

سفينة رينتشر



سوء الفهم في تقنية التهوية وتنقية الهواء



استشارة+ تخطيط

CCIBUCH

© cci Dialog GmbH، كارلسروه

جميع الحقوق محفوظة.

ISBN: 978-3-922420-74-3

هذا الكتاب بما في ذلك جميع محتوياته محمي بحقوق النشر. لا يجوز نسخه كلياً أو جزئياً بأي شكل أو بأي وسيلة، سواء إلكترونياً أو ميكانيكياً (عن طريق التصوير أو التسجيل أو بأي طريقة أخرى باستخدام أنظمة حالية أو مستقبلية) دون الحصول على إذن كتابي مسبق من الناشر. لا يتحمل الناشر والمؤلف أي مسؤولية عن صحة أو دقة أو اكتمال أو جودة المعلومات المقدمة. لا يمكن استبعاد وجود أخطاء مطبعية أو معلومات خاطئة بشكل كامل.

الطبعة الأولى 2023

المؤلف: سفين رينتشر، 74372، Ludwigstr. 16-18، Rentschler REVEN GmbH، سيرشهايم الصور،

حقوق الصور: Rentschler REVEN GmbH

التصميم، صورة الغلاف، الرسومات، الصور: digital-kunst.com، Gabriele Wiedemann، التحرير: Eva

Schwarz، technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

الطباعة: Esser bookSolutions GmbH، جوتنجن

الناشر: cci Dialog GmbH، Poststr. 3، 76137 كارلسروه

يمكنكم العثور على البرنامج الكامل لعناويننا الخاصة ومجموعة مختارة حصرياً من الكتب المتخصصة على cci-dialog.de.

cci Buch هي علامة تجارية مملوكة لشركة cci Dialog GmbH.

آراء حول البودكاست

كان صدى البودكاست كبيراً لدرجة أنه كان من الطبيعي أن يتحول إلى كتاب. تعليقات تتحدث عن نفسها:



"... البودكاست حول

لمعرفة المزيد..."

"... أود أن أهنئكم على البودكاست

"سوء الفهم في تقنية الـ

المعلومات..."

"... شكرًا جزيلاً على

Podcast von Sven Rentschler

سأكون سعيداً

استكمال

عبر

التهوية منذ أكثر من 20 عاماً وقد استفدت كثيراً من الناحية العملية ومشاريع أخرى. سأكون سعيداً إذا

ببناء مطبخكم التالي..."

"... أود أن أهنئكم على البودكاست. الموضوع سهل الفهم حتى بالنسبة لأشخاص مثلي الذين ليسوا على دراية

عميقة بالموضوع..."

"... بصفتي مستمعا منتبها لبرنامجكم الصوتي، أود أن أغتنم هذه الفرصة لأطلب الكتاب المتخصص المعلن عنه

لعام 2023. أأمل أن تكون هناك حلقات أخرى حول موضوع الهواء - أغلى مورد غذائي لدينا..."

أود أن أعرب عن شكري الخاص لغابرييل فيدمان وإيفا شوارتز. أعمل مع هاتين الخبيرتين بنجاح منذ سنوات عديدة. قبل أكثر من عقد من الزمن، تم إنشاء كتالوج منتجات لشركتنا، REVEN GmbH، في إطار هذا التعاون، والذي تناول نفس الموضوعات التي يتناولها هذا الكتاب. كما قمنا بتنفيذ مشاريع أخرى، مثل النجاح في إنشاء الموقع الإلكتروني لشركتنا، في إطار هذا الفريق. وقد ساهمت الخبرات التي اكتسبناها خلال هذه المشاريع بشكل كبير في إعداد هذا الكتاب.

تستند الرسوم البيانية التي أعدتها السيدة فيدمان والتوصيحات النصية التي أجرتها السيدة شوارتز إلى خبرة طويلة مشتركة وتشكل خلفية لفهم لا مثيل له للموضوع. كانت التعاون في إعداد هذا الكتاب ممتعا وبسيطا وأسفر عن نتيجة لم أكن لأتمكن من تحقيقها بمفردي بهذه الجودة.

كما أتوجه بخالص الشكر إلى شركائنا في مجموعة SCHAKO الذين دعموا مشروع كتابة هذا الكتاب منذ البداية وأدركوا الفرصة التي يتيحها لتعزيز شعار مجموعتنا "Pure competence in air".

كما أشكر زملائي هولجر رول وساشا كيس وفيتالي لاي على جميع المحادثات المثيرة حول موضوعات تقنية التهوية وتنقية الهواء خلال السنوات الماضية، والتي كانت مصدر إلهام كبير لي في كتابة هذا الكتاب.

يسعدني أن نواصل مناقشة الموضوعات والأفكار الواردة في هذا الكتاب وتعميقها. يمكنكم الاتصال بي عبر LinkedIn. أتطلع إلى التبادل معكم.

مقدمة

مع بداية الجائحة في عام 2020، أصبح التهوية الصحيحة أحد أهم الموضوعات في ألمانيا. في جميع أنحاء البلاد، دارت نقاشات حول الهواء الصحي في الأماكن المغلقة. وجرت مناقشات حامية حول كيفية تهوية الفصول الدراسية بشكل صحيح. وكثيراً ما لوحظ باندهاش أن العديد من المكاتب لا يمكن تزويدها بالهواء النقي من خلال نظام تهوية في المبنى. فجأة، سادت أجواء من التفاؤل بين مصنعي أجهزة تنقية الهواء المدمجة. ودارت نقاشات ساخنة في جميع أنحاء البلاد حول كيفية قياس وتقييم تلوث الهواء في الأماكن المغلقة. حتى أنه تم إطلاق حملات تروج للهواء النقي باعتباره أهم عنصر غذائي.

من أين جاء هذا الالتزام الكبير فجأة وبهذه الحدة؟ لقد رافقتني العديد من هذه الحجج والأسئلة طوال حياتي المهنية. في عام 1995، انضمت إلى شركتنا، REVEN GmbH.

