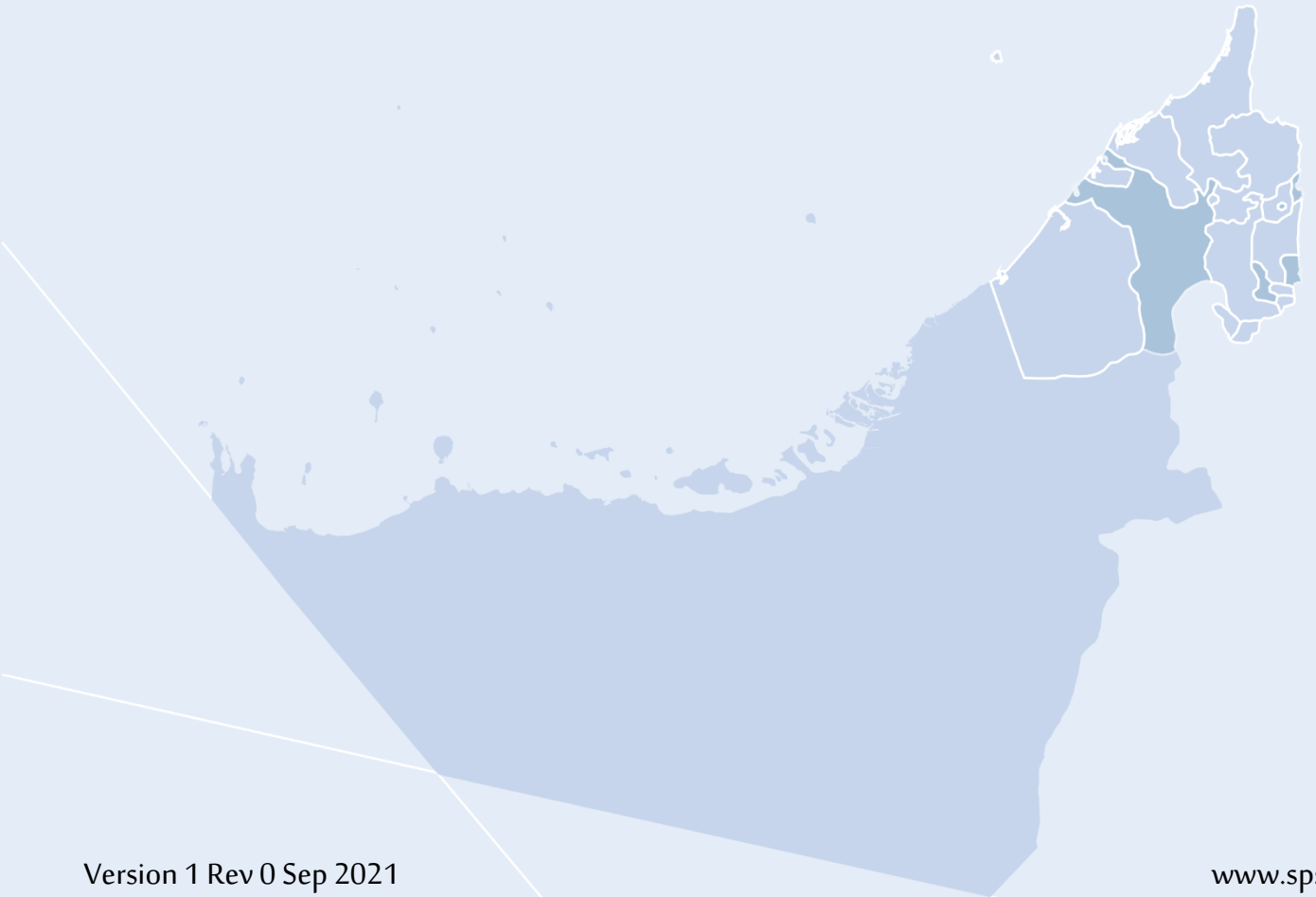
نظام الشارقة للسلامة والصحة المهنية
Occupational Safety & Health Sharjah

حكومة الشارقة
هيئة الوقاية والسلامة
Government of Sharjah
Prevention And Safety Authority

الدليل الإرشادي

نظام التهوية الداخلي

OSHJ-GL-12



Version 1 Rev 0 Sep 2021

www.spsa.shj.ae

جدول المحتويات

1 مقدمة..... 2
2 الغرض والنطاق..... 2
3 التعريفات..... 2
4 الأدوار والالتزامات..... 3
4.1 التزامات الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة..... 3
4.2 التزامات العامل..... 3
5 الإرشادات..... 4
5.1 التخطيط..... 4
5.2 تقييم المخاطر..... 4
5.3 الملوثات المحمولة في الهواء..... 4
5.4 حركة الجزيئات في الهواء..... 6
5.4.1 المواد القابلة للاشتعال أو القابلة للاحتراق(Flammable Or Combustible Substances)..... 7
5.5 مكونات نظام التهوية الداخلي..... 7
5.5.1 المداخل(Inlets)..... 7
5.5.2 الأغطية(Hoods)..... 8
5.5.3 مجاري الهواء..... 8
5.5.4 منظف / منقي الهواء..... 9
5.5.5 محركات الهواء..... 12
5.5.4 منفذ التصريف..... 13
5.6 الصيانة..... 13
5.6.1 التفتيش البصري..... 14
5.6.2 الفحص الشامل..... 14
5.7 السجلات..... 16
6 التدريب..... 16
7 المراجع..... 16
8 تعديلات الدليل..... 17

1 مقدمة

يعمل نظام التهوية الداخلي النموذجي على إخراج الهواء باستخدام غطاء أو حاوية جزئية أو فتحة أخرى، ونقل الهواء الملوث من خلال مجاري هواء بعيدًا عن مكان العمل وتنظيفه ثم تصريفه إما بالخارج أو إعادة تدويره إلى مكان العمل، يعتبر نظام التهوية الداخلي أحد الوسائل المستخدمة لتقليل تعرض العمال للمواد الضارة المحتملة الناتجة عن أنشطة العمل. حيث يتعامل النظام مع الملوث عند نقطة المنشأ / الإطلاق أو بالقرب منها، مما يقلل من احتمالية التعرض للمادة.

