیلوگرم در هر لیتر در دماهای معمولی پیشنهاد می شود. بهتر است که سیلندر درست قبل از پر کردن و فوراً بعد از پر کردن وزن شود.

#### ۱-۶ خط نمونه برداری و اتصالات

برای اتصال دستگاه اندازه گیری یا سیلندر حد واسط به تجهیزاتی که نمونه از آن برداشته می شود به یک خط نمونه برداری احتیاج است. این خط می تواند شامل ۱ تا ۲ متر لوله استیل ضد زنگ با قطر داخلی ۳ تا ۶ میلی متر باشد. اتصالات باید از نوع تمام فلزی و گازبندی باشد. داخل لوله باید تمیز باشد و عاری از گریس، روغن روان کننده، .... باشد.

با برداشتن درپوش ها یا پوشش ها، به صورت مناسب، نقطه نمونه برداری را آماده کرده و هر نوع آب قابل مشاهده ای با یک تکه پارچه خشک و تمیز کنید. خط نمونه برداری را می توان به کمک یک دمنده هوای داغ خشک نمود. سپس اتصالات به تجهیز وصل شده، خط نمونه برداری توسط یک جریان آرامی از گاز  $SF_6$  برای چند دقیقه قبل از برداشتن نمونه تمیز شود.

---

استاندارد ملی ایران	شماره
---------------------	-------

---

#### ۷ آزمون ها

۱-۷ اندازه گیری هوا، تترا فلورید کربن ( $CF_4$ ) و فلوس گاز  $SF_6$  به روش کروماتوگرافی گازی (GC)

مواد لازم ۱-۱-۷

گاز هلیوم با خلوص بالا ۱-۱-۱-۷

یک مخلوط گازی که شامل درصدهای معلومی از هوا و  $CF_4$  در هلیوم و یا هوا و  $CF_4$  در  $SF_6$  است مورد نیاز می‌باشد. غلظت یک جزء در نمونه مرجع نباید کمتر از ۰.۵٪ و یا بیشتر از ۳۰.۰٪ غلظت جزء مربوطه در نمونه مجهول باشد.

### ۲-۱-۷ وسایل لازم

کروماتوگراف گازی شامل یک سیستم ورود نمونه، ستون  $PorapakQ$  با مش  $80/100$  یا  $PorapakR$  با مش  $50/80$ ، فلومتر و آشکارساز هدایت حرارتی ( $TCD$ ) و سیستم حصول داده‌ها می‌باشد. دستگاه باید هوا، تترا فلورید کربن و  $SF_6$  را کاملاً از یکدیگر جدا کند و خط ما بین دو پیک متوالی تا خط مبنا برسد.

### ۳-۱-۷ روش اجرای آزمون

نمونه‌های گاز  $SF_6$  توسط  $GC$  و با استفاده از آشکارساز  $TCD$  و یک ستون جداسازی مناسب آنالیز می‌شوند. غلظت هوا و  $CF_4$  از مساحت پیکهای آنها و ضرایب تصحیحی (که تفاوت پاسخ آشکارساز برای ترکیبات مورد بررسی را در نظر می‌گیرند) تعیین می‌شود.

<sup>4</sup>L00p Injection

۵ نوعی ماده پلیمری که در ستون گاز کروماتوگرافی استفاده می‌شود

۶ یکای اندازه گیری قطر ذرات

### ۱-۳-۱-۷ آماده‌سازی دستگاه

کروماتوگراف گازی را بصورتی که توسط شرکت سازنده گفته شده آماده کنید. مشخص شده که شرایط عملکردی زیر رضایت بخش هستند. اما هر شرایطی که به جداسازی کامل منجر شود، رضایت بخش خواهد بود.

گاز حامل: هلیوم، ۵۰-۴۰ میلی لیتر در دقیقه

ستون:  $Porapak Q$  با مش  $80/100$  یا  $Porapak R$  با مش  $50/80$

اندازه ستون : دو تا سه و نیم متر، قطر اسمی ۶/۴ میلی متر

دمای ستون : ۵۰-۴۰ درجه سلسیوس

دمای آشکارساز: ۷۰-۸۰ درجه سلسیوس

حجم نمونه : ۱-۰/۵ میلی لیتر

آشکارساز: هدایت حرارتی (TCD)

حساسیت دستگاه به گونه ای تنظیم شود که پیک ها در طی اجرا بطور کامل در محدوده کاغذ باشند.