REVEN هي اختصار لـ Rentschler VENTilation. التهوية أو التهوية هي بالضبط العملية التي تعمل بها شركة REVEN GmbH منذ أجيال، والتي أعمل فيها أنا أيضاً منذ عقود، أولاً كمدير تقني والآن كمدير عام. تستخدم أجهزة تنقية الهواء ومنتجات التهوية من شركة REVEN GmbH لتوفير هواء نقي في الأماكن التجارية. ومن أمثلة ذلك مصانع الإنتاج في صناعة الأغذية، ومصانع الآلات، والمطابخ الكبيرة والمقاصف. وتشترك جميع هذه الأماكن في شيء واحد: الهواء في الغرف أو الصالات غالباً ما يكون شديد التلوث. إن قياس درجة التلوث في مثل هذه المناطق وتحليلها وتصفية الهواء وتنقيته هي المهام التي نضطلع بها في شركة REVEN GmbH منذ عقود.

منذ بداية أزمة كورونا في عام 2020، لم تعد هذه المهام المتعلقة بتنقية الهواء ذات أهمية فقط في المجال الصناعي، بل أصبحت موضوعاً مهماً في جميع أنحاء

ألمانيا. خلال المناقشات التي دارت في بعض الأحيان بحماس شديد، لفت انتباهي أن المهام في القطاعين التجاري والخاص أصبحت متشابهة بشكل متزايد. ومع ذلك، وبسبب الطلب المفاجئ الذي ارتفع بسرعة، لم يعد بعض المصنعين يلتزمون بدقة بالموصفات الخاصة بأداء أجهزة تنقية الهواء في الغرف. تم ادعاء الكثير ووعد بالمزيد. إن تأثير التهوية وأداء المرشحات وكفاءة العديد من الحلول يصعب فهمها، خاصة بالنسبة للأشخاص العاديين، مما أدى إلى حدوث سوء فهم في النقاش. هذا السوء الفهم، على سبيل المثال فيما يتعلق بالهواء النظيف وتنقية الهواء الداخلي المناسبة في الفصول الدراسية، مشابه للسوء الفهم الذي ترسخ على مدى عقود في الصناعة وأصبح شبه حقيقة.

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم نظرة عامة على سوء الفهم والحقائق غير الكاملة المتعلقة بموضوع التهوية ومصدر سوء الفهم هذا في كل من القطاعين الخاص والصناعي.

لن أشرح المواضيع الفردية بطريقة علمية للغاية، بل سأستند إلى الخبرات التي اكتسبتها منذ عام 1995 خلال عملي وممارستي المهنية في شركة REVEN GmbH. فخلال دراستي في هندسة الميكانيكا في جامعة شتوتغارت، اكتسبت نظرة ثاقبة على المهام الهامة لإدارة التكنولوجيا والابتكار الناجحة. وهكذا اكتسبت معرفة قيمة في مجال تطوير المنتجات المبتكرة وتبادل المعرفة بين البحث والممارسة. أود أن أستمّر في دعم هذا التبادل من خلال هذا الكتاب وتعميقه في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء، من أجل توضيح بعض المفاهيم الخاطئة.

"في بيئتنا الملوثة، أصبح الهواء مرثيا ببطء."

(نورمان كينغسلي مايلر (1923-2007) كاتب أمريكي)

جدول المحتويات

شكر.....	3
مقدمة.....	4
1. كيف يمكن شفط شيء ما؟.....	9
1.1. سوء الفهم فيما يتعلق بقياس تلوث الهواء.....	12
1.2. قد يساعد النفخ في التقاط وشفط الملوثات!.....	22
2. كيف يمكن تصفية شيء ما؟.....	27
2.1. سوء الفهم بشأن الفرق بين التصفية والفصل.....	29
2.2. الأعاصير يمكن أن تساعد في تنقية الهواء!.....	35
3. كيف يمكن التخلص من الأبخرة والروائح؟.....	47
3.1. سوء الفهم بشأن الفرق بين الأبخرة والهباء الجوي.....	50
3.2. أجهزة قياس FID يمكن أن تساعد في تحليل تلوث الهواء!.....	57
4. كيف يمكن تحييد الفيروسات والروائح؟.....	65
4.1. سوء الفهم بشأن الأشعة فوق البنفسجية.....	68
4.2. هل يمكن للأشعة فوق البنفسجية C القضاء على الهباء الجوي؟.....	77
5. كيف يمكن رؤية تدفقات الهواء؟.....	87

5.1. سوء الفهم الناتج عن الصور الملونة المتعلقة بتدفق الهواء.....	90
5.2. تجعل محاكاة CFD تدفقات الهواء مرئية!.....	95
6. كيف يمكن قياس تلوث الهواء؟.....	105
6.1. سوء الفهم فيما يتعلق بجودة الهواء في الأماكن المغلقة.....	114
6.2. قياسات الجسيمات تجعل تلوث الهواء مرئيا!.....	126
الكلمة الختامية.....	132

1. كيف يمكن شفط شيء ما؟

؟



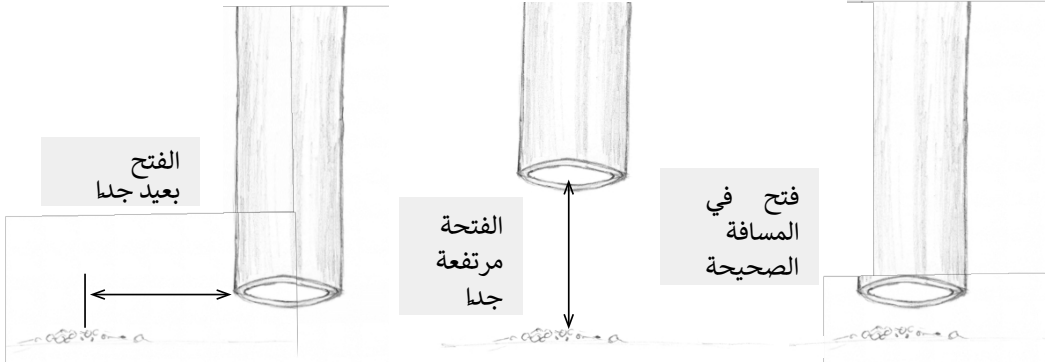
كيف يمكن شفط شيء ما بسهولة؟ في الأساس، هذا سؤال بسيط يمكن لأي زميل أو زميلة في مجال تكنولوجيا التهوية الإجابة عليه على الفور! ولكن هل الشفط الفعال حقاً بهذه السهولة والبساطة كما قد يبدو للوهلة الأولى؟

مثال عملي: المكنسة الكهربائية

إليك مثال بسيط مألوف لنا جميعاً: تنظيف الغبار بالمكنسة الكهربائية، سواء في سيارتنا المحبوبة أو في غرفة المعيشة بالمنزل. عندما ننظف الغبار بالمكنسة الكهربائية، فإننا نريد إزالة الأوساخ، مثل فتات الخبز من السجادة. كلما قربنا فوهة المكنسة الكهربائية من الفتات الموجودة على السجادة، كلما كان شفطها أسهل وأسرع. نحصل على أفضل نتيجة عندما نضع فوهة المكنسة الكهربائية مباشرة فوق الأوساخ. قبل أن ندرك ذلك، تختفي الفتات في المكنسة الكهربائية.