2 الغرض والنطاق

تم تطوير الأدلة الإرشادية لتقديم الدعم للجهات الحكومية والمنشآت الخاصة وذلك لتوفير المعلومات اللازمة للاسترشاد بها للامتثال لمتطلبات نظام الشارقة للسلامة والصحة المهنية، وتمثل الارشادات الواردة في هذا الدليل ممارسة مثلى على الجهات حسب تصنيف المخاطر بها الاسترشاد بما ورد في هذا الدليل.

3 التعريفات

الجهات الحكومية: الدوائر أو الهيئات أو المؤسسات الحكومية وما في حكمها في الإمارة.

المنشآت الخاصة: المؤسسات والشركات والمشروعات والأنشطة الاقتصادية العاملة في الإمارة بوجه عام.

المخاطر: مزيج من احتمالية وقوع الأخطار التي تُسبب الخسائر وشدة تلك الخسائر)العواقب(.

تقييم المخاطر: الاجراء المنهجي لتقييم المخاطر الناشئة عن الأخطار في مكان العمل وتطوير تدابير التحكم

الأخطار: أي ش يء يُمكن أن يسبب ضرراً أو خسارة مثل الإصابة أو اعتلال الصحة أو الأضرار التي تحدث في الممتلكات وما إلى ذلك.

الكفاءة: مزيج من التدريب والمهارات والخبرة والمعرفة التي يمتلكها الشخص وقدرته على تطبيقها لأداء عمله.

نظام التهوية الداخلي(LEV): نظام لإزالة الملوثات المحمولة في الهواء مثل الغبار أو الضباب أو الدخان أو البخار أو الغاز من حيز ما.

الملوثات المحمولة في الهواء: يُقصد بالملوثات المحمولة في الهواء مادة ملوثة على شكل دخان أو رذاذ أو غاز أو بخار أو غبار وتحتوي على كائنات حية دقيقة، ويعد هذا النوع من الملوث المحمول في الهواء مادة يحتمل أنها ضارة إما لأنها ليست طبيعية في الهواء أو موجودة بتركيز عالٍ، وقد يتعرض لها العمال في بيئة عملهم.

الغطاء: المكان الذي تدخل منه الملوثات المحمولة في الهواء إلى نظام التهوية الداخلي.

مجاري الهواء / القنوات / الأنابيب: مجاري الهواء أو القنوات أو الأنابيب عبارة عن قنوات أو أنابيب، تشكل عادةً جزءًا من

	نظام تهوية، تُستخدم لنقل الهواء في جميع أنحاء المبنى.
منظف أو منقي الهواء:	جهاز يزيل الملوثات من الهواء.
محرك الهواء:	المحرك الذي يقوم بتشغيل نظام الاستخراج، وعادةً ما يكون مروحة.
منفذ التصريف:	المكان الذي يخرج من خلاله الهواء المستخرج إلى مكان آمن.
دليل الشركة المُصنّعة:	التعليمات والإجراءات والتوصيات المقدمة من الشركة المصنعة للتأكُّد من التشغيل الآمن للمعدات وصيانتها وإصلاحها.

4 الأدوار والالتزامات

4.1 التزامات الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة

- إجراء تقييم للمخاطر لتحديد المخاطر ووضع سُبل تحكم مناسبة لتقليل تعرض الموظفين للملوثات المحمولة في الهواء.
- تحديد المواقع التي يلزم فيها تركيب نظام التهوية الداخلي للتحكم في مخاطر الملوثات المحمولة في الهواء.
- تحديد الملوثات المحمولة في الهواء من خلال إجراء تقييم لجودة الهواء والرصد المستمر بقدر ما يمكن ذلك.
- التأكد من تصميم وتركيب نظام التهوية الداخلي للتحكم بشكل مناسب في التعرض لمستوى مقبول.
- تزويد العمال بمعلومات السلامة والتعليمات والإشراف والتدريب.
- صيانة واختبار وفحص نظام التهوية على أساس منتظم وفقًا لدليل الشركة المُصنّعة.

4.2 التزامات العامل

- عدم تعريض نفسه أو غيره للخطر.
- اتباع تدابير التحكُّم الوقائية للتأكُّد من تنفيذ أنشطة العمل ذات الصلة بنظام التهوية الداخلي بأمان وتجنب أي مخاطر على صحته.
- التعاون مع صاحب العمل أو من يمثله وتلقي معلومات السلامة والإرشادات والتدريب والالتزام بتعليمات المشرفين.
- الإبلاغ عن أي أنشطة أو عيوب تتعلق باستخدام نظام التهوية الداخلي والتي يمكن أن تؤثر على سلامته أو الآخرين من حوله.

5 الإرشادات

5.1 التخطيط

يجب أن تأخذ الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة في اعتبارها، عند تحديد ما إذا كانت هناك حاجة إلى نظام تهوية داخلي وبأي شكل، عدة عوامل تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- الخصائص الرئيسية للملوثات المحمولة في الهواء.
- كيفية تولُّد الغازات والأبخرة والغبار والضباب.
- كيفية تحرُّك السحب الملوثة مع الهواء المحيط.
- العمليات في مكان العمل التي قد تشكل مصادر للملوثات المحمولة في الهواء.
- احتياجات المشغلين الذين يعملون بالقرب من تلك المصادر.
- مقدار التحكم المطلوب.

