شرکت ملی صنایع پتروشیمی

مجموعه دستورالعمل‌های بهداشتی سیستم مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

شرکت ملی صنایع پتروشیمی

عنوان: **دستورالعمل ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی در صنعت پتروشیمی**			
شماره سند:	NPCHSE-121-03	**تاریخ:**	۱۴۰۰
تعداد فرم/ ضمائم:	**نسخه**	**صفحه:**	۳۴

فهرست

۱. هدف

۲. حدود

۳. مسئولیت‌های تصویب و اجرا

۳,۱. مسئولیت تصویب

۳,۲. مسئولیت اجرا

۳,۲,۱. واحد HSE

۳,۲,۲. واحد تعمیرات

۳,۲,۳. واحد خدمات فنی

۳,۲,۴. آزمایشگاه

۴. فرم‌ها

۴,۱. فرم ثبت اطلاعات اندازه‌گیری سرعت در دهانه به شماره NPCHSE-121-F001

۴,۲. فرم گزارش نواقص هودهای آزمایشگاهی به شماره NPCHSE-121-F002

۵. مراحل اجرایی

۵,۱. مقدمه، تعاریف و کلیات هودهای آزمایشگاهی

۵,۱,۱. مقدمه

۵,۱,۲. انواع هودهای آزمایشگاهی

۵,۱,۳. تعاریف

۵,۲. بازرسی هودهای آزمایشگاهی

۵,۳. ارزیابی عملکرد هود

۵,۳,۱. آزمون سرعت در دهانه

۵,۳,۲. آزمون دود مرئی

۵,۳,۳. آزمون گاز ردیاب

۵,۴. بهسازی هودهای آزمایشگاهی

۵,۵. نگهداری سوابق

پیوست شماره ۱ : چک لیست بازرسی هودهای آزمایشگاهی

پیوست شماره ۲: دستورالعمل نحوه استفاده از هودهای آزمایشگاهی و شرایط آزمایشگاه

پیوست شماره ۳: نمونه برچسب هود آزمایشگاهی

پیوست شماره ۴: استاندارد تهویه هودهای آزمایشگاهی سازمان ACGIH

۱. هدف

هدف از این دستورالعمل ارائه‌ی روشی مناسب برای ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی موجود در کلیه واحدهای مجتمع‌های پتروشیمی است.

۲. حدود

دامنه‌ی کاربرد این دستورالعمل کلیه‌ی مجتمع‌های پتروشیمی و سایر اماکن وابسته است.

۳. مسئولیت‌های تصویب و اجرا

۳,۱. مسئولیت تصویب

مسئولیت تصویب این دستورالعمل بر عهده‌ی مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی است.

۳,۲. مسئولیت اجرا

۳,۲,۱. واحد HSE

- بازرسی دوره‌ای هودهای آزمایشگاهی
- پایش و ارزیابی عملکرد سالیانه و موردی هودها
- ارزشیابی نتایج بدست آمده و مقایسه با مقادیر استاندارد
- نظارت بر عملکرد واحد خدمات فنی در خرید و نصب هودهای آزمایشگاهی جدید
- نظارت بر عملکرد واحد تعمیرات در بهسازی هودهای آزمایشگاهی
- پیگیری و رفع نواقص مربوط به هودهای آزمایشگاهی

۳,۲,۲. واحد تعمیرات

- تعمیرات دوره‌ای و بهسازی هودها
- ایجاد شرایط بهینه آزمایشگاه از نظر تهویه مطبوع و ...

۳,۲,۳. واحد خدمات فنی

- طراحی و نصب هودهای آزمایشگاهی و اعمال نظارت بر روند اجرای آنها

۳,۲,۴. آزمایشگاه

- استفاده صحیح از هودهای آزمایشگاهی
- گزارش نواقص موجود در عملکرد هودها به واحدهای HSE و خدمات فنی

۴. فرم‌ها

۴,۱. فرم ثبت اطلاعات اندازه‌گیری سرعت دهانه به شماره NPCHSE-121-F001

۴،۲. فرم گزارش نواقص هودهای آزمایشگاهی به شماره NPCHSE-121-F001

۵. مراحل اجرایی

۵،۱. مقدمه، کلیات و تعاریف

۵،۱،۱. مقدمه

این دستورالعمل بر اساس استاندارد ANSI/ASHRAE Standard 110-2016 تهیه شده است. این استاندارد نسخه‌ی به‌روز شده‌ی استاندار قبلی که در سال ۱۹۹۵ ارائه شده بود (ANSI/ASHRAE Standard 110-1995) است.

چند نکته‌ی مهم در مورد استاندارد ANSI/ASHRAE Standard 110-2016:

- در این دستورالعمل یک روش تکرارپذیر[1] برای ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی ارائه می‌شود که شامل سه آزمون است:
  - ✓ اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود[2]
  - ✓ آزمون دود مرئی[3]
  - ✓ آزمون گاز ردیاب[4]
- برای ارزیابی کامل عملکرد هود، آزمون دود مرئی و اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود بر آزمون گاز ردیاب مقدم هستند.
- آزمون دود مرئی و اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود می‌توانند بدون انجام آزمون گاز ردیاب برای ارزشیابی کمی و کیفی عملکرد هود استفاده شوند.
- آزمون های ارائه شده در این دستورالعمل برای بازرسی مهندسی هودهای آزمایشگاهی به منظور تشخیص اینکه چه عاملی سبب کاهش عملکرد هود شده است طراحی نشده‌اند. این آزمون‌ها تنها عملکرد هود را ارزیابی می‌کنند.
- این دستورالعمل برای هودهایی که در دهانه‌ی خود دارای دریچه‌ی قابل تنظیم[5] هستند به گونه‌ای که دهانه‌ی هود می‌تواند در حالات مختلف به صورت تمام باز، نیمه باز و ... باشد نیز کاربرد دارد.
- این دستورالعمل تنها برای هودهای مرسوم آزمایشگاهی که دارای میز کار هستند[6] کاربرد دارد و برای هودهای بدون میز کار که کاربر برای انجام کار باید وارد آنها شود[7] کاربرد ندارد.
- در برخی آزمایشگاه‌ها، هودهای آزمایشگاهی به خوبی و تنها به منظور تهویه استفاده می‌شوند. اما ممکن است در برخی آزمایشگاه‌ها از هود به عنوان انبار وسایل و تجهیزات استفاده شوند و درون آنها پر از اینگونه وسایل باشد. در هر حالت، هنگام ارزیابی، هود را همانگونه که هست و توسط کارکنان آزمایشگاه استفاده می‌شود باید ارزیابی کرد.
- در این دستورالعمل، هرچند از یک گاز برای ارزیابی استفاده می‌شود (آزمون گاز ردیاب)، اما برای ذراتی که به اندازه‌ای ریز هستند که از نظر سلامت مهم باشند نیز کاربرد دارد، زیرا این ذرات آنقدر ریز هستند که از جریان هوای درون هود تبعیت می‌کنند. با این حال، برای عملیات‌هایی، مانند سنگ‌زنی که در آن ذرات درشت با سرعت زیاد تولید و پخش می-

1 . Reproducible
2 . Face velocity measurements
3 . Flow visualization
4 . Tracer gas containment
5 . Sash
6 . Bench-top laboratory hood
7 . Walk-in or floor-mounted hood

شوند کاربرد ندارد. به طور کلی، هودهای آزمایشگاهی برای اینگونه عملیات کارایی ندارند و چنین عملیاتی نیاز بـه تهویـه و هود مخصوص دارند.

این دستورالعمل برای هودهای آزمایشگاهی مرسوم[۱]، هودهای بای‌پس[۲]، هودهای با جریان کمکی[۳] و نیز هودهای با حجم هوای متغیر[۴] کاربرد دارد.

۵،۱،۲. انواع هودهای آزمایشگاهی

هودهای آزمایشگاهی مرسوم[۵]

این نوع از هودها حجم هوای ثابتی را در واحد زمان تهویه می‌کنند. هر چـه دریچـه‌ی هـود بـه میزانـی کمتـر بـاز باشـد حفاظت بیشتری تأمین خواهد شد. وقتی با پایین نگه داشتن دریچه، مساحت دهانه‌ی هود کـاهش مـی‌یابـد، هـوا بـا سـرعت بیشتری مکش می‌شود. در نتیجه، امکان به دام انداختن آلاینده نیز بیشتر خواهد بود. از سوی دیگر، هر چه دریچه بـالاتر نگـه داشته شود، مساحت دهانه‌ی هود افزایش می‌یابد که نتیجه‌ی آن کاهش سرعت در دهانه‌ی هود و به دنبال آن کـاهش امکـان به دام انداختن آلاینده است.

هودهای بای پس

این هودها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بر جریان‌های گردابی درون هود ناشی از مقادیر بالای سـرعت در دهانـه، زمـانی که دریچه‌ی هود پایین آورده می‌شود، غلبه کنند. در این نوع هود، یک دریچه‌ی دیگر بالای دریچه‌ی اصلی هود تعبیه می‌شود که به آن بای‌پس گفته می‌شود. این دریچه زمانی که دریچه‌ی اصلی هود در حالت کاملاً باز قرار می‌گیرد بسته می‌شود. وقتـی دریچه‌ی اصلی هود پایین آورده می‌شود، دریچه‌ی بای پس باز می‌شود که این امر امکان وارد شدن مقدار بیشـتری هـوا از راه بای پس را فراهم می‌کند. در چنین حالتی، حجم هوایی که تخلیه می‌شود و سرعت در دهانه هود ثابت نگه داشته می‌شود و از ایجاد جریان‌های گردابی درون هود جلوگیری می‌گردد.

هودهای با جریان هوای کمکی

این هودها به نحوی طراحی شده‌اند که هوای بیرون اتاق را به عنوان بخشی از موجودی هوای هود مکش مـی‌کننـد. ایـن هودها نیاز به یک سیستم ورود هوای مجزا از منبع اصلی سیستم تهویه‌ی اتاق (HVAC) دارند. هوای کمکی به سمت پـایین هدایت می‌شود تا جائی که با جریان هوای ورودی به هود یکی شود. کارائی هودهای کمکی وابسته به منبع هوایی است که بـا سرعت کافی به جلوی هود می‌رسد و اختلاف دمایی در حدود ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد با دمای اتاق دارد و به صورت یکنواخـت توزیع شده است. اگر سیستم ورود هوا و هود به صورت مناسبی طراحی شده باشند، جریان هوا در جلوی هـود بـدون تلاطـم[۶] خواهد بود.