هذه هي الإجابة على السؤال: كيف يمكن تنظيف شيء ما جيداً؟ يجب أن نغطي المكان بالكامل. عندها فقط يمكن تنظيفه بالكامل. في مثالنا، كان علينا وضع فوهة المكنسة الكهربائية مباشرة فوق فتات الخبز على السجادة لتنظيفها جيداً وبشكل كامل.

وضعية الشفط الصحيحة



الشكل 1

يجب تطبيق هذا المبدأ الأساسي في تقنية التهوية في جميع الأماكن التي يتعين فيها شفط الهواء المستهلك والملوث بالكامل - في الفصول الدراسية حيث يجب إزالة الهواء الملوث بالفيروسات، وفي صالات اللحم حيث يجب التقاط دخان اللحم، وفي المطابخ حيث يجب شفط أبخرة الطهي، وفي صناعة الآلات، حيث يجب التقاط مواد التبريد والتشحيم المتبخرة في الآلات الحديثة. في جميع هذه الأمثلة، يجب التقاط الأبخرة والغازات والهواء الملوث بالفيروسات والهباء الجوي بأشكال مختلفة وشفطها. ويجب التركيز بشكل خاص على الترتيب:

التقاط الأبخرة أولاً، ثم شفطها!

1.1. سوء الفهم فيما يتعلق بجمع ملوثات الهواء

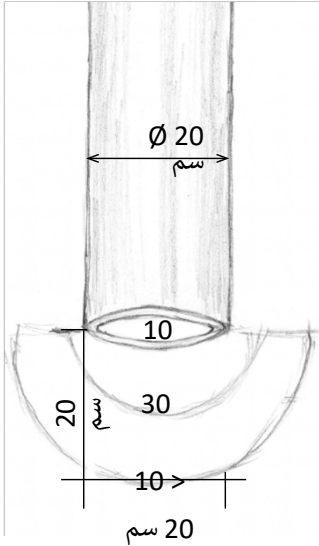
كما تعلمنا في المثال السابق، لا يمكن تنظيف فتات الخبز من السجادة بسرعة وسهولة باستخدام المكنسة الكهربائية إلا إذا وضعنا الفوهة مباشرة فوق الفتات! وينطبق الأمر نفسه على تقنية التهوية في المطابخ. من المهم الحفاظ على المسافة الصحيحة أثناء الشفط. ولا يهم هنا ما إذا كنا نتحدث عن نظام تهوية كبير في مقصف مصنع أو في مطبخنا المنزلي. تخضع شفاطات المطبخ المصممة خصيصا لمنازلنا أيضا للمبدأ نفسه الموضح أدناه عند التقاط وشفط أبخرة المطبخ.

سوء الفهم

العلاقة بين قوة الشفط ومسافة أنبوب الشفط

تبلغ قوة الشفط مباشرة عند فتحة جهاز الشفط مائة بالمائة. وينطبق ذلك أيضا على فوهة مكنسة كهربائية! هنا أيضا، يتم تحقيق أعلى قوة شفط مباشرة عند فتحة الفوهة. كلما ابتعدنا عن فتحة الفوهة، انخفضت قوة الشفط. ما يتم التقليل من شأنه في كثير من الأحيان هو مدى انخفاض قوة الشفط. في أنبوب شفط بقطر عشرين سنتيمترا، لا تزيد قوة الشفط عن 10٪ من قوة الشفط الأصلية على مسافة عشرين سنتيمترا من الفتحة.

قوة الشفط بالنسبة للمسافة



100 قدرة شفط مباشرة عند مدخل الأنبوب

تقل قوة الشفط بشكل كبير مع زيادة المسافة عن مدخل أنبوب الشفط.

تبلغ قوة الشفط حوالي 10٪ فقط عندما تكون المسافة بين أنبوب الشفط وقطر الأنبوب (20 سم في هذه الحالة) متساوية.

الشكل 2

لذلك، إذا كانت المسافة بين أنبوب الشفط والأوساخ تساوي قطر الأنبوب، فإن قوة الشفط تبلغ حوالي 10٪ فقط.

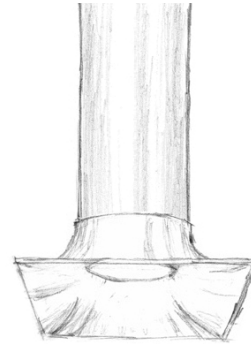
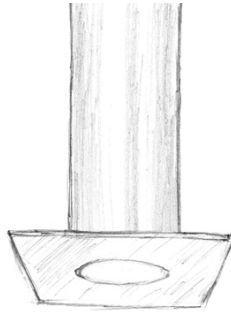
تتطبق هذه القاعدة على جميع أنواع أجهزة الشفط، سواء كانت مكنسة كهربائية أو شفط مطبخ منزلي أو نظام تهوية في مصنع لحام أو سقف تهوية كبير في مقصف المصنع. إذا كانت المسافة بين جهاز الشفط والمكان الذي يجب أن يتم فيه التقاط الملوثات المنبعثة كبيرة جداً، فإن قوة الشفط تكون صفرية. في معظم الحالات، يكون هذا هو الحال بالفعل عند مسافات تتراوح بين ثلاثين وخمسين سنتيمتراً!

كفاءة أعلى بفضل لوحات الفوهات المحسنة للتدفق

كما أن هناك سوء فهم شائع فيما يتعلق بالكفاءة. في كثير من الحالات، يسود الاعتقاد بأن ما يعرف باسم لوحات الفوهات المحسنة للتدفق تساهم في استخدام قوة الشفط بشكل أكثر كفاءة. في هذه الحالة، يتم تثبيت لوحة إضافية حول أنبوب الشفط. يتم تثبيت الأنبوب في منتصف فتحة في اللوحة ويتم تشكيل الانتقال من اللوحة إلى أنبوب الشفط على شكل فوهة تدفق عبر نصف قطر. تهدف فوهة التدفق هذه إلى تحسين تدفق الهواء في منطقة الشفط وبالتالي ضمان شفط أكثر كفاءة. ومع ذلك، عند مقارنة أنبوب شفط مزود بلوحة فوهة محسنة التدفق بأنبوب شفط تقليدي مزود بلوحة بدون فوهة تدفق، لا يمكن ملاحظة سوى مزايا طفيفة.