5.2 تقييم المخاطر

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة إجراء تقييم مخاطر للعمليات والمصادر التي تولد الغاز والبخار والغبار والأدخنة والضباب في هواء مكان العمل، ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- الأدوات والأجزاء الدوارة.
- العمليات الساخنة والباردة.
- السقوط الحر للمواد الصلبة والسوائل والمساحيق.
- الرش والنسف (Spraying and Blasting) .
- التآكل.
- إدارة شؤون النظافة والتنظيم.

يمكن العثور على معلومات إضافية حول تقييم المخاطر في دليل الممارسة المهني OSHJ-CoP-01: إدارة المخاطر والتحكم فيها.

5.3 الملوثات المحمولة في الهواء

ملوثات الهواء هي جزيئات أو غازات أو أبخرة ومجموعات من هذه الجسيمات تشمل الغبار والأبخرة والضباب والألياف. يوضح الجدول 1 بعض الخصائص الأساسية للملوثات المحمولة في الهواء.

الاسم	الوصف	إمكانية الرؤية	أمثلة
الغبار	يمكن توفير الجسيمات الصلبة في شكل مسحوق أو تتولد من خلال العملية حجم الجسيمات القابلة للاستنشاق من 01.0 إلى 100 ميكرومتر حجم الجسيمات القابلة للاستنشاق أقل من 10 ميكرومتر	في الإضاءة العادية: • يمكن رؤية سحب الغبار القابلة للاستنشاق بشكلٍ جزئي • من الناحية العملية، تكون سحب الغبار القابلة للاستنشاق غير مرئية بتركيزات تصل إلى عشرات مجم / م3	غبار الحبوب نشارة الخشب طحين السيليكا
الدخان	مادة صلبة متبخرة مكثفة حجم الجسيمات من 001.0 إلى 1 ميكرومتر	تميل سحب الدخان إلى أن تكون كثيفة ومرئية جزئياً. يكون الدخان أكثر وضوحًا بشكل عام من تركيزات الغبار المكافئة	دخان المطاط دخان اللحام بالقصدير دخان اللحام
الضباب	الجسيمات السائلة - التي تتولد من خلال العملية، على سبيل المثال عن طريق الرش يتراوح حجم الجسيمات بين 01.0 إلى 100 ميكرومتر ولكن قد يتغير توزيع الحجم مع تبخر السوائل المتطايرة	كما هو الحال بالنسبة للغبار	الطلي بالكهرباء بخاخات الدهان البخار
الألياف	الجسيمات الصلبة - يكون الطول ضعف القُطر عدة مرات حجم الجسيمات - كما هو الحال بالنسبة للغبار	كما هو الحال بالنسبة للغبار	الاسبستوس ألياف الزجاج
الأبخرة	المرحلة الغازية لمادةٍ ما والتي عادةً ما تكون سائلة أو صلبة في درجة حرارة الغرفة. يتعامل بنفس خصائص الغاز	عادةً ما تكون السحابة المحملة بالبخار، بتركيزات عالية جدًا، غير مرئية	الستيرين البنزين الأسيتون الزئبق اليود
الغاز	غاز في درجة حرارة الغرفة	عادةً ما يكون غير مرئي، وبعضها ملون بتركيزات عالية	الكلور الكربون أول الأكسيد

جدول 1: خصائص الملوثات المحمولة في الهواء

5.4 حركة الجزيئات في الهواء

"الأبخرة الثقيلة" (Heavy Vapours)

سحابة من خليط البخار والهواء المشبع تتشكل فوق سطح سائل. ستكون في البداية أثقل من الهواء، وستتدفق إلى أسفل، بعيدًا عن المصدر، حيث يحدث التبخر. وإذا كانت الظروف تمنع التخفيف، على سبيل المثال يتدفق خليط البخار والهواء إلى مكان مغلق، فإن خليط البخار والهواء سوف يستقر. وقد يؤدي إلى خطر تسمم ومخاطر اشتعال، اعتمادًا على المادة.

في معظم أماكن العمل، تعمل حركة الهواء المضطرب والتيارات على سرعة تخفيف سحابة خليط البخار والهواء المشبع، والتي تختلط وتتحرك بسرعة كبيرة مع هواء غرفة العمل .

تتدفق سحابة البخار والهواء بعيدً ا عن الجزء العلوي من أداة الخلط وتختلط بهواء غرفة العمل، مما يتسبب مباشرة في التعرض للأبخرة. كما أنها تتدفق إلى أسفل جوانب وعاء الخلط، وتمتزج طوال الوقت بهواء الغرفة. يتدفق بعض خليط البخار والهواء على الأرض. لن يؤدي تصميم واستخدام نظام التهوية الداخلي ا لأرض ي إلى التحكم بفعالية في تعرض العامل لسحابة بخار الهواء. ويعد الاستخراج بالفتحة عند حافة الوعاء أحد حلول التحكم في نظام التهوية الداخلي والتي يمكن أن تكون فعالة.

غالبًا ما يتم يستخدم نظام التهوية الداخلي منخفض المستوى، ولكن عن طريق الخطأ، للتحكم في التعرض "للأبخرة الثقيلة". وفي الممارسة العملية، ستفشل سُبُل التحكم هذه في السيطرة على التعرض للأبخرة. لذا، يجب تطبيق سُبُل التحكم في نظام التهوية الداخلي لاحتواء مخاليط بخار الهواء والتقاطها قبل أن تختلط بهواء غرفة العمل.