---

1. Conventional laboratory hoods
2. Bypass laboratory hoods
3. Auxiliary air hoods
4. Variable-air-volume (VAV) laboratory hoods
5. Conventional fume hoods
6. Laminar

هودهای با حجم هوای متغیر

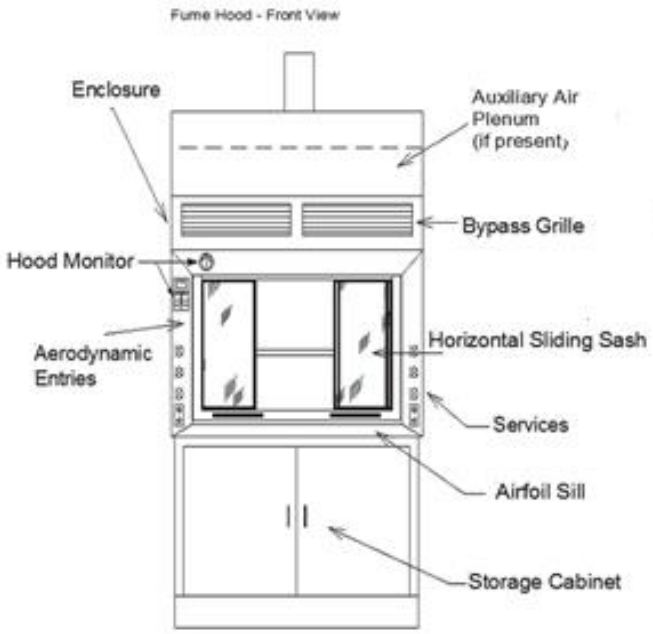
ایـــن نوع هـــود، به سیستمی مجهز است که میزان باز یا بسته بودن دریچه‌ی هود را تشخیص می‌دهد. بنابراین، سیستم از میزان باز بودن دریچه آگاه شده و بر اساس آن سرعت فن و حجم هوایی که می‌بایست تخلیه گردد را محاسـبه و تنظیمـات لازم را انجام می‌دهد.

خاطرنشان می سازد هودهایی تحـت عنـوان هـود اسـید پرکلریـک نیـز وجـود دارنـد. از آنجـا کـه اسـید پرکلریـک یـک اکسیدکننده‌ی بسیار قوی است در واکنش با مواد آلی می‌تواند یک مخلوط قابل انفجار به وجود آورد. از سـوی دیگـر، بخـارات این اسید می‌تواند درون کانال‌ها بصورت بلور رسوب کرده و سبب انفجار و آسیب شود. بنابراین، یک هود معمـولی نبایـد بـرای اسید پرکلریک استفاده شود. هودهای مخصوص اسیدپرکلریک از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شوند.

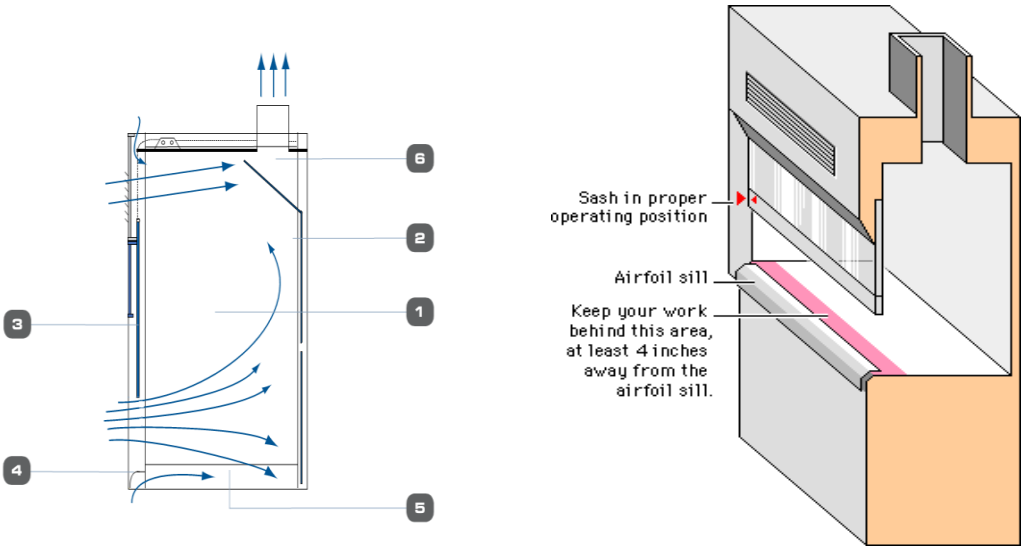
۵،۱،۳. تعاریف

هود آزمایشگاهی: یک ساختار جعبه‌مانند است که یک منبع بالقوه‌ی آلوده کننده‌ی هوا را احاطه می‌کند. این ساختار یک دهانه‌ی باز یا تا حدودی باز دارد که از طریق آن هوا به درون هود حرکت می‌کند تا آلاینده را به محیط بیرون تخلیه نماید. اجزاء اصلی یک هود آزمایشگاهی مرسوم در شکل ۱ نشان داده شده است.

الف)



ب)



شکل ۱. اجزاء هودهای آزمایشگاهی: نمای روبرو از یک هود با دریچه افقی (الف)، نمای روبرو و نمای کناری هود با دریچه‌ی عمودی (ب)

بدنه‌ی هود[۱]: بخش قابل رؤیت (ساختار فیزیکی) هود که منبع آلودگی را محصور می‌کند.

بافِل‌ها[۲]: قطعات متحرکی که برای ایجاد روزنه‌های شکاف‌مانند[۳] در پشت هود استفاده می‌شوند. بافل‌ها، جریان هوا از میان دهانه‌ی هود را یکنواخت می‌سازند و بنابراین مانع از ایجاد فضاهای مرده[۴] شده و کارایی به دام اندازی هود را بهبود می‌بخشند.

دریچه[۵]: یک درب شیشه‌ای کشویی است که در جلوی هود قرار دارد. با تنظیم دریچه می‌توان جریان هوای مکش شده را روی نقطه‌ای تنظیم کرد که نرخ به دام اندازی آلاینده بیشترین مقدار ممکن باشد. وضعیت بهینه‌ی دریچه[۶] برای هر هود اختصاصی است و هنگام کار کردن می‌بایست دریچه در این وضعیت نگه داشته شود و در زمان‌هایی که هود خاموش است بهتر است دریچه کاملاً بسته باشد. شایان ذکر است که هنگام چیدمان و تنظیم مواد و تجهیزات درون هود، می‌توان دریچه را کاملاً باز کرد، اما قبل از شروع تولید و انتشار آلودگی در زیر هود حتماً می‌بایست دریچه به وضعیت بهینه‌ی خود بازگردد.

هودهای آزمایشگاهی به یکی از این سه نوع دریچه مجهز هستند:

دریچه‌ی عمودی: این دریچه‌ها معمول‌ترین دریچه‌های مورد استفاده هستند و بیشترین میزان دسترسی به فضای هود را فراهم می‌کنند.

دریچه‌ی افقی: دریچه‌های افقی دسترسی بهتری به نواحی بالایی هود فراهم می‌کنند، اما همزمان امکان دسترسی بهینه در عرض هود را ندارند.

ترکیب دریچه‌های افقی و عمودی: در این هودها از ترکیب قاب‌های شیشه‌ای افقی در یک چارچوب عمودی استفاده می‌شود. بنابراین، این هودها مزیت‌های هر دو نوع دریچه را همزمان دارند.

---

1. Hood body
2. Baffels
3. Slotted openings
4. Dead spots
5. Sash
6. Optimum sash configuration

ایرفُویل[1]: لبه‌هایی هستند که در قسمت ورودی و در کناره‌های هود تعبیه شده‌اند و سبب می‌شوند جریان هوا به صورت خطوط موازی و منظم وارد هود شده و از ایجاد جریان‌های گردابی که می‌تواند بخارات مواد شیمیایی را از هود به درون اتاق انتقال دهند جلوگیری کنند. وقتی دریچه در حالت کاملاً بسته قرار دارد، فضایی در پایین ایرفویل ایجاد می‌شود که این فضا تأمین‌کننده هوایی است که هود آن را به بیرون تخلیه می‌کند. برداشتن ایرفویل می‌تواند سبب ایجاد اغتشاش در جریان هوا و نشت آلاینده از هود به اتاق گردد.

سطح کار[2]: سطحی است درون اتاقک هود آزمایشگاهی که روی آن مواد شیمیایی و وسایل کار چیده می‌شوند.

پلنوم تخلیه[3]: پلنوم تخلیه، فضایی در پشت بافل‌ها است که به توزیع یکنواخت جریان هوا در دهانه‌ی هود کمک می‌کند. موادی مانند دستمال کاغذی که به درون پلنوم مکیده می‌شوند می‌توانند سبب ایجاد اغتشاش در جریان هوا در این ناحیه از هود گردند که نتیجه‌ی آن عملکرد غیریکنواخت هود خواهد بود.

دهانه‌ی هود[4]: یک سطح مجازی بین پایین دریچه و سطح کار است. این سطح مجازی همان جایی است که سرعت در دهانه‌ی هود اندازه‌گیری می‌شود.

سرعت در دهانه‌ی هود[5]: متوسط سرعت جریان هوا در جهت عمود بر دهانه‌ی هود که معمولاً بر حسب فوت بر دقیقه (fpm) یا متر بر ثانیه (m/s) بیان می‌شود.

حداکثر بازشدگی دریچه[6]: وضعیتی که در آن دریچه به طور کامل باز است و هود بزرگترین دهانه را دارد.

بازشدگی **عملیاتی**[7]: وضعیتی که در آن کاربر دریچه را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که بتواند عملیات مورد نظر را با ایستادن در دهانه‌ی هود به انجام برساند.

جریان هوای تنبل[8]: در ارزیابی عملکرد هود با استفاده از آزمون دود مرئی، در اثر وجود مشکلی در جریان هوا مشاهده می‌شود که دود بدون اینکه به طور یکنواخت به سمت بافل پشتی هدایت شود روی سطح کار همچنان باقی می‌ماند. شکل ۲-الف نمونه‌ای از یک جریان هوای تنبل را نشان می دهد.

جریان هوای معکوس[9]: در ارزیابی عملکرد هود با استفاده از آزمون دود مرئی، در اثر وجود مشکلی در جریان هوا مشاهده می‌شود که دود به سمت جلوی دهانه هود هدایت می‌شود. شکل ۲-ب، نمونه‌ای از یک جریان هوای معکوس را نشان می‌دهد.

1. Airfoil
2. Work surface
3. Exhaust plenum or exhaust collar
4. Face
5. Face velocity
6. Maximum opening
7. Operating opening
8. Lazy airflow
9. Reverse airflow

الف)

ب)

شکل ۲. تصویری از جریان هوای تنبل که نمی‌تواند دود را به سمت بافل پشتی انتقال دهد (الف) و جریان هوای معکوس که با هدایت دود به جلوی دهانه هود نمایان است (ب).

۵،۲. بازرسی هودهای آزمایشگاهی

واحد HSE موظف است هر ۳ ماه یکبار جهت حصول اطمینان از صحت عملکرد، از کلیه هودهای آزمایشگاهی بازدید به عمل آورده و چک لیست مربوطه را مطابق پیوست شماره ۱ پر نماید. همچنین بر نحوه استفاده از هودهای آزمایشگاهی و شرایط آزمایشگاه مطابق دستورالعمل پیوست شماره ۲ نظارت نماید. درصورت بروز هرگونه شکایت از طرف کارکنان آزمایشگاه لازم است بازرسی مجدد صورت گیرد.