ألواح الفوهات

تعتبر لوحات الفوهات مفيدة في "توجيه" تدفق الهواء، ولكنها لا تؤثر إلا قليلاً على قوة الشفط.



أنبوب شفط
مع لوحة
فوهة

أنبوب شفط مع لوحة
ملحومة

أنبوب شفط
بدون لوحة
فوهات

تجربة - إطفاء شمعة عن طريق الشفط

للتوضيح، لنأخذ مثال الشمعة. هل سبق لك أن حاولت إطفاء شمعة عن طريق شفط الهواء؟ لا أنصحك بتجربة ذلك! في إطار محاضراتي حول هذا الموضوع، أقوم بإجراء هذه التجربة بانتظام أمام الجمهور، وأكاد أحرق شفتي في كل مرة، لأنني أضطر إلى تقريب فمي من الشمعة كثيراً حتى أتمكن من إحداث أي تأثير على اللهب. ومع ذلك، فإن إطفاء اللهب عن طريق الشفط لا ينجح في الغالب!

يوضح هذا المثال البسيط مدى محدودية تأثير الشفط ومدى أهمية القرب من نقطة الشفط عندما نريد التقاط شيء ما وشفطه.

سوء الفهم

المسافة إلى فتحة الشفط في جهاز تنقية الهواء ليست مهمة

بسبب هذا المفهوم الخاطئ، غالباً ما تحدث أخطاء في الممارسة العملية: في أجهزة تنقية الهواء في المدارس، وأجهزة التهوية في محطات اللحم، وأغطية المطابخ فوق أجهزة الطهي، وأجهزة فصل الهباء الجوي في آلات الأدوات، غالباً ما تكون فتحات الشفط بعيدة جداً عن نقطة الانبعاث. يمكننا حل هذه المشكلة بسرعة باستخدام المكنسة الكهربائية عن طريق تحريك فوهة الشفط نحو الأوساخ. لكن هذا غير ممكن مع شفاطات المطبخ الثابتة. هنا، يجب أن تصل أبخرة الطهي إلى منطقة الشفط في شفاطة المطبخ، وإلا فإن أبخرة المطبخ لن يتم التقاطها ببساطة ولن يمكن شفطها.

محاكاة CFD

يمكن محاكاة وتصوير وتحليل تقاطع الهواء والملوثات الموجودة فيه بالتفصيل باستخدام برامج حاسوبية مخصصة. ولهذا الغرض، يتم استخدام محاكاة التدفق العددي، المعروفة أيضا باسم محاكاة CFD. CFD هي اختصار لـ Computational Fluid Dynamics (ديناميكا الموائع الحاسوبية). بمساعدة عملية المحاكاة هذه، يمكن رؤية مختلف تدفقات الهواء وتقييم كفاءة الشفط.

خبرتنا الداخلية

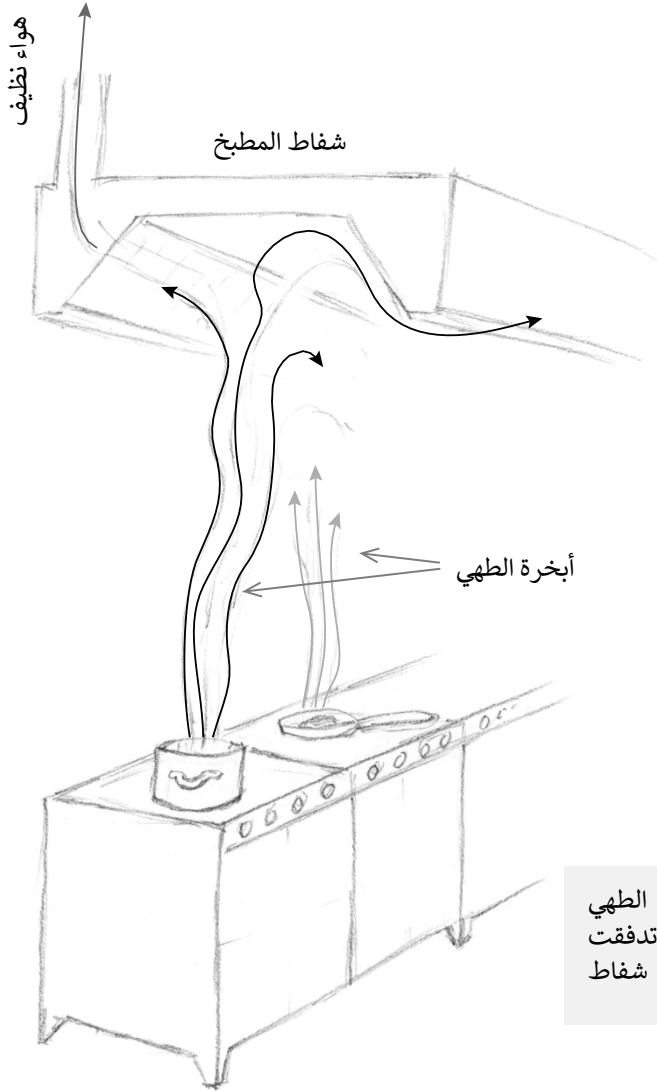
في شركتنا، قمنا بدراسة كفاءة التقاط وشفط شفاطات المطابخ التقليدية، من بين أمور أخرى. تم إجراء أول محاكاة رقمية للتدفق في شركتنا في عام 1996. غالبا ما استغرق تحليل المحاكاة البسيطة في ذلك الوقت وحساب النتائج عدة أيام.

منذ ذلك الحين، تطورت هذه التكنولوجيا بسرعة كبيرة وأصبحت النتائج متاحة في جزء صغير من الوقت. وهي اليوم أكثر دقة ووضوحا، حتى في المكونات المعقدة للغاية، مثل المراوح. بفضل هذا التطور، أصبح من الممكن الآن تحليل وتصوير تدفقات الهواء ليس فقط للمكونات الفردية، بل لغرف بأكملها!