"الغبار الثقيل" (Heavy Dust)

يحدد الحجم الديناميكي الهوائي للجسيمات، وليس فقط كثافة المادة الأم، كيفية تحرك الجسيمات في الهواء. لا تنتج المواد الكثيفة "غبارًا ثقيلًا"، وبالتالي فإن غطاء نظام التهوية الذي يوضع على مستوى الأرض لا يعمل بسبب:

- ترسب الجسيمات الكبيرة من الهواء بسهولة.
- يمكن للجسيمات الصغيرة، حتى من المواد عالية الكثافة، أن تطفو بعيدًا في سحابة ملوثة.

يجب أن يزيل نظام التهوية الداخلي كلاً من الجسيمات العالقة القابلة للاستنشاق ويعترض الجسيمات الأكبر.

خصائص أخرى للجسيمات المحمولة في الهواء (Other Properties Of Airborne Particles)

المواد المتولدة عن العمليات والمواد ذات الصلة بالعمليات: الغبار والأبخرة والضباب قد يكون لها خصائص كاشطة أو لزجة أو تكون عرضة للتكثيف. وقد يكون بعضها قابلاً للاشتعال، وهذه الخصائص ستحدد تصميم نظام التهوية الداخلي.

الجسيمات الكاشطة أو المسببة للتآكل(Abrasive Or Corrosive Particles)

تعتبر بعض الجسيمات أكثر كاشطة عن غيرها، وبعضها أكثر نشاطًا كيميائيًا، وقد تهاجم مكونات نظام التهوية الداخلي. وقد يقيد هذا بشدة اختيار المواد المستخدمة في بناء نظام التهوية الداخلي.

الغبار اللزج والرذاذ والمتكثف(Sticky Dust, Mist And Condensate)

إذا كان الجسيم لزجًا أو يحتمل أن يتكثف، فيجب أخذ هذا بعين الاعتبار عن تصميم نظام التهوية الداخلي. ويمكن للجسيمات المتكثفة الثقيلة أن تسد مجاري الهواء تدريجياً. وفي هذه الظروف، يحتاج تصميم النظام إلى دمج نقاط تصريف للجسيمات المتكثفة ونقاط الوصول لسهولة الفحص والتنظيف .

5.4.1 المواد القابلة للاشتعال أو القابلة للاحتراق(Flammable Or Combustible Substances)

يعتبر العديد من أصناف الغبار العضوي والمعدني قابلة للاحتراق، ومن ثم يجب أن تقلل أنظمة التهوية الداخلية من مخاطر الاشتعال وتتعامل مع الانفجار المحتمل للغبار، وعند وجود مثل هذه الأخطار، فإنه يجب أخذها بعين الاعتبار في التصميم.

5.5 مكونات نظام التهوية الداخلي

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة تصميم وتركيب نظام تهوية داخلي للتحكم بشكل مناسب في التعرض لملوثات معينة محمولة في الهواء والحد منها إلى مستوى مقبول. ويجب أيضًا تصميم النظام وتركيبه بطريقة تسمح بالصيانة والفحص المناسبين لجميع مكوناته.
تشمل مكونات نظام التهوية الداخلي ما يلي:

- غطاء أو مدخل يدخل فيه الملوث إلى نظام التهوية الداخلي.
- مجاري موصلة للهواء والملوثات من الغطاء إلى نقطة التصريف.
- منظف / منقي للهواء يزيل الملوثات من الهواء في المجاري.
- مروحة أو جهاز لتحريك الهواء وقناة إلى الغلاف الجوي الخارجي، في بعض الأنظمة يتم إعادة تدوير الهواء النظيف إلى غرفة العمل.
- منفذ تصريف أو طرد يتم من خلاله تصريف الهواء المستخرج إلى مكان آمن.

5.5.1 المداخل(Inlets)

المدخل هو أهم جزء في نظام التهوية الداخلي ويتطلب تصميمًا دقيقًا ليكون فعالًا تمامًا. والعامل المهم الذي يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة أخذه بعين الاعتبار هو أن الفعالية تقل بشكل كبير مع المسافة من مصدر الملوث. تبلغ سرعة الالتقاط عند قُطر قناة واحدة بعيدة عن وجه الغطاء نحو عُشر سرعة الوجه. لذلك، إذا تم وضع الغطاء بشكل خاطئ، فسيؤدي ذلك إلى عدم التقاط الملوثات تقريبًا.

يجب على الجهة التأكد من وضع مدخل الشفط بالقرب من نقطة الانبعاث قدر الإمكان لسحب الملوثات بشكل فعال وبعد تولدها مباشرةً قبل أن تتمكن من دخول هواء مكان العمل.

يجب على الجهة تصميم مدخل الاستخراج للتأكُّد من سرعة السحب الفعالة، وسرعة تدفق الهواء بالأمتار في الثانية عند مدخل نظام التهوية الداخلي، وستتطلب المواقف المختلفة سرعات مختلفة وبالتالي حلولًا مختلفة.

كلما زادت سرعة السحب اللازمة، زادت قدرات حركة الهواء اللازمة لنظام التهوية الداخلي.

5.5.2 **الأغطية(Hoods)**

تعمل أنظمة التهوية الداخلية بشكل فعال عندما يتم احتواء سحابة الملوثات المحمولة في الهواء أو استقبالها أو سحبها بواسطة الغطاء. ويمكن الحكم على فعالية نظام التهوية الداخلي من خلال ما يلي:

- مقدار سحب الغطاء لسحابة الملوثات.
- مدى جودة تدفق الهواء الناجم عن نظام التهوية الداخلي في حمل السحابة الملوثة إلى النظام.
- ما أقل قدر من السحابة الملوثة يدخل منطقة تنفس مشغل العملية.