### ۷-۱-۳-۲ تزریق نمونه و جداسازی

سیلندر نمونه را با کمک خط نمونه برداری به دستگاه گاز کروماتوگراف متصل کنید. شیر سوزنی را باز کنید بطوری که نمونه با سرعتی حدود ۲۰ تا ۱۰۰ میلی لیتر در دقیقه از حلقه تزریق نمونه عبور کند. نمونه را به داخل ستون تزریق کنید و کروماتوگرام را ثبت کنید. از تزریق گاز توسط سرنگ خودداری کنید.

### ۷-۱-۴ بیان نتایج و گزارش آزمون

مساحت پیک های ثبت شده اجزاء مختلف مستقیماً به غلظت اجزاء مربوطه بستگی ندارد. این موضوع به دلیل اختلاف در پاسخ آشکارساز نسبت به هر کدام از اجزاء می باشد. برای رفع این اختلاف باید ضرایب تصحیح تجربی تعیین شده و در مساحت پیک های ثبت شده ضرب شوند. دقیق ترین روش تعیین ضرایب تصحیح توسط آنالیز مخلوط های استاندارد هوا و  $CF_4$  در  $SF_6$  انجام می شود. از کروماتوگرام مخلوط استاندارد، ضرایب تصحیح  $f_{CF_4}$  و  $f_{air}$  برای هوا و  $CF_4$  نسبت به  $SF_6$  بدست می آیند؛  $f_{SF_6}$  را می توان یک در نظر گرفت.

نکته ۱: روش ساده تر (اما با دقت کمتر) برای تعیین ضرایب تصحیح شامل تزریق نمونه های یک میلی لیتری از اجزاء خالص بداخل ستون کروماتوگرافی و تحت شرایط مشابه با شرایط آنالیز می باشد. ضریب تصحیح ( $f_x$ ) جزء  $x$  نسبت به  $SF_6$  توسط رابطه زیر بدست می آید.

$$f_x = \frac{\text{مساحت پیک } SF_6}{M_x}$$

---

 $M_{SF6}$ مساحت پیک جزء  $x$ 

$$146 = SF_6 = \text{جرم ملکولی} = M_{SF6}$$

$$M_x = \text{جرم ملکولی جزء } x$$

$$(CF_4 \text{ برای } 88, \text{ هوا, برای } 28/8)$$

ضرایب تصحیح زیر را می‌توان برای آنالیزهای روتین بکار برد.

$$f_{CF4} = 0.7, f_{(O_2+N_2)} = 0.4, f_{SF6} = 1.0$$

به دلیل اختلاف در پاسخ آشکارساز به اجزاء مختلف، مساحت‌های اندازه‌گیری شده را با ضرب کردن در

ضریب تصحیح مربوطه، تصحیح کنید.

درصد وزنی هر جزء بصورت زیر بدست می‌آید:

$$x = \frac{A_x}{A_t} \times 100$$

$$x = \text{درصد وزنی جزء } x$$

$$A_x = \text{مساحت تصحیح شده پیک برای جزء } x$$

$$A_t = \text{مجموع مساحت‌های تصحیح شده برای پیک‌ها}$$

---

شماره

استاندارد ملی ایران

## ۲-۷ اندازه‌گیری (طوبت) (نقطه شبنم)

برای اندازه‌گیری مقدار آب موجود در گاز  $SF_6$  می‌توان این کمیت را بصورت مستقیم توسط واکنش کارل

فیشر و یا از طریق اندازه‌گیری نقطه شبنم گاز محاسبه نمود<sup>۷</sup>.. برای مقادیر نقطه شبنم کمتر از

۴۱- درجه سلسیوس می توان مقدار ماده متراکم شده را برا بر با مقدار آب دانست اما برای گازی که نقطه شبنمی بالاتر از این درجه دارد نمی توان مقدار مواد تراکم پذیرا فقط از آب دانست. در این حالت اندازه گیری مستقیم مقدار آب مناسب تر است.