۵،۳. ارزیابی عملکرد هود

ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی باید سالی یکبار توسط واحد HSE انجام شود. این ارزیابی معمولا با سه آزمون سرعت در دهانه، دود مرئی و گاز ردیاب انجام می‌شود. هنگام استفاده از هر یک از این سه روش بایستی به نکات ذیل دقت شود:

- سیستم‌های تهویه‌ی اتاق (هم تأمین‌کننده و هم تخلیه) باید روشن بوده و در حال عملیات معمول خود باشند.
- دمای اتاق می‌بایست دمای معمول برای آزمایشگاه‌ها باشد، معمولاً ۲/۷ ± ۲۲ درجه‌ی سانتیگراد.
- جریان‌های جانبی در فاصله ۰/۵ متری از دهانه‌ی هود می‌بایست بیشتر از (۳۰ fpm) ۰/۱۵ m/s نباشد.
- دریچه یا دریچه‌های هود در وضعیت آزمون باشند.
- اگر هود دارای سیستم کمکی[1] است، می‌بایست فعال باشد.
- قبل از انجام آزمون و حین آن، مطمئن شوید که دستگاه اندازه‌گیری سرعت جریان روی صفر تنظیم شده است.
- شرایط اتاق را ثبت نمایید. یک شکل شماتیک از اتاق تهیه نمایید که موقعیت تجهیزات عمده در آن را نشان دهد.
- حداقل اطلاعاتی که باید ثبت شوند شامل چیدمان عمومی اتاق و موقعیت هود، سایر هودهای آزمایشگاهی، سیستم تهویه‌ی موضعی و تهویه‌ی عمومی است.

1. Auxiliary

- پیکربندی[1] هود را ثبت نمایید. برای نمونه، نوع و اندازه‌ی هود، وضعیت دریچه، وجود اِیرفویل، موقعیت شکاف‌های بافِل[2] یا دیگر موارد مهم را ثبت نمایید. همچنین، اگر درون هود مواد و/یا تجهیزات قرار دارد، موقعیت نگهداری آنها، سطحی از میز کار هود که اشغال کرده‌اند، و هرگونه انسداد احتمالی که در منافذ مکش هود ایجاد کرده‌اند را ثبت نمایید.

۵،۳،۱. آزمون سرعت در دهانه

وسیله‌ی اندازه‌گیری

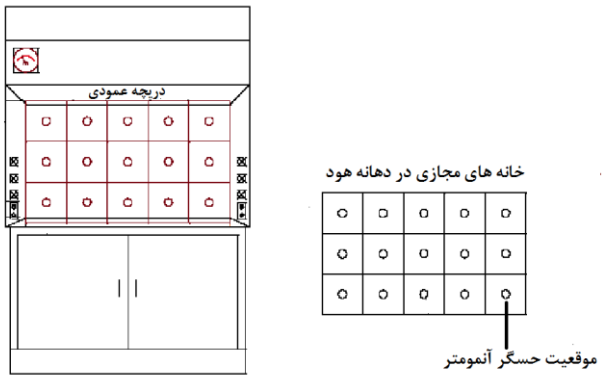
وسیله‌ای که برای اندازه‌گیری سرعت در دهانه استفاده می‌شود باید کالیبره باشد. آنمومتر حرارتی باید بتواند سرعت جریان هوا در محدوده‌ی ۳۰ تا ۴۰۰ فوت بر دقیقه (۰/۱۵ تا ۲ متر بر ثانیه) را با صحت ۳٪± اندازه‌گیری نماید.

اندازه‌گیری سرعت در دهانه در هودهای مرسوم، هودهای مجهز به بای‌پس و هودهای با جریان کمکی

- دریچه‌ی هود را در حالت کاملاً باز نگاه دارید. دهانه‌ی هود را به طور مجازی به صورت یک شبکه متشکل از خانه‌هایی به شکل مربع یا مستطیل در نظر بگیرید. مساحت هر یک از خانه‌های این شبکه نباید از ($۰/۰۹ m^2$) $1 ft^2$ بیشتر باشد. اگر خانه‌ها را به شکل مستطیل در نظر می‌گیرید، طول ضلع بزرگتر آن نباید از (۳۳ cm) ۱۳ in بیشتر باشد (شکل ۳-الف).
- برای اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود، پروب آنمومتر کالیبره‌شده می‌بایست در مرکز هر یک از این خانه‌ها قرار داده شود. حسگر آنمومتر می‌بایست در دهانه‌ی هود به گونه‌ای قرار گیرد که عمود بر جهت ورود هوا به دهانه هود باشد.
- حین اندازه‌گیری، آنمومتر می‌بایست روی یک پایه قرار داشته باشد و از گرفتن آن در دست اجتناب شود. برای اینکه در جریان هوای رسیده به هود اختلالی ایجاد نشود، از دهانه‌ی هود به خوبی فاصله بگیرید (شکل ۳-ب).
- در مرکز هر یک از خانه‌ها می‌بایست ۲۰ اندازه‌گیری سرعت ثبت گردد به طوریکه فاصله بین هر بار اندازه‌گیری یک ثانیه باشد. میانگین سرعت جریان هوا در مرکز هر خانه را ثبت نمایید (مجموع سرعت‌های اندازه‌گیری تقسیم بر تعداد اندازه-گیری‌ها). این کار را برای هر یک از خانه‌ها تکرار کنید. نتایج را در فرم ثبت اطلاعات اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود به شماره‌ی NPCHSE-121-F001 ثبت نمایید.
- میانگین سرعت جریان‌هایی که در تمام خانه‌ها اندازه‌گیری شده‌اند به عنوان سرعت در دهانه‌ی هود گزارش می‌شود. مقادیر بیشینه و کمینه سرعت جریان را نیز مشخص کرده و در فرم ثبت اطلاعات اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود به شماره‌ی NPCHSE-121-F001 ثبت نمایید.
- اگر تفاوت مقادیر بیشینه و کمینه‌ی سرعت جریان در خانه‌ها از ۱۵ درصد بیشتر باشد، نشان دهنده‌ی وجود یک اختلال در جریان هوا است. این اختلال ممکن است به دلیل انباشته بودن درون هود از وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی، ضعیف بودن فن و/یا طراحی غیراصولی هود باشد.

1. Configuration
2. Baffle slots

الف)



ب)

شکل ۳. تقسیم‌بندی دهانه‌ی هود به شبکه‌ای از خانه‌های مجازی (الف)، نحوه‌ی قرارگیری آنمومتر روی یک سه‌پایه برای اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود (ب)

اندازه‌گیری سرعت در دهانه در هودهای با حجم هوای متغیر

- مطمئن شوید تمام کنترل‌گرهای سیستم بر اساس دستورالعمل سازنده کالیبره شده باشد. این مرحله شامل کالیبراسیون کنترل کننده‌ها، حسگرها و تجهیزات کنترل جریان هوای ورودی و خروجی است که جزئی از سیستم هستند.
- دریچه‌ی هود را به گونه‌ای تنظیم کنید که به اندازه‌ی ۲۵ درصد حداکثر بازشدگی دریچه باز بماند. چند دقیقه صبر کنید تا سرعت در دهانه هود به ثبات برسد. سپس سرعت در دهانه‌ی هود را به روش فوق الذکر اندازه‌گیری نمایید.
- دریچه‌ی هود را به گونه‌ای تنظیم کنید که به اندازه‌ی ۵۰ درصد حداکثر بازشدگی دریچه باز بماند. چند دقیقه صبر کنید تا سرعت در دهانه‌ی هود به ثبات برسد. سپس سرعت در دهانه‌ی هود را به روش فوق الذکر اندازه‌گیری نمایید.
- دریچه‌ی هود را در حالت کاملاً باز قرار دهید. چند دقیقه صبر کنید تا سرعت در دهانه‌ی هود به ثبات برسد. سپس سرعت در دهانه‌ی هود را به روش فوق الذکر اندازه‌گیری نمایید.
- میانگین سرعت‌های اندازه‌گیری شده در هر سه حالت بالا را محاسبه کرده و با مقادیر استاندارد یا مشخصه‌های طراحی هود[1] مقایسه نمایید.

مقادیر استاندارد

- **استاندارد ASHRAE و NFPA 45-2019**

محدود قابل قبول سرعت در دهانه ۱۲۰-۸۰ fpm است.

- **استاندارد ACGIH**

مطابق استاندارد سازمان ACGIH به شماره VS-35-01 (پیوست ۴) سرعت در دهانه‌ی هود در محدوده‌ی ۱۰۰-۸۰fpm است.

1. Design specifications

مزایای آزمون سرعت در دهانه

- ارزان است.
- انجام آزمون نسبتاً آسان است.
- می‌تواند دبی هوای مکش شده از هود و سرعت جریان هوا را مشخص نماید.

$$Q = V \times A$$

A: سطح دهانه هود (ft^2)

V: سرعت در دهانه هود (fpm)

Q: دبی (cfm)

معایب آزمون سرعت در دهانه

- سرعت در دهانه‌ی هود هرچند در محدوده‌ی بهینه باشد، لزوماً نشان دهنده‌ی این نخواهد بود که هود منبع آلودگی را کاملاً محصور کرده است.
- بدست آوردن متوسط سرعت در دهانه‌ی هود ممکن است احساس اشتباهی از حفاظت را به کاربر بدهد.

عوامل ایجاد خطا

- کالیبره نبودن آنمومتر،
- حسگر آنمومتر بر دهانه‌ی هود (مسیر جریان هوا) عمود نباشد،
- آنمومتر از دهانه‌ی هود جلوتر یا عقب‌تر قرار گیرد.
- شخص ارزیاب حین اندازه‌گیری نزدیک دهانه‌ی هود قرار گیرد.

۵،۳،۲. آزمون دود مرئی

با رهاسازی دود مرئی درون هود می‌توان الگوی جریان را درون و اطراف هود مشاهده کرد. دود باید به گونه‌ای تولید شود که به طور یکنواخت وارد هود شده، به بافِل‌ها رسیده و توسط کانال هود به بیرون تخلیه شود. دود نباید از دهانه‌ی هود فرار کند و همچنین نباید آشفتگی، توقف، جریان برگشتی به خارج از دهانه، یا نقاط مرده (جایی که دود ساکن است) مشاهده شود.

مزایای آزمون دود مرئی

- الگوی جریان هوا را می‌توان مشاهده کرد.
- هنگام طراحی هود می‌تواند مفید واقع شود.

معایب آزمون دود مرئی

- یک آزمون ذهنی است و چون داده‌های کمّی حاصل نمی‌شود قضاوت‌ها در خصوص آن نیز ذهنی بوده و به فرد ارزیاب بستگی دارد.

- چشم انسان زمانی قادر به دیدن دود است که تراکم آن در محیط بسیار بالا باشد (حدود چند صد ppm). بنابراین، استفاده از این نوع آزمون فقط با استفاده از دودهای مصنوعی بی خطر امکان‌پذیر است. نباید انتظار داشت در این نوع آزمون از مواد شیمیایی واقعی (مثل اسیدها، حلال‌های آلی و ...) استفاده کرد، زیرا همانگونه که اشاره شد تنها در تراکم-های بسیار بالا چشم انسان می‌تواند دود را ببیند. چنین شرایطی بسیار خطرناک بوده و بسته به نوع ماده حتی امکان حریق یا انفجار نیز وجود دارد.