أهمية التهوية في المطابخ

هذا التحليل مهم بشكل خاص لأجهزة الشفط البعيدة عن مصدر الانبعاثات، مثل شفاط المطبخ المثبت على مسافة كبيرة من سطح الطهي. لا يمكن لشفاط المطبخ أن يلتقط سوى أبخرة الطهي التي تصل مباشرة إلى منطقة التقاطه. ماذا يعني ذلك بالتحديد؟ يجب أن تتدفق أبخرة الطهي من القدور مباشرة إلى منطقة الشفط والتصفية في شفاط المطبخ عند صعودها.

تهوية المطبخ



لا يتم شفط أبخرة الطهي بشكل صحيح إلا إذا تدفقت إلى منطقة التقاط شفط المطبخ.

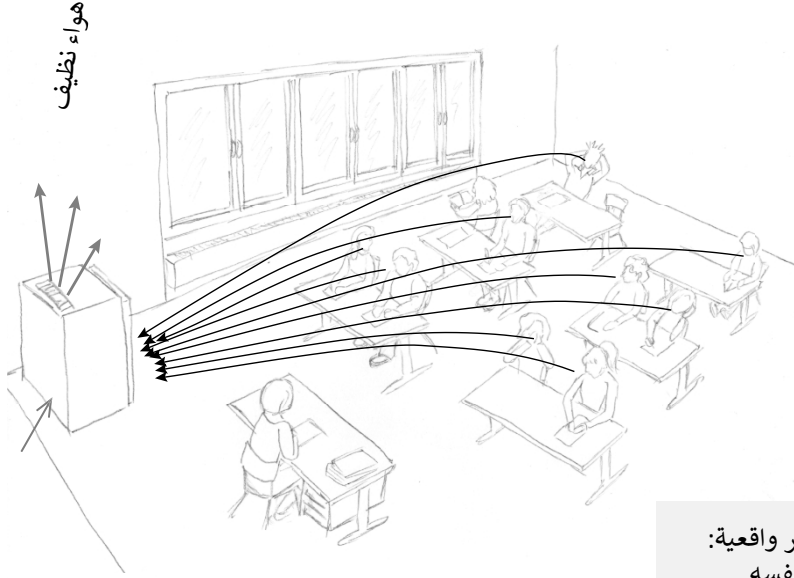
الشكل 4

أهمية تنقية الهواء في الفصول الدراسية

إذا كان من المقرر تنقية الهواء في الفصل الدراسي بشكل مستمر من الفيروسات أثناء الحصص الدراسية، فيجب أن يتدفق الهواء دون عائق في اتجاه أجهزة تنقية الهواء المثبتة في الغرفة حتى يمكن التقاطه وتنقيته. غالباً ما يكفي فتح نافذة مائلة لتحويل اتجاه تدفق الهواء بحيث لا يتم التقاطه وتنقيته بشكل كافٍ. يمكن أن يكون لتصميم سيئ لنظام تزويد الهواء النقي تأثير سلبي على عملية الشفط مماثلاً لتأثير نافذة مائلة تسمح بمرور الرياح. يمكن استخدام أنظمة CFD الحديثة لدراسة هذه التفاعلات وتحديد ما يمنعها. هذه هي الطريقة الوحيدة لتحقيق التقاط كامل للهواء.

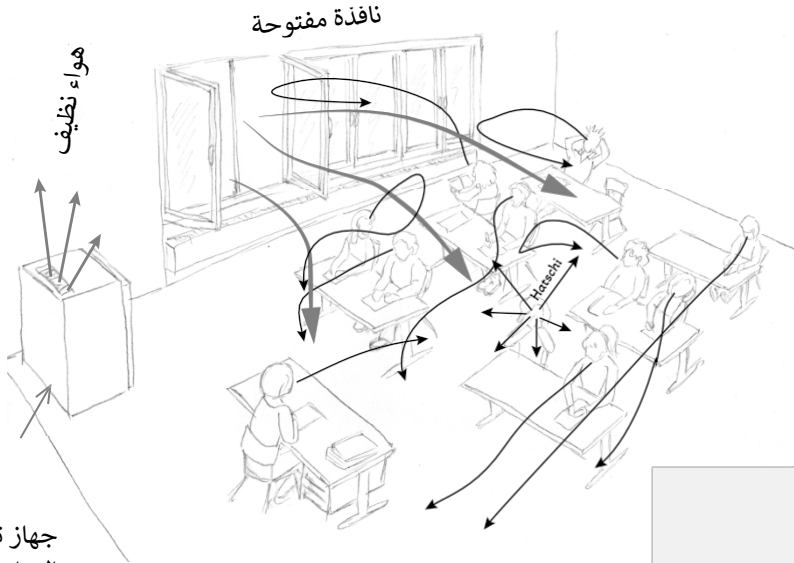
أكدت اختبارات CFD التي أجريتها على أجهزة تنقية الهواء وأغطية المطابخ الخاصة بنا أيضاً القاعدة المذكورة أعلاه: كلما ابتعدت نقاط الشفط في أغطية المطابخ عن أواني الطهي، قل احتمال التقاط أبخرة الطهي بالكامل وشفطها. وقد لوحظ أمر مشابه مع أجهزة تنقية الهواء في الفصول الدراسية: فكلما زادت المسافة بينها وبين منطقة انتشار الفيروسات، قل احتمال التقاط الهواء الملوث بالفيروسات وشفطه.

التهوية في المدارس



أجهزة تنقية الهواء

حالة مثالية غير واقعية:
الهواء الذي نتنفسه
يتدفق إلى الأمام نحو
جهاز تنقية الهواء