۷-۲-۱ اندازه گیری مقدار رطوبت به روش تیتراسیون کولومتری کارل فیشر

۷-۲-۱-۱ خلاصه روش

تیتراسیون کولومتری کارل فیشر روشی مناسب برای اندازه گیری آب است. در روش کارل فیشر معمولی محلول های متانولی ید ( $I_2$ )، دی اکسید گوگرد و یک باز آلی استفاده می شود. باز آلی به عنوان یک بافر استفاده می شود. در طی تیتراسیون یک نمونه حاوی آب چند واکنش رخ می دهد که در معادله زیر خلاصه شده است:



اندازه گیری کمی مقدار آب یک نمونه بر اساس این حقیقت است که مقدار مشخصی از ید ( $I_2$ ) منجر به تبدیل مقدار معادلی از  $H_2O$  می شود.

در تیتراسیون کولومتری کارل فیشر، ید ( $I_2$ ) مورد نیاز بصورت الکتروشیمیایی در درون خود ظرف تیتراسیون تولید می شود. رابطه کمی موجود بین بار الکتریکی عبور کرده و مقدار ید تولید شده برای اندازه گیری دقیق ید استفاده می شود. از آنجا که تیتراسیون کولومتری کارل فیشر یک روش مطلق است به هیچ کالیبراسیونی نیاز ندارد. برای آشکارسازی نقطه پایانی از روش ولتامتری (پتانسیومتری با

---

۷ مقادیر رطوبت و نقطه شبنم مطابق جدول ۲ استاندارد ویژگی های گاز  $Sf_6$  قابل تبدیل به یکدیگر هستند.

جریان کنترل شده با دو الکتروود شناساگر) استفاده می شود. جریان متناوب به یک جفت الکتروود شناساگر اعمال می شود. مادامی که در محیط آب موجود باشد ید مصرف می شود، پس از اتمام آب موجود ید تولید شده موجب کاهش اختلاف پتانسیل بر روی الکتروود شناساگر شده و نقطه پایانی تیتراسیون آشکار می شود.

نکته: لوله‌های رابط باید عاری از نشت باشند، چونکه حتی یک نشت سوزنی به عدد اشتباهی منتهی خواهد شد و علت آن فشار جزئی بخار آب در اتمسفر است.

مواد لازم ۲-۱-۲-۷

**واکنشگر کارل فیشر کولومتری<sup>۱</sup>**: بهتر است از محلولهائی که بصورت تجارتي موجود است استفاده نمود.

وسایل لازم ۳-۱-۲-۷

دستگاه تیتراسیون کولومتر کارل فیشر ۱-۳-۱-۲-۷

فلومتر خشک ۲-۳-۱-۲-۷

دماسنج ۳-۳-۱-۲-۷

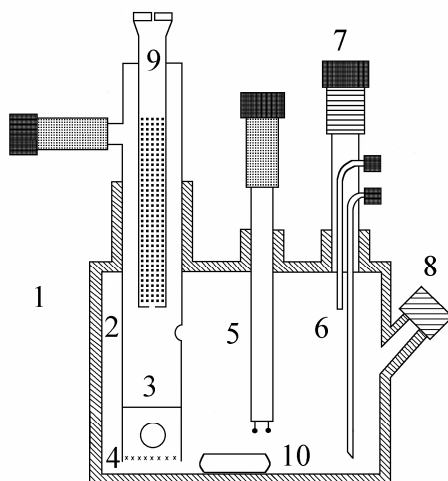
فشارسنج ۴-۳-۱-۲-۷

کرونومتر، با دقت یک صدم ثانیه ۵-۳-۱-۲-۷

۴-۱-۲-۷ روش اجرای آزمون

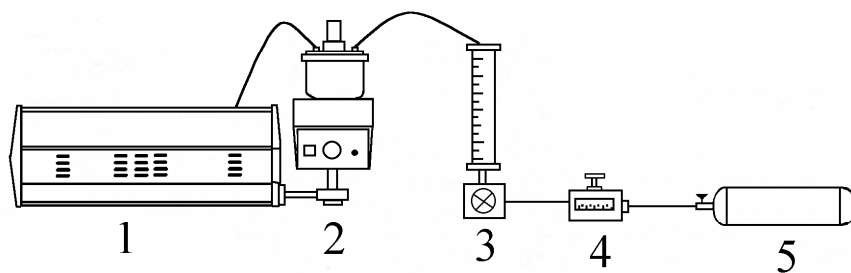
---

محفظه تیتراسیون را کاملا تمیز کرده و خشک کنید، سپس با استفاده از نوارهای تفلونی مهر و موم کننده دستگاه را مطابق شکل ۱ سر هم کنید. مخزن را با واکنشگر مناسب پر کنید. سیستم را مطابق شکل ۲ سوار کنید.