انواع روش‌های آزمون دود مرئی

الف) آزمون دود با حجم کم[1]

- دریچه‌ی هود را در موقعیت آزمون قرار دهید.
- برای ارزیابی عملکرد اِیرفویل پایین هود، با استفاده از یک منبع کوچک تولید دود مقداری دود زیر اِیرفویل آزاد نمایید. جریان دود با استفاده از یک وسیله‌ی تولید دود (مثل تفنگ دود، بطری دود[2]، لوله‌های دودزا[3]) تولید می‌شود. زمانی عملکرد قابل قبول است که دود به طور یکنواخت و به آرامی تخلیه شده و در فضای بالای درون هود جریان گردابی تشکیل نشود.
- منبع تولید دود را درون هود به فاصله ۱۵ سانتیمتر از دهانه‌ی هود در امتداد دیواره‌های هود و سطح کار قرار دهید. مسیر حرکت دود را با دقت دنبال نمایید بەویژه در گوشه‌ها. مقدار دود تولیدشده باید به اندازه‌ای باشد که بتوان جریان هوا را با چشم مشاهده کرد. مقدار تولید دود آنقدر زیاد نباشد که امکان دیدن و دنبال کردن مسیر جریان وجود نداشته باشد. اگر درون هود وسایل و تجهیزاتی قرار دارند (مانند صفحات داغ[4] یا دیگر منابع تولید گرما)، دود را در اطراف آنها آزاد کنید و اثر آنها بر جریان هوای درون هود را مشاهده نمایید. در این روش، مشکلات معمول جریان هوا در هودهای آزمایشگاهی با عناوین ذیل گروه‌بندی می‌شوند و می‌بایست ثبت گردند:
  - ✓ **جریان تنبل:** هنگامی که دود روی سطح کار راکد باقی بماند و هیچ جریانی به سمت بافِل‌های هود نداشته باشد.
  - ✓ **جریان معکوس**: هنگامی که دود به سمت جلوی دهانه‌ی هود حرکت کند.

- دود را درون هود در فضای بالای قسمت پایین دریچه آزاد کنید. جریان هوای پشت دریچه را مشاهده نمایید. در دریچه-های افقی یا ترکیب دریچه‌های افقی و عمودی، پنجره‌های افقی را باز کرده و دود را در امتداد درون دریچه نزدیک لبه‌ی عمودی باز دریچه آزاد کنید.
- دود را بیرون هود آزاد کنید. جریان هوا به درون هود را مشاهده نمایید و مشخص کنید آیا جریان‌های هوای موجود در اتاق روی جریان ورودی به هود اثر می‌گذارند یا خیر.
- دود را در فضای بالای دهانه‌ی هود آزاد کنید. تخلیه‌ی دود، ورود دود به شکاف‌ها[5]، و تمایل دود به عبور از فضای پشت دریچه و حرکت به سمت دهانه‌ی هود را به دقت بررسی نمایید.

---

1 . Low-volume (local) visualization
2. Smoke bottle
3. Smoke tubes
4. Hot plates
5. Slots

ب) آزمون دود با حجم زیاد[1]

از یک منبع تولید دود که بتواند حجم زیادی دود ایجاد نماید استفاده نمایید. محل قرارگیری منبع دود همانند آزمون دود با حجم کم است (به فاصله ۱۵ سانتیمتر از دهانه‌ی هود درون فضای هود). به دلیل اینکه حجم بسیار زیادی از دود تولید می‌شود می‌بایست در تفسیر مشاهدات خود بسیار دقت کرد. معمولاً بهترین محل برای مشاهده رفتار حرکتی دود کنار دهانه-ی هود است. حین آزمون، تجهیزات موجود درون هود، مانند وسایل گرمازا[2] می‌بایست روشن باشند تا مشخص شود که آیا در نشتی احتمالی نقش دارند یا خیر.

- دود را زیر ایرفویل آزاد کنید.
- دود را در امتداد دیواره‌های کناری هود آزاد کنید.
- دود را در امتداد سطح کار آزاد کنید.
- اگر درون هود تجهیزاتی قرار گرفته‌اند، دود را در اطراف آنها آزاد کنید.
- دود را درون هود در قسمت پایین[3] دریچه آزاد کنید.
- دود را در فضای بالای دهانه‌ی هود (بین پایین دریچه و سقف هود) آزاد کنید.
- دود را بیرون هود آزاد کنید.

ارزشیابی نتایج

الگوهای حرکت جریان هوا را مشاهده کرده و ثبت نمایید. در تمامی حالات فوق، تمام دود تولید شده می‌بایست به سمت قسمت‌های داخلی‌تر هود کشیده شده و به بیرون تخلیه شوند.

- **مردود**: دود از جریان معکوس تبعیت می‌کند و از دهانه‌ی هود به سمت اتاق (فضای آزمایشگاه) خارج می‌شود.
- **ضعیف**: دود از ترکیبی از جریان تنبل و جریان معکوس تبعیت می‌کند. بخش عمده‌ی دود ساکن است و بخش کوچکی از آن در یک جریان معکوس به دهانه‌ی هود نزدیک می‌شود.
- **نسبتاً خوب**: جریان معکوس بسیار کم است و در فضای بالای اتاقک هود نیز تشکیل جریان‌های گردابی متلاطم (آشفته) اندک است. دود به راحتی به دام افتاده و به بیرون تخلیه می‌شود.
- **خوب**: هیچ جریان معکوسی مشاهده نمی‌شود. به دام اندازی خوب و تخلیه‌ی هوا سریع است. تشکیل جریان‌های گردابی متلاطم (آشفته) نیز در فضای بالای اتاقک هود اندک است.

نکته ۱. توجه داشته باشید که در لبه‌ی دریایی[4] سطح میز تقریباً همیشه یک جریان معکوس کوچک ایجاد می‌شود که طبیعی بوده و در تمام هودهایی که سطح میز کار آنها دارای لبه‌ی دریایی (شکل ۴) است وجود دارد. میزهای با لبه‌ی دریایی به دو صورت لبه دریایی مرسوم[5] و لبه دریایی گرد[6] در بازار وجود دارند.

1. Large-Volume Visualization
2. Heating devices
3. Bottom
4. Marine edge
5. Custom marine edge
6. Round marine edge

نکته ۲. حین آزمون ممکن است جریان‌های هوای تنبل یا معکوس به دلیل انباشت وسایل درون هود ایجاد شوند که اینگونه موارد را می‌بایست ثبت و گزارش نمود.

نکته ۳. اگر حین انجام آزمون، دود از دهانه‌ی هود خارج شد، نشان دهنده‌ی وجود یک نشتی عمده است. در این حالت می-بایست ادامه‌ی آزمون را متوقف کرده و علت نشتی شناسایی و برطرف شود.

الف) ب)

شکل ۴. ورقه های فلزی میز کار هود با لبه دریایی گرد (الف) و لبه دریایی مرسوم (ب)

۵،۳،۳. آزمون گاز ردیاب

وسایل و تجهیزات مورد نیاز

الف) گاز ردیاب

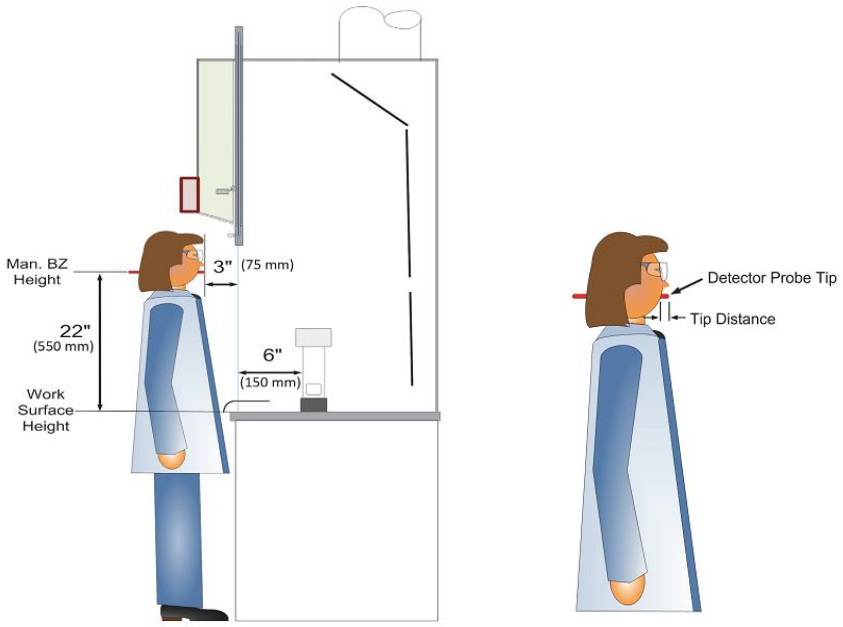
- باید از هگزافلوئورید گوگرد (SF_6) یا یک گاز با پایداری و وزن مولکولی مشابه آن استفاده شود. گاز مورد استفاده می-بایست درون سیلندری باشد که بتواند فشاری در حدود ۳۰ پوند بر اینچ مربع (۲۰۰ کیلوپاسکال) را به مدت حداقل یک ساعت حین آزمون تأمین نماید.
- حین آزمون، گاز ردیاب می‌بایست با دبی ۴ لیتر در دقیقه (۶۷ میلی لیتر در ثانیه) آزاد گردد.
- گاز ردیاب باید حداقل ۹۹ درصد خلوص داشته باشد.

ب) آشکارساز

- باید بتواند به صورت دائمی و در هر لحظه از زمان گاز ردیاب را تشخیص و اندازه‌گیری نماید.
- حداقل حساسیت آشکارساز باید بین ۰/۰۱ تا ۲۰ پی‌پی‌ام باشد.
- صحت آشکار ساز باید ۱۰٪± قرائت‌ها یا ۰/۰۲۵ پی‌پی‌ام باشد (هر کدام که بزرگتر بود).
- آشکارساز باید قابلیت اتصال به رایانه را داشته باشد و بتواند اندازه‌گیری‌ها را با نرخ حداقل یک اندازه‌گیری در ثانیه در طول مدت آزمون ثبت نماید.
- قطر پروب آشکارساز باید کمتر از ۰/۵ اینچ (۱۲ میلیمتر) باشد.
- درست قبل از آغاز آزمون، می‌بایست آشکارساز را با تراکم‌های مشخصی از گاز ردیاب در محل آزمون کالیبره کرد.
- گازی که برای کالیبراسیون استفاده می‌شود باید همان گازی باشد که برای آزمون استفاده می‌شود.

ج) مانکن

- مانکن باید نمای یک انسان را داشته باشد و ابعاد آن همانند ابعاد بدن یک انسان باشد. عرض شانه‌های مانکن ۵±۴۳ سانتیمتر باشد. بازوهای مانکن باید در راستای بدن آویزان باشد.
- شکل هندسی مانکن باید به گونه‌ای باشد که بتوان از آن در انجام آزمون استفاده کرد (شکل ۵).
- اگر برای نگه داشتن مانکن از یک وسیله بعنوان نگهدارنده[1] استفاده می‌شود، باید به گونه‌ای باشد که وقتی مانکن کنار هود قرار داده می‌شود اختلالی در جریان هوا ایجاد نکند.
- مانکن می‌بایست همانند یک انسان لباس به تن داشته باشد.