تتباين أنواع الأغطية من حيث الحجم والتصميم حسب الاستخدام. وتأتي الأغطية في ثلاثة أنواع أساسية، الحاوية والمستقبلة واللاقطة ،ويشار إليها أحيانًا باسم المتلقيّة والماسكة.

- الغطاء الحاوي أكثر فعالية من الأغطية المستقبلة واللاقطة. ويتم احتواء العملية بالكامل في حاوية متكاملة. حاوية الغرفة أو الغرفة الحاوية هي المكان الذي يتم فيه احتواء المشغل والعملية. فيما تعمل الحاوية الجزئية على احتواء العملية مع وجود فتحات لوصول المواد و / أو المشغل.
- الغطاء المستقبل هو غطاء يعمل على دفع الملوثات تجاهه بطريقة ما.
- الغطاء اللاقط يلزم في الحالات التي يتم بها إنشاء العملية والمصدر وسحابة الملوثات خارج الغطاء. يجب أن يولد الغطاء اللاقط تدفقًا كافيًا من الهواء عند المصدر وحوله لالتقاط وسحب الهواء المحمّل بالملوثات.

تشمل أمثلة الأغطية ما يلي:

- الخراطيم المرنة والأغطية اللاقطة التي يمكن وضعها بالقرب من مصدر خروج الأبخرة أو الغازات.
- معدات الاستخراج حيث يتم وضع الغطاء لتجميع الغبار في اتجاه حركته.
- الاستخراج عن طريق الشفاه.
- أجهزة استخراج أدخنة اللحام، بما في ذلك أنظمة الاستخراج "تول تيب" (Tool-Tip).

5.5.3 **مجاري الهواء**

بمجرد التقاط المادة الملوثة، يجب نقلها عبر مجاري الهواء إلى منظف الهواء. ويجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة تصميم مجاري هواء للتأكُّد من كفاءة النقل وتجنب تسرب الجسيمات الصلبة من المعلق في الهواء. يجب أن على الجهة مراعة عدة عوامل تصميم تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- أن تكون مجاري الهواء من مادة مناسبة لن تتضرر من الملوثات.
- أن يكون النظام بسيطًا قدر الإمكان مع أقل عدد ممكن من الانحناءات وأن يكون قصيرًا قدر الإمكان.
- ضم الفروع إلى الجانبين وتكون بزاوية حادة فيما يتعلق بتدفق الهواء في القناة الرئيسية.

- أن يكون هناك عدد كافٍ من فتحات التفتيش ونقاط التفتيش للسماح بالتنظيف والفحص المناسبين. يجب أن توضع هذه في الجزء العلوي من مجاري الهواء.
- يجب الحفاظ على مجاري الهواء المرنة لأقص ى قدر لأنها تميل إلى التآكل بسرعة أكبر وتوفر مقاومة أعلى لتدفق الهواء.
- يمكن أن تمثل الضوضاء داخل مجاري الهواء مشكلة خطيرة ويجب توخي مراعاة ذلك في مرحلة التصميم للحد من ذلك.
- في حالة وجود عدة مداخل لنظام التهوية الداخلي، يلزم إجراء موازنة للتأكُّد من وجود تدفق هواء مناسب عند كل مدخل. فبدون الموازنة، قد يحتوي أحد المداخل على تدفق هواء مفرط على حساب الآخرين وهو ما لا يكون كافياً. وغالبًا ما يكون هذا هو الحال عندما يكون المدخل أق رب إلى الفرع الرئيس ي والمحرك من المداخل الخارجية حيث يؤدي مد الأنابيب الأطول إلى حدوث فاقد وتقليل سرعة دخول الهواء.

يجب أن تكون سرعة الهواء المار عبر مجاري الهواء كافية لتحقيق سرعة النقل المطلوبة ولمنع ترسب المواد. وتعتمد سرعات مجاري الهواء الموصى بها على الملوثات التي يتم نقلها.

5.5.4 منظف / منقي الهواء

تعمل منظفات / منقيات الهواء على ترشيح / تنظيف الهواء المستخرج، ويتم وضعها داخل نظام التهوية لحماية محرك الهواء .

5.5.4.1 منظفات الهواء – الجزيئات

مجمعات الجسيمات هي المجموعة الأكثر شيوعًا من أجهزة تنقية الهواء المرتبطة بأنظمة التهوية الداخلية. وتضم المجموعة المرشحات القماشية، وأجهزة الفرز الدوامي، والمرسبات الكهروستاتيكية، وأجهزة تنقية الغاز.

المرشحات القماشية

تعتبر مناسبة للغبار الجاف. حيث يمر الهواء المغبر في اتجاه واحد عبر طبقة نسيج مرنة ومسامية. ويمكن بناء النسيج ومعالجته لحمل شحنة كهروستاتيكية تساعد على جذب الغبار والاحتفاظ به. وتتم إزالة الجسيمات عن طريق:

- الانحشار، عندما تلتقي الجسيمات الأكبر من مسام النسيج بسطح المرشح.
- الاصطدام، عندما تلتقي الجسيمات المتوسطة الحجم بالألياف داخل نسيج المرشح.
- التشتيت، عندما تنجذب الجزيئات الصغيرة نحو الألياف.

الطرق الرئيسية لتنظيف الفلاتر هي:

- الرج الميكانيكي.
- تدفق الهواء العكس ي.
- النفث بالنبض.