**شکل ۱- محفظه تیتراسیون دستگاه کولومتر**

- |                                 |                               |                                  |
|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| (۱) ظرف تیتراسیون               | (۲) الکتروود ژنراتور          | (۳) کاتد                         |
| (۴) آند                         | (۵) الکتروود شناساگر          | (۶) لوله‌های ورودی/خروجی         |
| (۷) درپوش                       | (۸) درپوش پیچی همراه با سیتوم | (۹) لوله خشک کن با غربال مولکولی |
| (۱۰) همزن مغناطیسی با روکش PTFE |                               |                                  |



### شکل ۲- شمای کلی دستگاه اندازه‌گیری رطوبت

(۱) کولومتر (۲) ظرف تیتراسیون

(۳) فلومتر با شیر تنظیم ظرفیت (۴) شیر کاهش فشار

(۵) مخزن نمونه (دستگاه حاوی گاز  $SF_6$ )

شیر فلومتر را باز کرده سرعت جریان گاز را در حدود ۱۰ لیتر بر ساعت تنظیم کنید. دستگاه را روشن کرده به مدت یک دقیقه گاز مورد آزمون را برای شستشوی سیستم از آن عبور داده، اجازه دهید تا دستگاه به حالت پایدار برسد. سپس با باز کردن مجدد شیر، تیتراسیون را شروع کنید. بعد از گذشت سه دقیقه (عبور حدود نیم لیتر گاز) شیر را بسته شده تا عبور گاز قطع شود. اکنون منتظر بمانید تا دستگاه مقدار نهایی را نشان دهد. مقدار عددی روی دستگاه را (بر حسب میکروگرم آب) یادداشت کنید.

### ۵-۱-۲-۷ بیان نتایج و گزارش آزمون

حجم  $SF_6$  عبور کرده را توسط رابطه زیر برای شرایط دمای ۲۰ درجه سلسیوس و فشار یک بار تصحیح کنید:

$$V_c(20^\circ C, 1bar) = V \times P \times \frac{293}{273 + t}$$

$V_c$  = حجم تصحیح شده (بر حسب لیتر)

$V$  = حجم واقعی  $SF_6$  (بر حسب لیتر)



t = دمای میانگین ( برحسب °C )

P = فشار میانگین محیط ( برحسب bar )

$$\text{میکرو گرم آب قرائت شده از دستگاه} = \frac{\text{مقدار آب (ppm وزنی)}}{6.14 \times V_C}$$

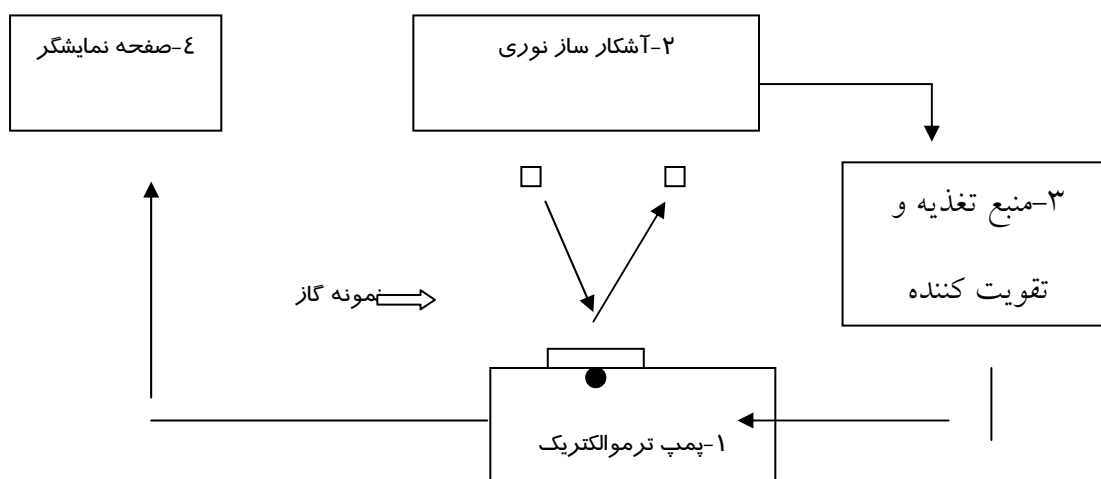
### ۲-۲-۷ اندازه گیری نقطه شبنم

#### ۱-۲-۲-۷ خلاصه روش<sup>۱</sup>

اندازه گیری نقطه شبنم در این استاندارد بر مبنای متراکم شدن گاز SF<sub>6</sub> بر روی یک آینه یا سطح فلزی جلاء داده شده که دمای آن به صورت اتوماتیک کنترل می شود صورت می گیرد. گاز در حین عبور از سطح آینه خنک شده و در دمای شبنم اجزای الکتریکی داخل، حضور رطوبت را بر روی آینه حس می کنند.