شکل ۵. وضعیت قرارگیری مانکن، پروب آشکارساز و ابعاد و فواصل مورد نیاز برای آزمون (BZ= Breathing zone).

رویه‌ی آزمون گاز ردیاب

این رویه در سه حالت قابل انجام است:

حالت اول: توسط کارخانه‌ی سازنده‌ی هود انجام می‌شود و تحت عنوان آزمون "پس از تولید[2]" نامیده می‌شود. در این آزمون، مقدار گاز ردیاب اندازه‌گیری و ثبت می‌شود و نتیجه‌ی آن به صورت AMyyy گزارش می‌شود که در آن AM به معنای "پس از تولید" و yyy تراکم اندازه‌گیری شده است.

حالت دوم: پس از انتقال هود به محل مورد استفاده (برای مثال آزمایشگاه) انجام می‌شود و تحت عنوان "پس از نصب[3]" از آن یاد می‌شود. در این آزمون، مقدار گاز ردیاب اندازه‌گیری و ثبت می‌شود و نتیجه‌ی آن به صورت AIyyy گزارش می‌شود که در آن AI به معنای "پس از نصب" و yyy تراکم اندازه‌گیری شده است.

حالت سوم: پس از اینکه نصب هود به اتمام رسید و برای استفاده آماده شد در شرایط طبیعی محیط کار هنگامی که درون هود مواد و تجهیزات قرار دارد و کاربر از آن استفاده می‌کند اندازه‌گیری انجام می‌شود. این حالت تحت عنوان "پس از

1. Support
2. As manufactured (AM)
3. As installed (AI)

استفاده[1]" نامیده می‌شود. در این آزمون، مقدار گاز ردیاب اندازه‌گیری و ثبت می‌شود و نتیجه‌ی آن به صورت AUyyy گزارش می‌شود که در آن AU به معنای "پس از استفاده" و yyy تراکم اندازه‌گیری شده است.

تست گاز ردیاب

- قبل از آغاز آزمون می‌بایست آشکارساز برای مدتی کار کند تا به تعادل[2] برسد. مقدار زمینه‌ای گاز ردیاب در اتاق (آزمایشگاه) می‌بایست تعیین گردد. اگر مقدار زمینه بسیار زیاد باشد می‌بایست رویه‌های اصلاحی لازم را انجام داد.
- قبل از آغاز آزمون، به طور دوره‌ای در طول آزمون و پس از اتمام آن، عملکرد آشکارساز را بررسی نمایید. این کار را با در معرض تماس قرار دادن آشکار ساز با تراکم‌های پایین گاز ردیاب انجام دهید. اگر آشکارساز پاسخ مناسبی نشان نداد، آزمون عملکرد هود را باید متوقف کرد تا زمانی که نقص آشکارساز برطرف گردد. آشکارساز می‌بایست همیشه بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده آن مورد استفاده قرار گیرد.
- دریچه را در موقعیت آزمون قرار دهید.
- مانکن و اینجکتور[3] (قسمت تزریق کننده‌ی گاز ردیاب) را در وضعیت آزمون قرار دهید. برای هودهای آزمایشگاهی مرسوم با دریچه‌ی عمودی سه موقعیت نیاز است: چپ، مرکز و راست. در تمام موقعیت‌ها، مانکن رو به هود قرار می‌گیرد. در موقعیت چپ، اینجکتور به فاصله‌ی ۳۰ سانتیمتر از دیواره‌ی داخلی سمت چپ هود قرار می‌گیرد. در موقعیت مرکز، اینجکتور در مرکز هود (به فاصله‌ی یکسان از دیواره‌های راست و چپ) قرار می‌گیرد. در موقعیت راست، اینجکتور به فاصله‌ی ۳۰ سانتیمتر از دیواره‌ی داخلی سمت راست هود قرار می گیرد.
- در هر موقعیت، بخش جلویی لوله‌ی اینجکتور را در فاصله‌ی ۱۵ سانتیمتری از دهانه‌ی هود قرار دهید.
- برای قرار دادن اینجکتور، نقطه مرجع باید لبه‌ی جلویی محفظه‌ی آلومینیومی اینجکتور باشد. کلاهک[4] اینجکتور می‌بایست ۲/۵ سانتیمتر جلوتر قرار گیرد.
- پروب آشکارساز می‌بایست در ناحیه‌ی تنفسی مانکن قرار گیرد. ناحیه‌ی تنفسی مانکن ۷/۵ سانتیمتر از سطح دریچه فاصله داشته باشد (شکل ۵).
- پروب آشکارساز می‌بایست از پشت سر به درون سر مانکن عبور داده شود و از دهان آن خارج شود. دقت کنید که هر روشی که برای متصل کردن پروب آشکارساز در ناحیه‌ی تنفسی مانکن استفاده می‌شود با الگوی جریان هوا در اطراف مانکن یا پروب تداخل ایجاد نکند.
- "میزان کنترل[5]" را در هر یک از موقعیت‌های آزمون تعیین نمایید. برای این کار، شیر مخرن گاز ردیاب را باز کنید و اجازه دهید به مدت ۳۰ ثانیه تخلیه گردد. پس از ۳۰ ثانیه، به مدت پنج دقیقه با فواصل یک ثانیه‌ای نتایج اندازه‌گیری آشکارساز را ثبت نمایید. میانگین تراکم گاز ردیاب در این پنج دقیقه "میزان کنترل" در آن موقعیت است.
- از میان سه "میزان کنترل" به دست آمده (بر حسب ppm)، بیشترین آنها برای ارزیابی عملکرد هود استفاده می‌شود.

1. As used (AU)
2. equilibrate
3. Injector
4. Bonnet
5. Control level

- اگر حین آزمون گاز ردیاب، دستگاه سایر آلاینده‌های هوا را به مقدار ۱۰ درصد "میزان کنترل" اندازه‌گیری کند، می-بایست استفاده از این مواد متوقف گردد تا زمانی که قرائت زمینه به کمتر از ۱۰ درصد "میزان کنترل" کاهش یابد. راه حل دیگر این است که از گاز ردیاب دیگری استفاده گردد.

تفسیر نتایج:

مقادیر قابل قبول آزمون گاز ردیاب برای حالت‌های "پس از تولید" و "پس از نصب" به ترتیب ۰/۱۰ و ۰/۱۵ ppm است (AM 0.1 و AI 0.15). کارشناس بهداشت صنعتی می‌بایست نتایج آزمون گاز ردیاب برای هودهای مورد استفاده (AUyyy) را با این مقادیر مقایسه نماید. اگر بیشترین "میزان کنترل" اندازه‌گیری شده از این مقادیر بیشتر باشد، عملکرد هود مناسب نیست.

۵،۴. بهسازی هودهای آزمایشگاهی

در صورتیکه پس از ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی، مشخص گردید که هودها کارایی لازم را ندارند باید با هماهنگی واحد خدمات فنی مجتمع اقدامات لازم جهت رفع نقص و بهسازی آنها انجام گیرد.

۵،۵. نگهداری سوابق

سوابق مربوط به پایش و ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی بایستی براساس جدول زیر تا مدت زمان ذکر شده در مکان‌های مشخص شده نگهداری شود.

سوابق	مکان نگهداری	مدت زمان نگهداری
چک لیست بازرسی هودهای آزمایشگاهی فرم ارزیابی عملکرد هودها سوابق بهسازی هودها	واحد HSE	۵ سال

منابع

1. Methods of testing performance of laboratory fume hoods. ANSI/ASHRAE Standard 110-2016. Approved by ASHRAE on March 31, 2016, and by the American National Standards Institute on April 1, 2016.

2. Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals. NFPA 45. 2019

شرکت ملی صنایع پتروشیمی

شرکت پتروشیمی .....

فرم ثبت اطلاعات اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود به شماره NPCHSE-121-F001

شرکت پتروشیمی:	محل اندازه‌گیری:
نام واحد:	شماره هود:
ابعاد دهانه‌ی هود و دیاگرام آن:	

نتایج اندازه‌گیری:

شماره هر خانه	میانگین سرعت در هر خانه (fpm)	شماره هر خانه	میانگین سرعت در هر خانه (fpm)
۱		۹	
۲		۱۰	
۳		۱۱	
۴		۱۲	
۵		۱۳	
۶		۱۴	
۷		۱۵	
۸		۱۶	

میانگین سرعت در دهانه هود (fpm)	

نتیجه‌گیری:

نام فرد ارزیابی کننده:

تاریخ ارزیابی: امضاء

شرکت ملی صنایع پتروشیمی

شرکت پتروشیمی ....

فرم گزارش نواقص هودهای آزمایشگاهی به شماره NPCHSE-121-F002

به : ریاست محترم واحد تعمیرات

موضوع : گزارش ارزیابی هودهای آزمایشگاهی

با سلام

احتراما به پیوست، گزارش رئیس بهداشت صنعتی این امور در مورد ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی به حضور شما ارسال می‌شود. با توجه به عملکرد ضعیف هودهای ذیل و امکان مواجهه بیش از حد مجاز کارکنان آزمایشگاه با گازها و بخارات شیمیایی، خواشمند است دستور فرمائید حداکثر تا تاریخ ..... نسبت به بهسازی و رفع نواقص آنها اقدام گردد.

ردیف	شماره هود	محل استقرار	نوع نقص	پیشنهاد کنترلی

با تشکر

رئیس HSE

نام و نام خانوادگی

رونوشت: واحد بهداشت جهت مستندات

پیوست شماره ۱- چک لیست بازرسی هودهای آزمایشگاهی

شرکت ملی صنایع پتروشیمی

شرکت پتروشیمی ....