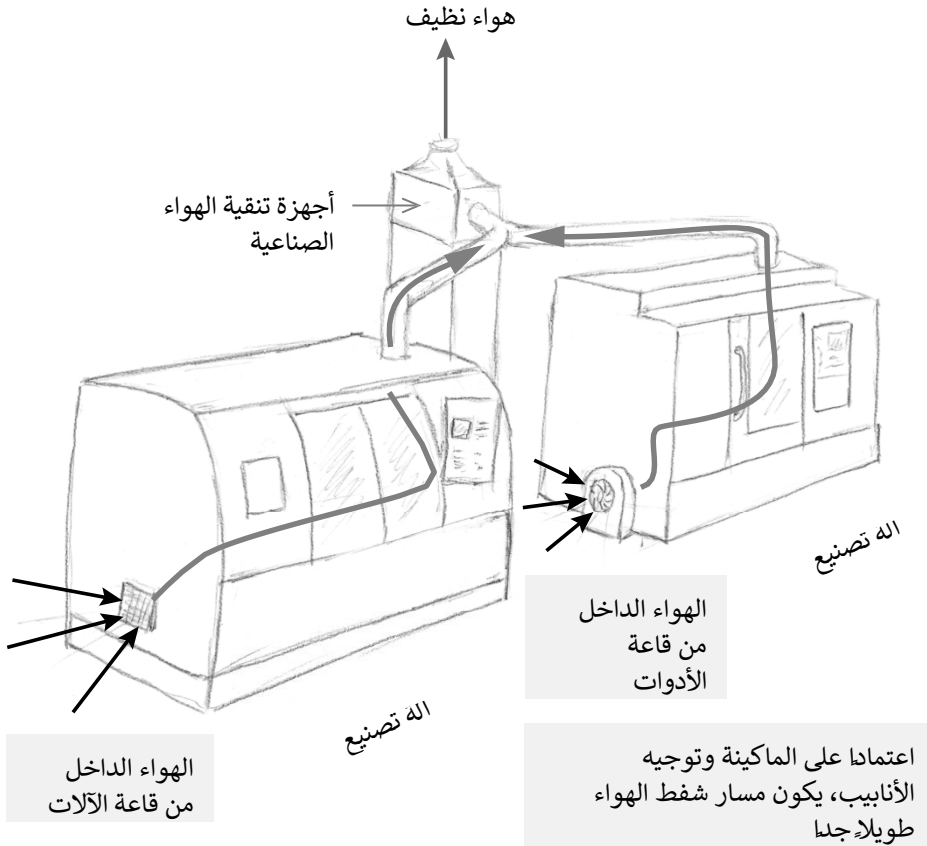
تدفقات الهواء المحتملة
في الفصل الدراسي (على
سبيل المثال عند فتح

1. كيف يمكن شفط شيء ما؟ الشكل 5

أهمية الشفط في هندسة الآلات

وقد لاحظنا ذلك بالضبط عند محاكاة ظروف التدفق المعقدة في أنظمة الشفط في الآلات المكنية الحديثة. ففي هذه الحالة أيضاً، غالباً ما يكون شفط الهواء الملوث بجزيئات رذاذ المبردات ومواد التشحيم غير فعال للغاية، لأن نقطة سحب الهواء في أجهزة تنقية الهواء بعيدة جداً عن مكان معالجة قطع العمل الفعلي، حيث تتشكل جزيئات الرذاذ.

أجهزة تنقية الهواء الصناعية



الشكل 6

في مرحلة ما، تتدفق الملوثات إلى نقطة الشفط.

في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء، نواجه مرارا وتكرارا الافتراض الخاطئ بأن الهواء الملوث بالمواد الضارة والفيروسات أو الجسيمات الدقيقة سوف يتدفق عاجلا أم آجلا إلى المنطقة التي يمكن فيها التقاطه وشفطه. لكن في كثير من الحالات، لا يحدث هذا بالضبط. وتؤدي الهباء الجوي والمواد الملوثة الأخرى التي لم يتم التقاطها إلى تلوث الهواء في المنطقة المحيطة بشكل كبير.

1.2. يمكن أن يساعد النفخ في التجميع والشفط !

ولكن ماذا تفعل إذا لم تكن هناك إمكانية لتقريب منطقة الشفط من مصدر انبعاث الملوثات؟ في هذه الحالة، يمكنك اتباع نفس الطريقة المستخدمة لإطفاء شعلة الشمعة:

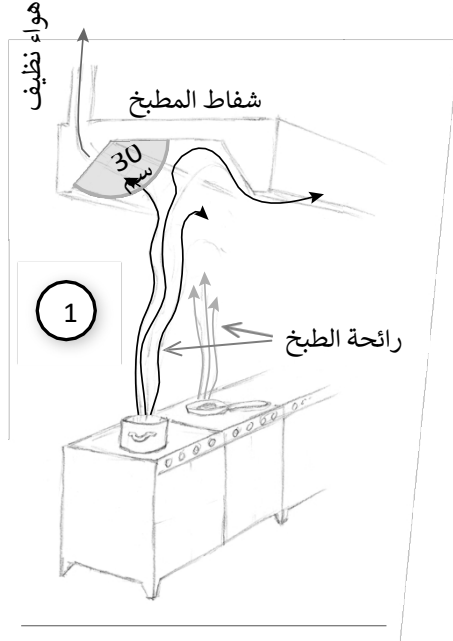
النفخ بدلا من الشفط!

بالنسبة لتقنية التهوية، هذا يعني أنه يجب نقل الهواء المراد التقاطه، بما في ذلك الفيروسات أو الجسيمات الدقيقة وغيرها من الملوثات، بأسرع ما يمكن عن طريق النفخ الداعم إلى المكان الذي تكون فيه قوة شفط أجهزة تنقية الهواء أو شفاطات المطبخ أو أجهزة التهوية في أقصى درجاتها، أي مباشرة إلى منطقة فتحات الشفط. -

تدفق الهواء في المطابخ التجارية

لتحقيق ذلك، طورت شركة REVEN GmbH شفاطات مطبخ حديثة مزودة بنظام حثي مدمج. يعمل تيار حثي على ضمان تدفق أبخرة الطهي الصاعدة من أجهزة الطهي مباشرة وبسرعة كبيرة إلى منطقة الفلتر والشفط، حيث يتم التقاطها وشفطها.