#### ۲-۲-۲-۷ وسایل لازم

۱-۲-۲-۲-۷ دستگاه خودکار اندازه گیری نقطه شبنم (مطابق شکل ۳)



شکل ۳- دیاگرام دستگاه اندازه گیری نقطه شبنم

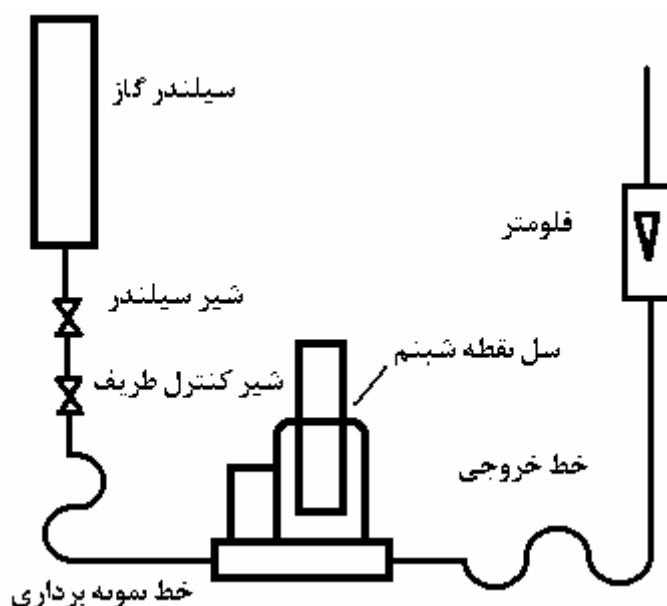
۱- روش غیر خودکار برای اندازه گیری نقطه شبنم در مرجع ۲ این استاندارد آورده شده است.

این دستگاه دارای بخشهای اساسی ذیل است:

- ۱- پمپ ترموالکتریک که به یک سنسور حرارتی مناسب تجهیز شده است که دمای آینه را کنترل می‌کند
- ۲- آشکارساز ماده متراکم شده نوری
- ۳- منبع تغذیه و آمپلی فایرها
- ۴- بخش قرائت نقطه شبنم
- ۷-۲-۲-۲-۲-۲ فلومتر
- ۷-۲-۲-۲-۲-۳ شیرکنترل سوزنی

### ۷-۲-۳ روش اجرای آزمون

دستگاه را مطابق شکل ۴ سوار کنید. کل دستگاه آزمایش را توسط عبور گاز نیتروژن یا  $SF_6$  خشک تمیز کرده تا اینکه رطوبت سنج یک عدد ثابت را نشان دهد. این موضوع برای حذف رطوبت باقیمانده در سیستم آزمایش مورد نیاز می‌باشد.



شکل ۴: آرایش دستگاه اندازه‌گیری نقطه شبنم

با استفاده ازلوله‌های فلزی مناسب، گاز مورد آزمایش را به ورودی دستگاه آزمایش وصل کنید. اگر فشار گاز مورد آزمایش زیاد است یک رگولاتور فشار استفاده گردد. با سیستمی که اکنون تمیز شده است، سرعت جریان گاز مورد آزمایش را توسط یک فلومتر مناسب به میزان پیشنهاد شده توسط سازنده دستگاه تنظیم

کنید قبل از آزمایش باید به راهنمائی‌های عملکردی سازندگان مراجعه شود. نقطه شبنم گاز را مستقیماً از روی سنج دستگاه قرائت کنید.

### ۳-۷ اندازه گیری اسیدیته

#### ۱-۳-۷ خلاصه روش

اسیدیته  $SF_6$  توسط وارد کردن گاز بصورت حباب از درون هیدروکسید سدیم رقیق حاوی یک شناساگر رنگی اندازه گرفته می‌شود. مقدار گاز مورد نیاز برای تغییر رنگ شناساگر اندازه گرفته شده و با استفاده از غلظت قلیای رقیق و حجم گاز عبور کرده از آن، اسیدیته گاز بدست می‌آید.