تعتبر تكلفة مادة المرشح من النفقات الرئيسية. وهي أيضًا تكلفة تشغيلية لأن المرشحات تحتاج إلى استبدال دوري قبل أن تعطل. لذا، يجب على المصمم تحديد فترة الاستبدال، والتي عادةً ما تكون بين سنة وأربع سنوات.

أجهزة الفرز الدوامي

تتكون أجهزة الفرز الدوامي من غرفة دائرية مدببة في الأسفل. يدخل الهواء المترب عند المماس في الجزء العلوي من جهاز الفرز الدوامي ويدور حول الغرفة. وهذا يؤدي إلى قذف الجسيمات إلى الحائط بفعل الطرد المركزي. وتنخفض سرعات الجسيمات وتسقط في قادوس التجميع في قاعدة جهاز الفرز الدوامي. يمر الهواء المنقى عبر مخرج مركزي في الجزء العلوي من جهاز الفرز الدوامي. وكلما كان الجسيم أكبر ،كان من الأسهل على الجهاز إزالته من الهواء.

المرسبات الكهروستاتيكية

تعتبر المرسبات الكهروستاتيكية مناسبة للغبار الناعم، ولكنها غير مناسبة للتلوث الشديد. وهي تعطي جزيئات الغبار والأبخرة شحنة كهربائية وتجذبها إلى أسطح التجميع بشحنة معاكسة. ويتدفق الهواء النظيف خارج الجهاز. هناك فئتان من التصميم:

- ماسورة أو أنبوب، حيث يقع سلك عالي الجهد على طول محور الأنبوب المؤرض.
- لوحة متوازية، حيث توجد سلسلة من الأسلاك عالية الجهد بين سلسلة من الألواح المعدنية المؤرضة.

أجهزة تنقية الغاز

يُقصد بتنقية الغاز ترطيب الجزيئات وغسلها من السحابة الملوثة. وتشمل متطلبات التصميم ما يلي:

- ترطيب الجسيمات.
- جعل الجسيمات تستقر في الماء.
- توفير نظام تصريف مناسب.
- منع تراكم الغبار في المدخل.
- منع تسرب المياه في الهواء المنقى.

هناك العديد من التصميمات لأجهزة تنقية الغاز، وأكثرها شيوعًا هي أجهزة تنقية الغاز الفنتوري (**Venturi Scrubbers**)، وجامعات الرذاذ ذاتية الحث، وأجهزة التنقية الحلزونية الرطبة.

أجهزة تنقية الغاز الفينتوري(Venturi Scrubbers)

يمر الهواء المترب عبر حلق فنتوري ضيق يحتوي على ضخ ماء. الظروف في الحلق شديدة الاضطراب. ينفصل الماء إلى قطرات صغيرة تصطدم بجزيئات الغبار. يفصل الفرز الدوامي القطرات لإنتاج رواسب تحتوي على الغبار. يمر الهواء المنقى عبر مخرج مركزي في الجزء العلوي من جهاز الفرز الدوامي.

مجمعات الرذاذ ذاتية الحث(Self-induced Spray Collectors)

يتم سحب الهواء المترب تحت حاجز في حوض مائي. يؤثر الغبار على القطرات وكذلك على الماء في الحوض الصغير. يفصل "مانع الرذاذ" أو"مانع الانجراف" قطرات الماء عن الهواء المنقى. يستقر الملوث كرواسب في قاع المُجمِع. لتجنب العدوى البكتيرية وما يترتب عليها من روائح كريهة، يجب تنظيف أجهزة جمع الرذاذ بانتظام. قد يكون هناك خطر وجود بكتيريا فيلقية.

أجهزة تقنية الغازات بالفرز الداومي الرطب (Wet Cyclone Scrubbers)

يدخل الهواء المترب إلى مجمع الفرز الدوامي الذي يحتوي على رذاذ ماء في موقع مركزي موجه للخارج. يفصل الفرز الدوامي القطرات وينتج رواسب من الغبار. يمر الهواء المنقى عبر مخرج مركزي في الجزء العلوي من جهاز الفرز الدوامي

5.5.4.2 **منظفات الهواء - الغازات والأبخرة (Air Cleaners - Gases and Vapours)**

تشمل التقنيات المستخدمة طرق التدمير وأجهزة تنقية الغاز البرجية المحشوة وطرق الاستعادة.

طرق التدمير، بما في ذلك الأكسدة الحرارية (الحرق) أو التوهج

(Destruction Methods, Including Thermal Oxidation (Incineration) or Flare)

يتم تدمير الغازات أو البخار قبل تصريفها عن طريق الاحتراق أو الأكسدة الحرارية. ويمكن تزويد وحدات المؤكسد الحراري بنظام استعادة حرارية تعوض جزئيًا تكاليف الوقود.

أجهزة تنقية الغاز البرجية المحشوة للمواد التي تمتزج بالماء

(Packed Tower Scrubbers For Substances That Mix With Water)

برج معبأ عن طريق الحشو لتوفير مساحة سطحية كبيرة. يتدفق الماء أو المحلول الكاشف في الجزء العلوي من البرج ويدخل الهواء الملوث في الجزء السفلي. يمتص السائل المتقطر الملوث وينبعث الهواء النظيف في الأعلى. لتجنب العدوى البكتيرية وما يترتب عليها من روائح كريهة ،يجب تنظيف أجهزة تنقية الغاز البرجية بانتظام. قد يكون هناك خطر وجود بكتيريا فيلقية.