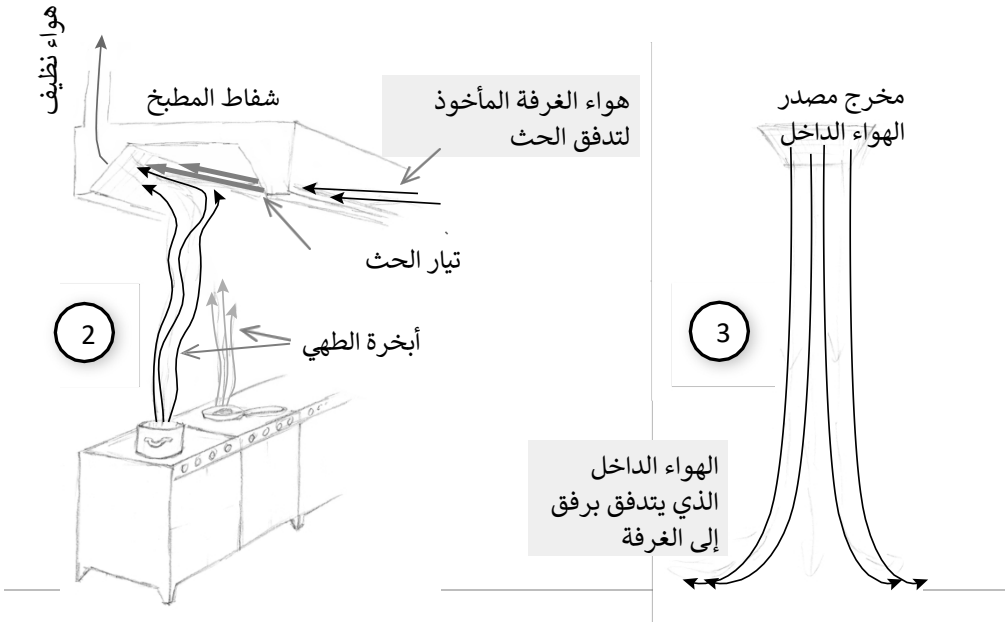
تهوية المطبخ



1. لا يمكن شفط (التقاط) أبخرة الطهي إلا في نطاق 30 سم أمام الفاصل. خارج هذا النطاق، يمكن أن تصل أبخرة الطهي إلى هواء الغرفة.

2. تهب تيار حثي أبخرة الطهي في اتجاه الفاصل. وبهذه الطريقة يتم التقاط جميع أبخرة الطهي.

3. يتم إدخال الهواء الداخل بدرجة حرارة مناسبة دون أي عوائق، مما يساعد على التقاط أبخرة الطهي.



مخرج مصدر الهواء الداخل

الهواء الداخل الذي يتدفق برفق إلى الغرفة

هواء نقي إضافي

يمكن أيضا دعم التجميع بواسطة شفاطات المطبخ الحديثة من هذا النوع من خلال ضخ الهواء النقي بشكل محسن.

يتم إدخال الهواء النقي إلى الغرفة باندفاعات قليلة باستخدام تدفق هواء إزاحي. وبذلك نضمن أن سرعة الهواء النقي عند دخوله إلى الغرفة تكون منخفضة للغاية ولا تتأثر تدفقات الهواء الأخرى في الغرفة. يمكن أيضا تحليل هذا السيناريو وتصوره باستخدام أنظمة CFD.

تدفق الهواء المنفوخ لآلات تصنيع الأدوات

يمكن تطبيق نفس المبدأ على آلات التصنيع. هنا يتم إنشاء تدفق هواء في كابينة الآلة يتدفق في اتجاه جهاز تنقية الهواء ويضمن التقاط وشفط رذاذات التبريد والتشعيع بشكل فعال. غالبا ما يبدأ تحسين الشفط في كبائن الآلات بسؤال بسيط: إذا قمنا بشفط ألف متر مكعب من الهواء في الساعة من الجزء العلوي من آلة تصنيع الأدوات، فأين يمكن أن يتدفق هذا الهواء إلى الكابينة؟ إذا لم تكن هناك طريقة لضمان تدفق الهواء، فسوف نحصل على ضغط سلبي مرتفع جدا في الكابينة، ولكن لن يكون هناك تدفق هواء موجه نحو منطقة التقاط جهاز تنقية الهواء.

مثال عملي: الضغط السلبي

بعد تركيب أجهزة تنقية الهواء على آلات طحن محكمة الإغلاق، ظهرت المشكلة عدة مرات حيث لم يعد من الممكن فتح باب تشغيل آلة التصنيع بسبب الضغط السلبي المرتفع للغاية في الكابينة!

2. كيف يمكن تصفية شيء ما؟



كيف يمكن تصفية شيء ما؟ في الأساس، هذا سؤال بسيط مثل السؤال السابق المتعلق بالشفط الفعال. يمكنك أن تتخيل أن الإجابة هنا ليست بهذه البساطة.

تعتمد فعالية العديد من العمليات في تقنية التهوية وتنقية الهواء على التجميع والشفط الفعالين، وكذلك تنقية الهواء من الملوثات. على سبيل المثال، إذا لم يتم تجميع الهواء الملوث بالفيروسات في غرفة الدراسة بالكامل وشفطه، فلا يمكن تنقيته من الفيروسات بشكل موثوق. وينطبق هذا المبدأ أيضا على ورشة لحام كبيرة في مصنع لتصنيع الآلات. تحتوي أبخرة اللحام المنبعثة على ملوثات ويجب جمعها وشفطها بالكامل. هذه هي الطريقة الوحيدة لتنقية هواء الغرفة من جميع الملوثات بشكل فعال. وبالتالي، فإن تنقية الهواء بشكل فعال وكامل تتضمن ثلاث عمليات مهمة للغاية:

التجميع الشفط التنظيف

الخطوة الثالثة - تنقية الهواء - هي الموضوع الذي سنناقشه هنا. هناك أيضا بعض المفاهيم الخاطئة التي أود توضيحها. لنبدأ بالسؤال التالي:

"كيف يمكن تنقية الهواء من الملوثات؟"

يجب تصفية الملوثات من الهواء، هذا أمر منطقي! هذا هو الجواب البديهي. ومع ذلك، فإن أجهزة الفصل تكتسب شعبية متزايدة في قطاع تنقية الهواء. ولعل أشهر الأمثلة على ذلك هي المكانس الكهربائية التي تعمل بدون فلاتر من شركة دايسون العالمية.

تعمل هذه التقنية من حيث المبدأ مثل إعصار صغير. يتم تدوير الهواء وتشكل دوامات هوائية تطرد الجسيمات من الهواء بفضل سرعتها العالية. هذه الطريقة مناسبة أيضا لفصل الملوثات المحمولة في الهواء. ومع ذلك، غالبا ما يحدث سوء فهم هنا، حيث يتم الخلط بين الفصل والفلاتر.

2.1. سوء الفهم بشأن الفرق بين الفلتر والفصل

الألياف النسيجية

يمكننا أيضا شرح مبدأ الترشيح باستخدام مثال المكنسة الكهربائية. تستخدم أكياس المكنسة الكهربائية لتنظيف الهواء الذي تلتقطه المكنسة الكهربائية وتشفطه. غالبا ما تكون هذه الأكياس مصنوعة من نسيج غير منسوج. يمكن للهواء أن يمر عبر هذا النسيج الدقيق، ولكن جزيئات الغبار يتم احتجازها وفصلها عن تيار الهواء.