#### ۲-۳-۷ مواد لازم

۱-۲-۳-۷ محلول شناساگر (معرف) بروموکرزول ارغوانی:

یک گرم بروموکرزول ارغوانی را در ۱۰۰ میلی لیتر اتانول (۹۵٪) حل کنید.

۲-۲-۳-۷ محلول هیدروکسید سدیم (۰/۰۱ مولار)

۳-۲-۳-۷ محلول تیتراسیون (هیدروکسید سدیم ۰/۰۰۰۱ مولار):

۲۰ قطره محلول معرف بالا را به حدود یک لیتر آب مقطر افزوده و با هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ مولار خنثی کنید. به محلول، ده میلی لیتر از  $NaOH$ ، ۰/۰۱ مولار بیافزائید و توسط محلول خنثی شده حجم را به یک لیتر برسانید. محلول تهیه شده باید در مخزن پلی اتیلنی ریخته شده و از ورود  $CO_2$  هوا به آن ممانعت شود. بهتر است این محلول روزانه تهیه شود.

#### ۳-۳-۷ وسایل لازم

#### ۱-۳-۳-۷ بطری گازشور

بطری (مطابق شکل ۵) شامل یک لوله حباب‌دار است که در انتهای آن یک دیسک شیشه‌ای متخلخل<sup>۱</sup> (با تخلخل ۱) به پهنای ۶ میلی متر قرار دارد.

#### ۲-۳-۳-۷ فلومتر یا گازسنج

#### ۳-۳-۳-۷ سیلندر $SF_6$

---

1- Sintered glass

باید سیلندری حاوی  $SF_6$  استفاده نشده در اختیار داشته باشید. سیلندری که حاوی ۳ کیلوگرم  $SF_6$  باشد، مناسب است.

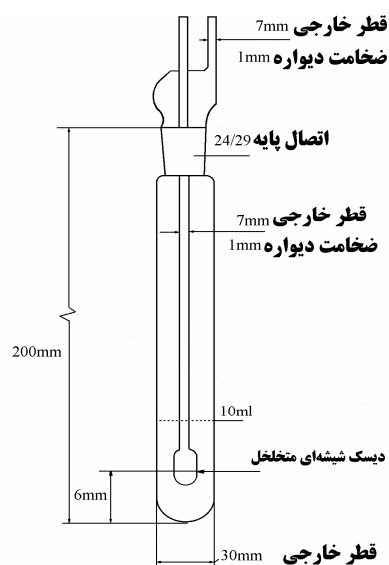
#### ۴-۳-۷ شیرها، لوله آلات و اتصالات

برای تنظیم دستگاه بطوری که در شکل ۶ نشان داده شده است، شیرهای سوزنی، لوله فولاد ضد زنگ یا پلی تترا فلورو اتیلنی با قطر داخلی ۳ میلی متر و اتصالات لازم مورد نیاز هستند.

۵-۳-۳-۷ کرنومتر

۶-۳-۳-۷ فشارسنج

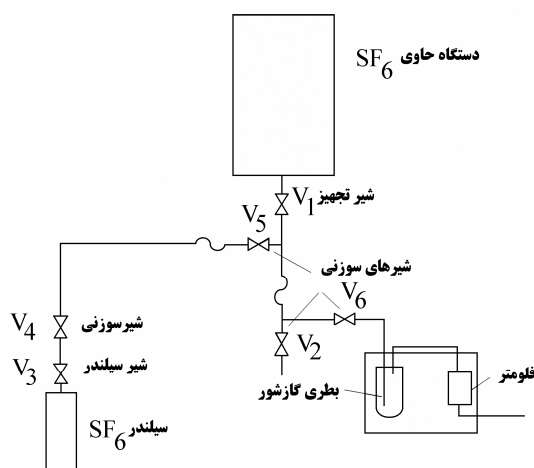
۷-۳-۳-۷ دماسنج



شکل ۵ : بطری گازشور

روش اجرای آزمون ۴-۳-۷

سیستم اندازه‌گیری اسیدیته را مطابق شکل ۶ نصب کنید. بسته بودن تمام شیرهای مسیر را چک کنید.