واحد HSE- بخش بهداشت صنعتی

شرکت: محل بازرسی:

واحد: تاریخ بازرسی:

هود شماره:

سوال	✓	✗	توضیح
۱- آیا هودها سالانه ارزیابی می‌شوند؟ (آخرین تاریخ بررسی عملکرد هودها چه زمانی بوده است؟)			
۲- آیا همه‌ی قسمتهای هود سالم هستند؟			
۳- استفاده از دریچه (sash) با سهولت انجام می‌شود؟			
۴- آیا بخشی از هود آسیب دیده است؟			
۵- آیا بخشی از هود حذف (برداشته) شده است؟			
۶- آیا در کانال‌ها سوراخ یا شکاف وجود دارد؟			
۷- آیا در اجزاء هود زنگ زدگی مشاهده می‌شود؟			
۸- آیا صدای فن کمتر از حد مجاز است؟			
۹- آیا هودهای درحال تعمیر یا معیوب با برچسب یا علائم هشداردهنده مشخص شده‌اند؟			
۱۰- آیا جهت برطرف کردن اشکالات هود به واحد خدمات فنی اطلاع داده شده است؟			
۱۱- آیا در صورت بروز هرگونه تعمیرات یا تغییرات، مجدداً عملکرد هود بررسی می‌شود؟			
۱۲- آیا پس از بررسی مجدد، گواهی کار توسط واحد HSE مبنی بر عملکرد صحیح هود صادر شده است؟			
۱۳- آیا در خرید یا نصب هودهای آزمایشگاهی جدید نظارتی از سوی HSE وجود دارد؟			
۱۴- آیا اقدامات لازم جهت پیشگیری از ورود هوای آلوده‌ی بیرون به داخل آزمایشگاه صورت گرفته است؟			
۱۵- آیا سیستم تهویه مطبوع آزمایشگاه درست کار می‌کند؟			
۱۶- آیا دودکش خروجی روی سقف قرار دارد؟			
۱۷- چنانچه در جریان کار از مواد قابل اشتعال استفاده می‌شود، آیا جنس کانال خروجی از فولاد ضدزنگ است؟			
۱۸- آیا تخلیه‌ی خروجی حداقل ۸ فوت (۲/۴متر) بالاتر از سقف قرار دارد؟			
۱۹- آیا جهت کاهش پتانسیل ایجاد جرقه، تجهیزات الکتریکی بطور مقتضی به زمین متصل شده‌اند؟			
۲۰- آیا وسایل داخل هود ۳-۲ اینچ (۸-۵ سانتیمتر) بالاتر از سطح کار قرار دارند تا هوا زیر و اطراف آنها جریان داشته باشد؟			
۲۱- آیا کمتر از ۵۰٪ سطح کار توسط وسایل اشغال شده است؟			

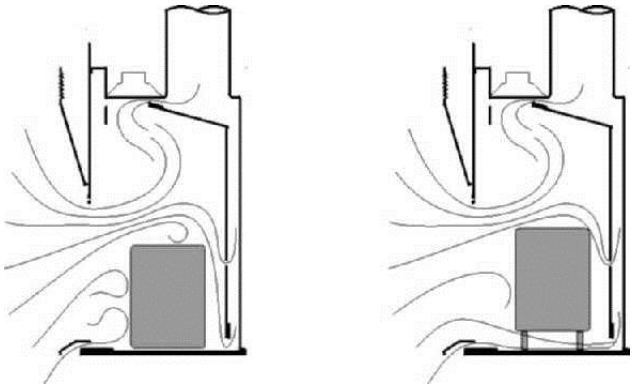
سوال	✓	✗	توضیح
۲۲- آیا وسایل داخل هود به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که مانع جریان هوا از طریق بافل‌ها نشود؟			
۲۳- آیا اپراتور حداقل در فاصله‌ی ۶ اینچی(۱۵ cm) در پشت دهانه‌ی هود کار می‌کند؟			
۲۴- آیا فاصله‌ی هودها از درها (بجز درهای اضطراری) حداقل ۱۰ فوت (۳ متر) است؟			
۲۵- آیا قفسه‌ی اضافه داخل هود نصب شده است؟			
۲۶- آیا درب ظروفی که در داخل اتاقک هود قرار می‌گیرند کاملاً بسته هستند؟			
۲۷- آیا مواد شیمیایی خارج از اتاقک هود نگهداری می‌شود؟			
۲۸- آیا جهت جلوگیری از هرگونه خطر یا آسیب به هود، هودهای کثیف تمیز می‌شوند؟			
۲۹- آیا پرسنل آزمایشگاه از وسایل حفاظت فردی مثل دستکش، روپوش، عینک و ... استفاده می‌کنند؟			
۳۰- آیا شماره تلفن‌های اضطراری بطور واضح در آزمایشگاه نصب شده است؟			
۳۱- آیا MSDS مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشگاه تهیه شده و در اختیار پرسنل قرار گرفته است؟			
۳۲- آیا پرسنل آموزش‌های لازم را در زمینه‌ی ایمنی آزمایشگاه دیده‌اند؟			
۳۳- آیا پرسنل از برنامه‌ی واکنش در شرایط اضطراری در آزمایشگاه آگاهی دارند؟			
۳۴- آیا برچسب خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن ممنوع در داخل آزمایشگاه نصب شده است؟			
۳۵- آیا روشنایی برای انجام کار مناسب است؟			
۳۶- آیا خروجی فن‌ها بطور کامل فیلتر می‌شوند؟			
۳۷- آیا درهای آزمایشگاه بسته هستند (بجز درهای خروج اضطراری و موارد استثناء)؟			
۳۸- آیا تاریخ آخرین بازرسی روی هودها مشخص شده است؟			
۳۹- آیا میز و صندلی و ایستگاه‌های کاری کارکنان مطابق اصول ارگونومیک می‌باشند؟			
۴۰- آیا عملکرد تجهیزات اضطراری مثل دوش و چشم شوی اضطراری، جعبه کمکهای اولیه و... مناسب می‌باشد؟			

فرد ارزیابی کننده: امضاء

پیوست شماره ۲- نحوه‌ی استفاده از هودهای آزمایشگاهی و شرایط آزمایشگاه

۱. موقعیت مناسب مکانی تجهیزات و دستگاه‌ها داخل هود

- وسایل و تجهیزات را ۳-۲ اینچ (۸-۵ cm) بالاتر از سطح کار قرار دهید تا هوا زیر و اطراف دستگاه جریان داشته باشد (شکل پ-۱).
- دستگاه‌ها هرگز نباید تا قاب دریچه امتداد داشته باشند یا محدودیتی هنگام بسته شدن دریچه ایجاد کنند.



ب الف

شکل پ ۱: وضعیت مناسب (الف) و نامناسب (ب) قرار دادن تجهیزات بزرگ زیر هود

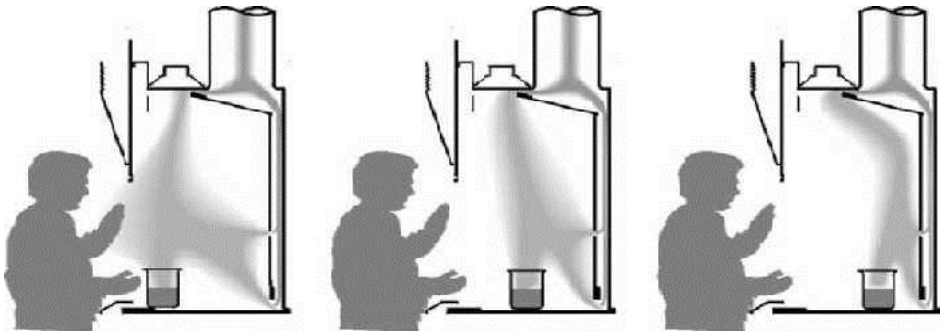
- تجهیزات الکتریکی مجهز به سیم اتصال زمین شوند تا پتانسیل ایجاد جرقه کاهش یابد.
- از تجمع بیش از حد تجهیزات و دستگاه‌ها زیر هود اجتناب کنید. بطور کلی، نباید بیش از ۵۰٪ سطح کار توسط دستگاه-ها و وسایل اشغال شود.
- از برداشتن سریع اجسام یا مواد از داخل هود اجتناب کنید.
- بافل‌ها تنها باید طبق توصیه کارخانه‌ی سازنده تنظیم شوند.
- تجهیزات داخلی هود باید به‌گونه‌ای قرار گیرند که مانع جریان هوا از طریق بافل‌ها نشوند.
- بافل‌ها را بررسی کنید و از باز بودن و مسدود نبودن آنها اطمینان حاصل کنید (شکل پ-۲).

الف ب ج

شکل پ۲: جریان هوا زمانیکه الف) همه بافل‌ها باز هستند (حالت نرمال)، ب) وضعیت دریچه‌ها برای بخارات و گازهای سنگین (دریچه‌ی بالایی کمی بسته می‌شود). ج) وضعیت بافل‌ها برای تجهیزاتی که دمای بالا دارند: دریچه‌ی پائینی کمی بسته می‌شود، بنابراین بخارات گرم‌شده به سمت بالا حرکت می‌کنند

۲. حرکات و موقعیت مکانی اپراتور

- همیشه در فاصله‌ی حداقل ۶ اینچی (۱۵ cm) در پشت دهانه‌ی هود کار کنید تا تحت تاثیر آلودگی‌های ایجاد شده قرار نگیرید. برای این منظور خطی در فاصله ۱۵ سانتیمتری دهانه هود رسم نمائید و همه‌ی مواد شیمیایی و تجهیزات زیر هود را در پشت این خط قرار دهید و با آنها کار کنید. این کار باعث می شود از خارج شدن بخارات شیمیایی، به علت نوسانات جریان هوا (به دلایلی چون تردد افراد در جلوی هود و ...) پیشگیری گردد (شکل پ-۳).
- دقت کنید که همیشه سر و قسمت بالای بدن بیرون از اتاقک هود قرار می‌گیرد.
- دقت کنید که دور و نزدیک شدن اپراتور نسبت به هود به آرامی انجام شود.
- از حرکات سریع دست و بدن اجتناب کنید.
- تردد افراد در نزدیکی هود را کاهش دهید.



الف ب ج

شکل پ۳: بهترین شیوه (الف)، شیوه مناسب (ب) و شیوه نامناسب (ج) کارکردن با مواد شیمیایی زیر هود

۳. شکل مناسب دریچه‌های افقی و عمودی

- ارتفاع پنجره عمودی را تا زیر ناحیه‌ی تنفسی کاربر پایین بیاورید.
- پنجره افقی می‌تواند به عنوان مانع موثری در برابر پاشش مواد شیمیایی عمل کند، اما باید بخاطر داشت که تراکم‌های زیاد آلاینده می‌تواند در لبه‌ی داخلی دریچه افزایش یابد.

۴. ملاحظات حین استفاده

۴,۱ موقعیت هود در آزمایشگاه

- موقعیت هودهای آزمایشگاهی در آزمایشگاه باید به‌گونه‌ای باشد که جریان‌های مخالف ناشی از تهویه‌ی مطبوع در دهانه‌ی هود ایجاد نگردد.
- جریان‌های عرضی، جریان هوا از پنجره، راهرو و رفت و آمد افراد بر عملکرد هود تاثیر می‌گذارد.

- هودها بایستی حداقل ۱۰ فوت (۳ متر) از درب‌ها فاصله داشته باشند (بجز درب‌های اضطراری).
- هودها تا جایی که ممکن است بایستی از یکدیگر فاصله داشته باشند.
- محل قرارگیری هودها باید بگونه‌ای باشد که مانع عبور و مرور نشود.
- وسایل و تجهیزات بزرگ نبایستی جلوی هود قرار گیرند.
- هودها نباید در اماکنی قرار گیرند که ورودی‌های آنها بصورت متقاطع و نزدیک به هم قرار دارند (حداقل فضا ۶ فوت یا ۲ متر) زیرا عدم رعایت این فضا باعث ایجاد تلاطم در ورودی می‌گردد.
- هودهایی که برای مواد خطرناک و مواد خاص مثل سیستم‌های هضم اسید پرکلریک استفاده می‌شود نبایستی با یکدیگر روی یک کانال خروجی نصب شوند بلکه هر کدام باید سیستم کانال کشی مجزا داشته باشند.
- نصب هودها باید بگونه‌ای باشد که امکان برگشت هوا به دیگر فضاها وجود نداشته باشد.