طرق الاستعادة، بما فيها الامتصاص

يمر الهواء الملوث عبر المرشحات التي تزيل الغازات والأبخرة. وتعتبر مرشحات الكربون النشط هي الأكثر شيوعًا. عادةً ما يتم فلترة الهواء من الجسيمات قبل أن يمر عبر مرشح الكربون. ويعتبر تجديد مرشحات الكربون واستعادة المذيبات أمر ممكن، ولكن الاستعادة تصبح ممكنة فقط عندما يكون استخدام المذيب مرتفعًا. الكربون المشبع قادر على امتصاص مواد كيميائية معينة. وتشمل العيوب النموذجية ما يلي:

- ضرورة تكرار تغيير المرشح.
- تعطل المرشح فجأة عند التشبع.
- يمكن للكربون أن ينتج "بقع ساخنة" تحتاج إلى أجهزة الكشف وأنظمة إطفاء الحرائق.

5.5.5 **محركات الهواء**

محركات الهواء عبارة عن مروحة يتم وضعها عادةً في المخرج على الجانب النظيف من الفلتر وتسحب الهواء عبر النظام.

النوعان الرئيسيان للمروحة هما المراوح المحورية ومراوح الطرد المركزي.

- تأتي المراوح المحورية في تصميمات من النوع "الدافع" وتوضع بشكل عام في وحدات السقف. ويمكنها التغلب فقط على المقاومة المنخفضة للتدفق.
- مراوح الطرد المركزي قادرة على توفير تدفقات هواء أكبر ضد المقاومة العالية، وبالتالي فهي الخيار النموذجي لأنظمة التهوية الداخلية.

الأنواع الأخرى من المراوح المستخدمة هي:

- غالبًا ما تستخدم مراوح الدفع للتهوية العامة أو التهوية المخففة، ولا تنتج ضغطاً كبيرًا وتعمل بشكل أفضل ضد المقاومة المنخفضة.
- يمكن أن تولد شفاطات التوربو ضغوط الشفط العالية اللازمة لتشغيل أنظمة السرعة العالية منخفضة الحجم، فهي ليست مراوح تقليدية. وتستخدم شفرات عالية الدقة عرضة للتلف بالغبار وتتطلب مرشحًا لحماية الشفاط.
- تعتبر محركات الهواء التي تعمل بالهواء المضغوط مناسبة عندما تكون المراوح التي تعمل بالكهرباء غير مناسبة. فهي صغيرة وغير مكلفة ويمكن حملها بسهولة. وتكمن عيوبها الرئيسية في تكلفة التشغيل المرتفعة والمستويات العالية من الضجيج لكميات صغيرة نسبيًا من الهواء المتحرك.

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة مراعاة عدة عوامل في اختيار المروحة والتي تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- تدفق الهواء المطلوب.
- مقاومة التدفق الكلي للنظام.
- نوع الملوِّث.
- ما إذا وجد ملوث قابل للاشتعال أو قابل للاحتراق.
- قيود المساحة.
- طريقة التركيب ونوع الدفع.
- درجة حرارة التشغيل.
- مستوى الضجيج.
- عوامل الأمان الأساسية.
- خصائص ضغط المروحة.
- أجهزة إنذار الأعطال.

5.5.4 منفذ التصريف

يأخذ منفذ التصريف الهواء المنقى من المروحة ويطرده في الجو الخارجي. يجب على الجهة مراعاة عدة عوامل فيما يتعلق بمنفذ التصريف والتي تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- تحديد موضع منفذ التصريف على نحوٍ من شأنه منع عودة الهواء إلى المبنى.
- تحديد موضع منفذ التصريف على نحوٍ من شأنه التأكد من أن منفذ التصريف لا يقوم بتصريف هواء والذي يدخل بعد ذلك مداخل الهواء.
- التأكد من أن منفذ التصريف على ارتفاع مناسب للتأكُّد من تشتت الانبعاثات.
- التأكد من أن طرف منفذ التصريف مناسب للتأكُّد من تدفق الهواء بكفاءة، ومنع دخول مياه الأمطار والمساعدة في تشتيت الأبخرة.

في حالة إعادة تدوير الهواء مباشرةً إلى مكان العمل، يجب على الجهة التأكُّد من تنظيف الهواء بشكل كافٍ حتى لا يمثل خطرًا على العمال في مكان العمل.

5.6 الصيانة

يعد الفحص الدوري والاختبار والصيانة لأنظمة التهوية الداخلية أمرًا بالغ الأهمية. لذا، يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة أن تخطط للحد الأدنى من مرات وتفاصيل الفحص والاختبار والصيانة وفقًا لدليل الشركة المصنعة.

يجب أن تتضمن كل من الصيانة الوقائية المخططة وعمليات الفحص المنتظمة السابقة لبدء العمل عدة عناصر تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- الأجزاء المتحركة.
- الأجزاء غير المتحركة التي قد تتآكل أو تتضرر.
- الاستبدال الروتيني للمرشحات و / أو أكياس التجميع.
- نظافة مجاري الهواء والمكونات الأخرى.
- معدلات التدفق / سرعات الالتقاط.

5.6.1 **التفتيش البصري**

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة أن تحدد، من خلال التفتيش البصري لنظام التهوية الداخلي، ما إذا كان:

- أغطية نظام التهوية الداخلي في حالة جيدة.
- يتم سحب الهواء بشكل فعال إلى كابينة الاستخراج.
- جميع أجهزة الأمان أو التحذير نشطة.
- مجاري الهواء سليمة بدون ثقوب أو تشققات.
- المنطقة نظيفة بشكل معقول وخالية من الملوثات.

يتم إجراء الفحص بشكل عام بواسطة المشغل ويجب تسجيله.

5.6.2 **الفحص الشامل**

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة إجراء فحص شامل واختبار لنظام التهوية الداخلي ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر ،ما يلي:

فحص بصري شامل للتحقق من أن نظام التهوية الداخلي في حالة عمل فعالة وجيدة ونظيفة.