**شکل ۶ : سیستم اندازه‌گیری اسیدیته**

شیر سیلندر  $SF_6$ ، شیر سوزنی  $V_4$ ،  $V_5$  و  $V_6$  را باز کنید و لوله‌ها و بطری گازشور را با  $SF_6$  خشک شستشو دهید. به گاز اجازه دهید تا حداقل ۱۰ دقیقه و با سرعت ۰/۵ لیتر بر دقیقه جریان یابد تا اینکه مطمئن شوید لوله آلات خشک هستند و سیستم هوا را بیرون رانده است. شیرهای  $V_3$ ،  $V_4$  و  $V_6$  را ببندید. شیر  $V_1$  و  $V_2$  را باز کنید و مقدار کمی گاز را برای تمیز کردن  $V_1$  بیرون دهید. شیرهای  $V_1$  و  $V_2$  را ببندید. درپوش بطری گازشور را بردارید و ۱۰ میلی‌لیتر محلول شستشوی تیتراسیون را داخل آن بریزید. فوراً درپوش را سر جایش قرار دهید. شیر  $V_1$  و  $V_6$  را باز کنید تا گاز از طریق بطری گازشور با سرعت تقریبی ۰/۱ لیتر در دقیقه جریان یابد. برای تخمین حجم گاز، کرنومتر را روشن کنید. به محض اینکه گاز کافی از درون بطری گازشور عبور کرد یعنی درست در لحظه تغییر رنگ محلول از آبی به زرد (نقطه پایانی واکنش)، شیرهای  $V_1$  و  $V_6$  را ببندید و زمان عبور گاز را یادداشت کنید. با استفاده از زمان عبور گاز و سرعت جریان آن می‌توانید حجم گاز عبور کرده را محاسبه کنید.

### ۷-۳-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

حجم گاز  $SF_6$  عبور کرده را توسط رابطه زیر برای شرایط ۲۰ درجه سلسیوس و فشار یک بار تصحیح کنید:

$$V_c(20^\circ C, 1bar) = V \times P \times \frac{293}{273 + t}$$

$V_C$  = حجم تصحیح شده ( بر حسب لیتر)

$V$  = حجم واقعی  $SF_6$  ( بر حسب لیتر)

$t$  = دمای میانگین ( بر حسب درجه سلسیوس )

$P$  = فشار میانگین محیط ( بر حسب بار)

اسیدیته گاز را بصورت  $ppm$  وزنی  $HF$  و به شرح زیر محاسبه کنید:

$$\text{اسیدیته بصورت } HF \text{ ( } ppm \text{ وزنی)} = \frac{3.26}{V_C}$$

نکته ۱: در تجهیزات حاوی مقدار محدودی از گاز  $SF_6$  می توان جهت مصرف کمتر گاز از محلول تیتراسیون رقیق تر ( تا رقت ده برابر) استفاده نمود.

## ۸ فاصله زمانی آزمایشات

سازنده تجهیزات الکتریکی اغلب توصیه هایی برای فواصل زمانی بین تستها برای تجهیزات در حال سرویس ارائه می دهند اما در این مورد راهنمایی های زیر را می توان در نظر داشت.

### ۸-۱ مقدار هوا

این اندازه گیری بعد از پر کردن یا تکمیل کردن گاز دستگاہ باید انجام شود تا مطمئن سازد که هیچ هوایی به طور تصادفی وارد تجهیز نشده است. در سرویس دهی معمولی برای دستگاہی که در آن  $SF_6$  با فشار بالای اتمسفر تزریق شده ، نیازی به تکرار این تست وجود ندارد.

### ۸-۲ (طوبت (نقطه شبنم) و اسیدیته

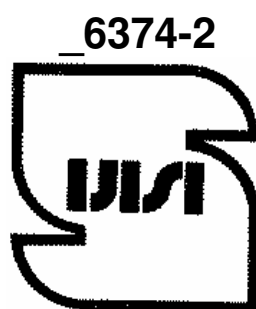
این اندازه گیری ها بعد از پر کردن یا سرریز گاز انجام می شود تا از خشک و خستی بودن گاز اطمینان حاصل شود. در طول سرویس دهی این آزمایشات باید به صورت تناوبی انجام شوند



**ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN**

**Institute of Standards and Industrial Research of Iran**

**ISIRI NUMBER**



**Sulphur hexafluoride used in electrical  
equipments –  
Part 2: Test methods**

1st. Revision

---