۴,۲ الزامات کار در آزمایشگاه

- قبل از شروع به کار با هر ماده‌ی شیمیایی به برگه‌های اطلاعات ایمنی و بهداشتی مواد شیمیایی (MSDS) مراجعه و از اطلاعات ایمنی و بهداشتی کار با مواد شیمیایی آگاه شوید.
- لیست مواد مورد استفاده در آزمایشگاه را تهیه کنید و نوع آنها را از نظر سمیت، سرطانزایی و..... مشخص کنید.
- موادی که نیاز به سیستم تصفیه‌ی خاص برای تخلیه به محیط دارند را مشخص کنید.
- MSDS مواد باید در اختیار همه‌ی پرسنل آزمایشگاه قرار گیرد تا از خطرات و سایر اطلاعات لازم آگاهی یابند.
- هرگز دریچه را از هود جدا نکنید، زیرا اینکار باعث کاهش سرعت در دهانه می‌شود.
- هود نباید به عنوان انبار دائمی مواد خطرناک استفاده شود.
- دریچه‌ی هود را تمیز نگه دارید.
- از برداشتن سریع اجسام یا مواد در داخل هود اجتناب کنید.
- از انبار کردن مواد شیمیایی و تجهیزات درون هود خودداری کنید.
- از برداشتن اِیرفویل و اضافه کردن قفسه داخل هود خودداری کنید.
- هنگام کار، دریچه‌ی هود باید حدود یک فوت (۳۰ سانتیمتر) پایین کشیده شود بطوریکه قسمت باز هود بیش از ۱۸ اینچ (۴۶ سانتیمتر) نباشد.
- برای افزایش عملکرد هود تا حد امکان دریچه‌ی هود را پایین نگه دارید.
- برای کاهش اتلاف انرژی، هنگامی که از هود استفاده نمی‌شود، دریچه را بسته نگه‌دارید.
- هودهای آزمایشگاهی نباید برای آلاینده‌های ذره‌ای با سرعت انتشار بالا استفاده شوند مگر اینکه پنجره‌ی هود کاملاً بسته شود. در چنین شرایطی امکان انفجار به دلیل تجمع ذرات وجود دارد.
- هودهای آزمایشگاهی نباید برای سیستم‌های تحت فشار استفاده شوند، زیرا گازها یا بخارات حاصل از این سیستم‌ها ممکن است از هود خارج شوند.
- یک هود معمولی نباید برای اسید پرکلریک استفاده شود زیرا بخارات این اسید می تواند بصورت بلور داخل کانال‌ها رسوب کند که در صورت تماس افراد یا پرسنل تعمیراتی باعث انفجار و آسیب به افراد شود.
- سیستم روشنایی هود و دیگر تجهیزات الکتریکی درون آن باید ضد جرقه باشد.

- همه‌ی پرسنل باید نحوه‌ی استفاده صحیح از خاموش کننده‌ها را بدانند.
- لامپ‌ها باید از خارج هود قابل دسترسی باشند.
- شماره تلفن‌های اضطراری را در دسترس افراد قرار دهید.
- بعد از هر بار آزمایش باقیمانده‌های مواد شیمیایی را از درون هود پاک کنید.

۴,۳ اقدامات لازم جهت رفع نقص

در صورت بروز هرگونه اشکال/نقص در عملکرد هود مطابق مراحل زیر عمل کنید:

- عملکرد نامناسب ممکن است به دلیل حضور تجهیزات بزرگ درون هود باشد، یا اینکه کاغذ یا مواد دیگری شکاف‌های خروجی هود را مسدود کرده باشد که در این صورت ابتدا تمام قسمت‌های هود را چک کنید و موانع احتمالی را برطرف نمایید.
- اگر نقص برطرف نشد به واحد HSE و واحد تعمیرات اطلاع دهید تا پس از بررسی‌های لازم اقدامات لازم جهت رفع نقص انجام شود.
- دریچه‌ی هود را تا زمان تعمیرات کامل و صدور مجوز توسط واحد HSE بسته نگه دارید و از کار با آن خودداری کنید.
- هود در دست تعمیر را با برچسب مشخص کنید.
- هودهای آزمایشگاهی باید بطور دوره‌ای سرویس شوند تا از عملکرد آنها اطمینان حاصل شود.
- هودهای مورد استفاده در موارد خاص را با برچسب مشخص کنید.
- در صورت امکان هود را به یک وسیله‌ی دیجیتال اندازه‌گیری سرعت جریان هوا مجهز کنید تا در مواقعی که سرعت در دهانه از حدود مورد نظر کمتر می‌شود هشدار دهد.

۵. مشخصات آزمایشگاه

۵,۱ تهویه‌ی عمومی

- تهویه‌ی عمومی اتاق باید به‌گونه‌ای باشد که از انتشار آلاینده‌ها در آزمایشگاه جلوگیری کند. یک سیستم تهویه جهت رفع آلودگی باید با صرف کمترین انرژی طراحی گردد. هنگامی که بار گرمایی در آزمایشگاه زیاد می‌شود باید میزان تهویه‌ی مورد نیاز بدون توجه به سیستم سرمایش در نظر گرفته شود. میزان تهویه آزمایشگاه باید در حدود زیر نگه داشته شود:
  - ✓ زمان کار آزمایشگاه، حداقل ۸ بار جابجایی هوا در ساعت
  - ✓ زمانی که آزمایشگاه فعال نیست، حداقل ۴ بار جابجایی هوا در ساعت.
- بسته به نوع فرآیندهای آزمایشگاهی میزان تهویه بالاتر یا پایین‌تر نیز می‌تواند مورد قبول باشد. ولی بطور کلی، میزان تهویه‌ی باید تراکم آلاینده‌های هوای اتاق را زیر حد TLV–TWA نگه دارد. همچنین، لازم است در مکان‌هایی که از مواد شیمیایی خطرناک استفاده می‌شود یا از آنجا برای ذخیره‌ی مواد استفاده می‌شود، تجهیزات لازم برای تصفیه‌ی آلاینده‌های خروجی از هود پیش‌بینی گردد.
- سیستم HVAC آزمایشگاه باید ۱۰۰٪ از هوای خارج از آزمایشگاه استفاده کند و بصورت دوره‌ای از نظر کارایی و اثربخشی مورد ارزیابی قرار گیرد.
- هوای خارج شده از هود نباید دوباره وارد سیستم تهویه گردد.

- هوای خارج شده از هود نباید دوباره وارد آزمایشگاه شود.
- درزگیری پنجره و دیوارها بطور کامل انجام شود. فشار استاتیک آزمایشگاه باید در حد ۰/۵-۰/۲ اینچ آب کمتر نسبت به راهروها نگه داشته شود.
- از ایجاد بار گرمایی بالا که باعث آشفتگی جریان هوا می‌شود خودداری کنید.
- هنگام کار در آزمایشگاه، شرایط لازم را برای تصفیه‌ی هوای خروجی (مثل فیلتراسیون یا اسکراب کردن) قبل از تخلیه به هوای بیرون فراهم کنید.
- در مواردی که از تجهیزات یا دستگاه‌هایی استفاده می‌شود که می‌توانند آلاینده‌های هوابرد ایجاد کنند (مثل دستگاه گازکروماتوگرافی، کوره ها، پمپ‌های مکنده و....) باید از سیستم‌های تهویه‌ی موضعی برای کنترل آلودگی‌ها استفاده کرد.
- میزان صدا در آزمایشگاه باید ۷۰ dBA یا کمتر باشد.
- میزان روشنایی در آزمایشگاه باید مطابق حدود ذکر شده در کتابچه‌ی حدود مواجهه‌ی شغلی عوامل بیماری‌زا در صنعت پتروشیمی باشد.

۵,۲ معیار تامین هوا

- سرعت تخلیه نباید از ۲۰۰ FPM در خروجی پخش کننده یا هر جای دیگر اتاق آزمایشگاه تجاوز کند.
- هنگامی که جریان فن خروجی خاموش است، سرعت جریان هوای ایجاد شده به علت خروجی‌ها، پنجره، عبور و مرور و غیره نباید از ۵۰ – ۳۰ FPM در دهانه هود بیشتر شود.
- حداقل فاصله از یک پخش کننده تا دهانه‌ی هود باید ۴ فوت (۱۲۲ سانتیمتر) باشد.

۵,۳ جزئیات کانال‌ها

- کانال‌های خروجی باید برای سرعت ۲۰۰۰ FPM – ۱۴۰۰ در حالت جریان کامل ساخته شوند.
- مواد بکار رفته در ساخت کانال نباید با گازها و بخارات مواد شیمیایی واکنش دهد. برای حلال‌ها و بخارهایی که پتانسیل اشتعال‌زایی دارند باید از فولاد زنگ نزن استفاده شود و برای بخارات خورنده و اسید پرکلریک از کانال PVC استفاده شود.
- همه درزها و اتصالات کانال بایستی درزبندی شود. کانال‌های فولاد زنگ نزن باید بهم جوش داده شوند.
- کانال‌های خروجی هود نباید دارای دریچه کاهنده جریان (Damper) باشد (NFPA 45, 6 – 11.3).
- دودکش خروجی روی سقف قرار می‌گیرد. کار کردن نزدیک این خروجی‌ها می‌تواند باعث مواجهه‌ی کارکنان با مواد شیمیایی شود. در صورتی که قرار باشد عملیات تعمیرات روی سقف دارای خروجی هود انجام گیرد، باید به واحد HSE اطلاع داده تا اقدامات لازم در این زمینه اتخاذ گردد.
- تخلیه خروجی باید حداقل ۸ فوت بالاتر از سقف و با سرعت ۳۰۰۰ FPM در حالت جریان کامل صورت گیرد.
- فن‌ها باید تا حد امکان به نقطه تخلیه نزدیک باشند و چنانچه در محفظه قرار می‌گیرند این محفظه باید حداقل با نرخ یک بار در ساعت تهویه گردد (تعویض هوا).

۵,۴ فن‌های خروجی

- همه فن‌های مورد استفاده برای خروج آلاینده‌ها باید از نوع مقاوم به جرقه باشند.

- فن‌ها باید Class 1 بوده و جهت بهره‌برداری زیر ۲۰۰۰ RPM تنظیم شوند. برای شرایطی که تراکم بالایی از مواد خورنده وجود دارد باید از فن‌های ساخته شده از PVC[1] و FRP[2] استفاده شود.
- ملاحظات لازم جهت کاهش صدای ناشی از فن باید در نظر گرفته شود.