- قياس وفحص الأداء الفني للتحقق من مطابقته لبيانات التشغيل.

5.6.2.1 **الفحص البصري والهيكلي**

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة إجراء فحص خارجي شامل لجميع أجزاء النظام بحثًا عن التلف والبلى والضرر، ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- فحص مجاري الهواء الداخلية وإحكام إغلاق الفتحة.
- التحقق من التشغيل السليم لجميع أجهزة تنظيف المرشح.
- فحص قماش المرشح، في حالة احتواء المرشحات على عدادات قياس ضغط مدمجة، يجب التحقق من تشغيلها ومن صحة ضغط التشغيل.
- فحص تدفق المياه وحالة الحوض في جهاز تنقية الغاز الرطب.
- التحقق من عمل أجهزة المراقبة والتنبيهات / الإنذارات.
- فحص آليات دفع محرك الهواء.

- التحقق من مؤشرات الفعالية، وهل توجد رواسب كبيرة من الغبار المستقر داخل وحول غطاء نظام التهوية الداخلي أو ما إذا كان أي جزء من النظام يهتز أو يصدر ضوضاء.

5.6.2.2 **قياس الأداء الفني**

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة قياس الأداء الفني لنظام التهوية الداخلي، ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- قياس سرعات الهواء عند نقاط اختبار مناسبة موضحة في وثائق النظام وتشمل أوجه الغطاء، ومجاري الهواء الفرعية، والقناة الرئيسية.
- قياس الضغط الساكن في نقاط اختبار مناسبة موضحة في وثائق النظام وتشمل جميع الأغطية ومجاري الهواء عبر منظف الهواء والمروحة.
- التحقق من سرعة المروحة وسرعة المحرك واستهلاك الطاقة الكهربائية.
- التحقّق من إمداد الهواء المتجدد أو البديل.
- اختبار الإنذارات بمحاكاة الأعطال، وقدرة الإنذار على اكتشاف الأعطال.
- قياس درجات حرارة الهواء.
- اختبار أداء منظف الهواء.

يجب على الفاحص حساب معدلات التدفق الحجمي، ويشمل ذلك:

- مقارنة نتائج الاختبار بمواصفات تصميم نظام التهوية الداخلي على النحو المحدد في دليل الشركة المصنعة للنظام.

تشخيص أسباب أي تناقضات، حيث قد يقوم الفاحص بإجراء تعديلات بسيطة لاستعادة الأداء المطلوب.

إذا تبين أن العيب أساسيًا أو غامضًا، فيجب أن يتوقف الفحص حتى يتم إصلاح النظام واستعادة أدائه الأصلي.

5.6.2.3 **مراقبة فعالية النظام**

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة مراقبة فعالية النظام، ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- المراقبة الدقيقة للعمليات والمصادر.
- تقييم مدى فعالية نظام التهوية الداخلي في التحكم في تعرض المشغلين لخطر التلوث.
- إجراء اختبارات كفاءة باستخدام الدخان أثناء سير العملية للتحقق من تسرب الدخان والتدويم وتجاوز منطقة التنفس.
- إجراء اختبارات مصباح الغبار أثناء سير العملية للتحقق من تسرب الغبار أو الضباب.
- مراقبة طريقة عمل المشغلين، وما إذا كانوا يستخدمون الطرق المحددة، وما إذا كانت هذه الطرق مناسبة.

5.7 السجلات

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة تسجيل، والاحتفاظ بسجل أو سجلات مناسبة، لعمليات الصيانة والتفتيش والفحوصات والاختبارات التي يتم إجراؤها على أنظمة التهوية الداخلية.

6 التدريب

يجب على الجهات الحكومية والمنشآت الخاصة التأكُّد من أن العمال مؤهلين، وتزويدهم بالتدريب الكافي باللغات والصيغة التي يفهمها العُمّال ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- أخطار المواد المستخدمة أثناء العمليات.
- كيف من الممكن حدوث تعرض للمخاطر.
- كيفية استخدام نظام التهوية الداخلي وفقًا لدليل المصنع.
- مواصفات تصميم وقدرات وقيود استخدام نظام التهوية الداخلي.
- متطلبات الصيانة لنظام التهوية الداخلي للتأكُّد من تشغيله على النحو المطلوب.
- القدرة على التعرف على تلف النظام أو عدم عمله على النحو المنشود.

يجب إجراء تدريب تنشيطي دوري للتأكُّد من الحفاظ على كفاءة العمال، ويشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- في حالة انتهاء صلاحية شهادة التدريب.
- في حالة تحديد الكفاءة كجزء من تحليل الاحتياجات التدريبية.
- في حالة تحديد نتائج تقييم المخاطر للتدريب كإجراء للتحكم في المخاطر.
- في حالة حدوث تغيير في المتطلبات القانونية.

في حال أوصت نتائج التحقيق في الحوادث بتوفير تدريب لتجديد المعلومات وتحديثها.

يجب على الجهة التسجيل والاحتفاظ بسجلات دقيقة للتدريب المُقدم للعمال على السلامة والصحة المهنية.

يمكن العثور على مزيد من المعلومات بشأن التدريب في الدليل الارشادي OSHJ-GL-26: التدريب والكفاءة.

7 المراجع

OSHJ-CoP-01: إدارة المخاطر والتحكم فيها.

OSHJ-GL-26: التدريب والكفاءة.

8 تعديلات الدليل

العنوان	نظام التهوية الداخلي

سجل تعديلات الدليل			
النسخة	تاريخ المراجعة	تفاصيل التعديل	الصفحات المُعدّلة
1	15 SEP 2021	وثيقة جديدة	لا يوجد