1- Polyvinyl chloride
2- Fiber Reinforced Polymer

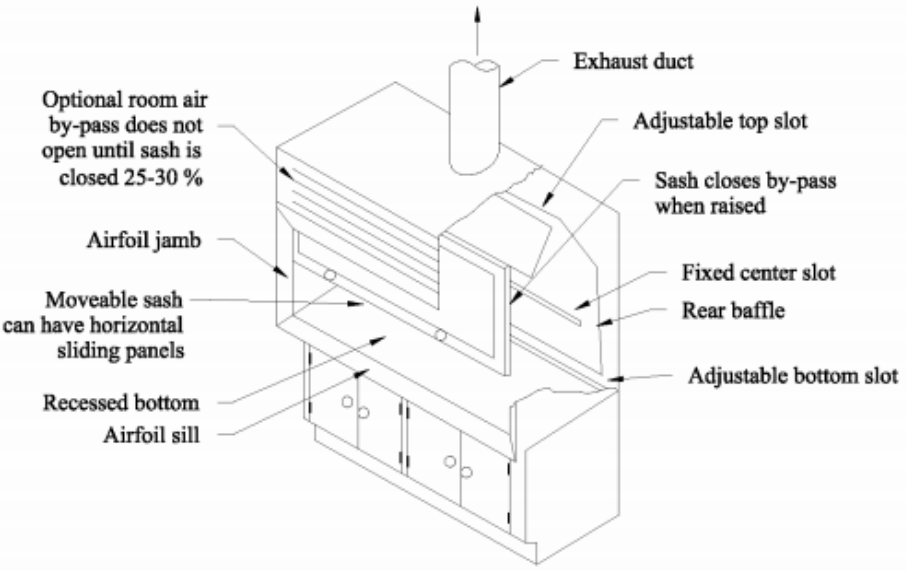
پیوست شماره ۳- نمونه برچسب هود آزمایشگاهی

خطر

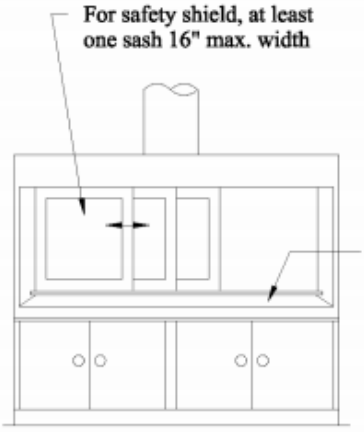
هود خارج از سرویس است

استفاده نکنید

FIGURE VS-35-01



VERTICAL SASH AIRFOIL HOOD



HORIZONTAL SASH AIRFOIL HOOD

Q = 80-100 cfm/ft^2 full open area depending on quality of supply air distribution and uniformity of face velocity

$h_e = 0.5\ VP_d$

Duct velocity = 1000-2000 fpm to suit conditions

Design specifications:

General use laboratory hoods-See VS-35-02

Perchloric acid -See VS-35-03

"Auxiliary Air" or "Compensating" hoods furnish some replacement air at hood face, design varies with vendor.

Work practices - See VS-35-04

	TITLE	FIGURE
ACGIH® WORLDWIDE	TYPICAL LABORATORY HOOD	VS-35-01
		DATE 02-91

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

FIGURE VS-35-02

GENERAL USE LABORATORY HOODS:

A. Provide uniform exhaust air distribution in hood. Adjust baffles and air flow for ≤10% variation in point-to-point face velocity with sash in maximum open position.

B. Locate hood away from heavy traffic aisles and doorways. Hoods near doors are acceptable if: 1) there is a second safe means of egress from room, 2) traffic past hood is low, and 3) door is normally closed.

C. Use corrosion-resistant materials suitable for expected use.

D. Provide air cleaning on exhaust air if necessary and adequate stack height to minimize re-entry of contaminants or to comply with air pollution regulations.

E. Avoid sharp corners at jambs and sill. Tapered or round hood inlets are desirable; an airfoil shroud at sill is important.

F. Provide filters for radioactive materials in greater than "exempt" quantities.

G. By-pass opening in hood is desirable to avoid excessive indraft under partially closed sash condition. Opening to be baffled to prevent splash from eruption in hood as shown in VS-35-01.

H. Provide tempered or conditioned replacement air to laboratory. Replacement air volume to be selected for desired air balance with adjoining spaces.

I. In order to reduce air flow volumes, local exhaust hoods should be considered instead of laboratory bench hoods for fixed setups.

J. For air conservation, use horizontal sliding sash with airfoil sill.

K. All bench hoods should have a recessed work surface and airfoil sill.

ACGIH® WORLDWIDE	TITLE	FIGURE
	GENERAL USE LABORATORY HOODS	VS-35-02
		DATE 2-91

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

چک‌لیست ارزیابی عملکرد هودهای آزمایشگاهی

ردیف	مرحله / پارامتر	پرسش	پاسخ	
			بلی	خیر
۱	ارزیابی عملکرد هود	آیا سیستم‌های تهویه‌ی اتاق (هم تأمین‌کننده و هم تخلیه) روشن بوده و در حال عملیات معمول خود هستند؟		
۲		آیا دمای اتاق در محدوده‌ی ۲/۷ ± ۲۲ درجه‌ی سانتیگراد است؟		
۳		آیا جریان‌های جانبی در فاصله ۰/۵ متری از دهانه‌ی هود کمتر از ۰/۱۵ m/s (۳۰ fpm) هستند؟		
۴		آیا قبل از انجام آزمون و حین آن، دستگاه اندازه‌گیری سرعت جریان روی صفر تنظیم شده است؟		
۵		آیا شرایط اتاق و شکل شماتیک از وضعیت قرارگیری تجهیزات ثبت شده‌اند؟		
۶		آیا پیکربندی هود (اندازه‌ی هود، وضعیت دریچه، وجود اِیرفویل، موقعیت شکاف‌های بافِل) ثبت شده است؟		
۷	آزمون سرعت در دهانه	آیا وسیله‌ی اندازه‌گیری کالیبره است؟		
۸		آیا آنمومتر حرارتی قادر است سرعت جریان هوا را در محدوده‌ی ۳۰ تا ۴۰۰ فوت بر دقیقه (۰/۱۵ تا ۲ متر بر ثانیه) با صحت ۳٪± اندازه‌گیری نماید؟		
۹		آیا دهانه‌ی هود به صورت شبکه‌های مجازی ایستگاه‌بندی شده است؟		
۱۰		آیا مساحت هر یک از ایستگاه‌ها از ۱ ft^2 (۰/۰۹ m^2) کمتر است؟		
۱۱		اگر خانه‌ها به شکل مستطیل در نظر گرفته شده‌اند، آیا طول ضلع بزرگتر آن از ۱۳ in (۳۳ cm) کمتر است؟		
۱۲		آیا حین اندازه‌گیری، پروب آنمومتر در مرکز هر یک از ایستگاه‌ها قرار داده شده است؟		
۱۳		آیا نتایج در فرم ثبت اطلاعات اندازه‌گیری سرعت در دهانه‌ی هود به شماره‌ی NPCHSE-121-F001 ثبت شده است؟		
۱۴		آیا میانگین و مقادیر بیشینه و کمینه سرعت جریان‌های اندازه‌گیری شده ثبت شده‌اند؟		
۱۵		آیا تفاوت مقادیر بیشینه و کمینه‌ی سرعت جریان در ایستگاه‌ها از ۱۵ درصد کمتر است؟		
۱۶		آیا نتایج با مقادیر استاندارد مقایسه شده‌اند؟		
۱۷		آیا عملکرد هود قابل قبول است؟		
۱۸	آزمون دود مرئی با حجم کم	آیا منبع تولید دود درون هود به فاصله ۱۵ سانتیمتر از دهانه‌ی هود در امتداد دیواره‌های هود و سطح کار قرار دارد؟		
۱۹		آیا مقدار تولید دود به گونه‌ای است که امکان دیدن و دنبال کردن مسیر جریان وجود داشته باشد؟		
۲۰		آیا حین آزمون، دود روی سطح کار راکد باقی می ماند و هیچ جریانی به سمت بافِل‌های هود دیده نمی‌شود؟		
۲۱		آیا حین آزمون، دود به سمت دهانه‌ی هود عقب گرد می‌زند؟		
۲۲		آیا جریان‌های هوای اتاق روی جریان حرکت دود در هود اثر می‌گذارد؟		

۲۳	آزمون دود مرئی با حجم زیاد	آیا منبع تولید دود توانایی تولید دود در حجم زیاد را دارد؟		
۲۴		آیا منبع تولید دود درون هود به فاصله ۱۵ سانتیمتر از دهانه‌ی هود در امتداد دیواره‌های هود و سطح کار قرار دارد؟		
۲۵		آیا آزمون در نقاط مختلف هود انجام شده است؟		
۲۶		آیا در تمام آزمون‌ها، دود به سوی بخش‌های داخلی‌تر هود کشیده شده است؟		
۲۷		آیا حرکت دود از جریان معکوس (حرکت از دهانه‌ی هود به سمت اتاق یا فضای آزمایشگاه) تبعیت می‌کند؟		
۲۸		آیا دود از ترکیبی از جریان تنبل و جریان معکوس تبعیت می‌کند (بخش عمده‌ی دود ساکن است و بخش کوچکی از آن در یک جریان معکوس به دهانه‌ی هود نزدیک می‌شود)؟		
۲۹		آیا هیچ جریان معکوسی مشاهده نمی‌شود و به دام اندازی خوب و تخلیه‌ی هوا سریع است؟		
۳۰	آزمون گاز ردیاب	آیا از هگزافلوئورید گوگرد (SF6) یا یک گاز با پایداری و وزن مولکولی مشابه آن استفاده شده است؟		
۳۱		آیا گاز ردیاب حداقل ۹۹ درصد خلوص دارد؟		
۳۲		آیا سیلندر گاز مورد استفاده می‌تواند به مدت حداقل یک ساعت حین آزمون فشاری در حدود ۳۰ پوند بر اینچ مربع (۲۰۰ کیلوپاسکال) تأمین نماید؟		
۳۳		آیا دبی گاز ردیاب روی ۴ لیتر در دقیقه تنظیم شده است؟		
۳۴		آیا حساسیت آشکارساز حداقل بین ۰/۰۱ تا ۲۰ پی‌پی‌ام است؟		
۳۵		آیا صحت آشکار ساز ۱۰٪± قرائت‌ها یا ۰/۰۲۵ پی‌پی‌ام است؟		
۳۶		آیا قطر پروب آشکارساز کمتر از ۰/۵ اینچ (۱۲ میلیمتر) است؟		
۳۷		آیا آشکارساز کالیبره است؟		
۳۸		آیا آشکار ساز با همان گازی کالیبره شده است که قرار است در آزمون از آن استفاده شود؟		
۳۹		آیا مانکن نمای یک انسان را دارد و ابعاد آن همانند ابعاد بدن یک انسان است؟		
۴۰		آیا بازوهای مانکن در راستای بدن آویزان هستند؟		
۴۱		آیا قبل از آغاز آزمون، آشکارساز برای مدتی کار کرده است و به تعادل رسیده است؟		
۴۲		آیا مقدار زمینه‌ای گاز ردیاب در اتاق (آزمایشگاه) تعیین شده است؟		
۴۳		آیا مانکن و اینجکتور در وضعیت آزمون (چپ، مرکز، و راست دریچه‌ی هود) قرار داده شده‌اند؟		
۴۴		آیا حین آزمون، اینجکتور به فاصله‌ی ۳۰ سانتیمتر از دیواره قرار گرفته است؟		
۴۵		آیا حین آزمون، بخش جلویی لوله‌ی اینجکتور در فاصله‌ی ۱۵ سانتیمتری از دهانه‌ی هود قرار گرفته است؟		
۴۶		آیا پروب آشکارساز در ناحیه‌ی تنفسی مانکن قرار دارد؟		
۴۷		آیا ناحیه‌ی تنفسی مانکن ۷/۵ سانتیمتر از سطح دریچه فاصله دارد؟		
۴۸		آیا "میزان کنترل" در هر یک از وضعیت‌های آزمون (چپ، مرکز، و راست دریچه‌ی هود) تعیین شده است؟		

۴۹		آیا نتایج با مقدار استاندارد مقایسه شده‌اند؟		
۵۰		آیا عملکرد هود قابل قبول است؟		