مرشحات المواد العالقة المصنوعة من الألياف الزجاجية

هكذا تعمل بشكل أساسي جميع أنواع الترشيح في تقنية التهوية- حتى في المرشحات عالية الجودة للمواد العالقة. ولكن يتم استخدام مواد ترشيح مختلفة في هذه الحالة. فبدلا من الألياف النسيجية، يتم استخدام حصائر من الألياف الزجاجية لهذه المرشحات. هذه الحصائر قابلة لنفاذ الهواء أيضا، ولكن نسيجها أكثر دقة من أكياس المكنسة الكهربائية. يبلغ قطر الألياف في مرشحات المواد العالقة حوالي 1 إلى 10 ميكرومتر، أي من 0.001 إلى 0.01 ملم. وبالتالي، يمكنها ترشيح جزيئات أصغر بكثير من تدفق الهواء مقارنة بالنسيج غير المنسوج.

مرشحات من شبكة معدنية

يمكن العثور على مبدأ الترشيح هذا أيضا في العديد من شفاطات المطبخ المتوفرة في الأسواق للاستخدام المنزلي. غالبا ما تستخدم المرشحات المعدنية في شفاطات المطبخ هذه. وهي تتكون عادة من شبكة من الألومنيوم أو الفولاذ المقاوم للصدأ، ومبدأها مشابه لمبدأ الألياف النسيجية أو حصيرة الألياف الزجاجية، ولكن ببنية أكثر خشونة.

يتم استخدام المرشح المعدني الخشن نسبيا هنا لأنه أقل حساسية. سواء في المطابخ المنزلية أو التجارية، فإن شفاطات الهواء مهمتها فصل الهباء الجوي السائل عن تدفق الهواء. هنا لا يتعين ترشيح الغبار الجاف كما هو الحال في

المكنسة الكهربائية، بل جزيئات سائلة مثل قطرات الماء والزيت من الهواء. هذا فرق جوهري ومهم للغاية، ولكنه غالبا ما يتم تجاهله.

يجمع كل نوع من المرشحات ويخزن ما يتم فصله عن تيار الهواء. لذلك تزداد كمية المواد التي يتم ترشيحها في المرشح باستمرار. في أكياس المكنسة الكهربائية، يتم جمع الغبار الجاف وتخزينه حتى تمتلئ الأكياس بالكامل بالغبار ويجب تغييرها.

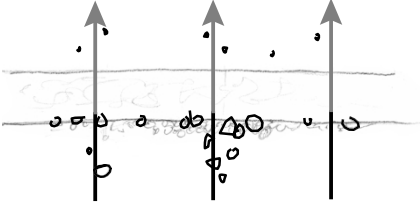
إذا كانت المواد التي يتم ترشيحها من تدفق الهواء عبارة عن قطرات سائلة، فإن تجميع هذه المواد غالبا ما يكون أكثر تعقيدا.

تخزن المرشحات المصنوعة من شبكة معدنية القطرات الصغيرة المرشحة من السوائل المختلفة مباشرة في وسيط الترشيح. يمكن أن يؤدي تراكم السوائل المختلفة إلى مشاكل خطيرة!

غالبا ما تكون سعة تخزين المرشحات المصنوعة من شبكة معدنية منخفضة جدا. وهذا يعني أن هذه المرشحات يمكن أن تسد حتى مع كميات قليلة من السوائل المخزنة. لذلك، عادة ما تكون مصنوعة بشبكة خشنة. وبالتالي، لا تسد، ولكن مع مرور الهواء، تمر أيضا العديد من الجسيمات الصغيرة عبر المرشح ولا يتم فصلها عن تدفق الهواء.

مرشحات مختلفة

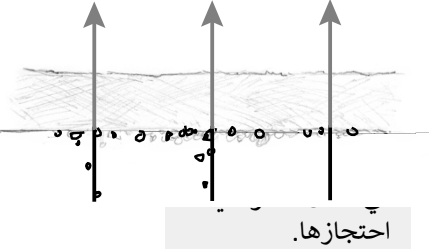
هواء نظيف إلى أقصى حد



مرشحات غير منسوجة

تمنع الألياف (مثل
أكياس المكينة
الكهربائية) الغبار من
المرور عبر الهواء
المتدفق. ومع ذلك،
يمكن أن تمر جزيئات
الغبار الصغيرة جدًا عبر
الألياف.

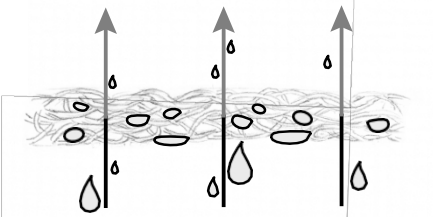
هواء نظيف



مرشح من الألياف الزجاجية

الهواء الملوث بالغبار الدقيق

هواء نظيف إلى أقصى حد



مرشح معدني

في المطابخ، يتم
استخدام شبكات
معدنية لتصفية
جزيئات الدهون.
تعتمد مدة بقاء
القطرات في الشبكة
على حجمها. ومع
ذلك، يمكن أن تمر
القطرات الصغيرة
جلدًا عبر الشبكة.

الهواء الملوث بالدهون

خطر تكوين الجراثيم

في مصانع تصنيع الأغذية وكذلك في قطاع التصنيع، يمكن أن يؤدي تخزين السوائل في المرشحات إلى مشاكل صحية. عند درجات حرارة تبلغ حوالي 20 درجة مئوية، يمكن أن تتكاثر الجراثيم بسرعة كبيرة في المرشحات بسبب الرطوبة. لذلك، لا ينصح في الغالب بتخزين السوائل وتجميعها لفترات طويلة، ويوصى بشدة بتنظيف المرشحات أو استبدالها بانتظام.

خطر الحريق

إذا كانت المواد المرشحة عبارة عن زيت أو دهون، فإن السوائل المخزنة في الفلتر تشكل خطراً متزايداً للحريق! وهي حقيقة غالباً ما يتم نسيانها.

مثال من تاريخ الشركة

ما زلت أتذكر جيداً اجتماعاً كبيراً في شركة تصنيع أدوات عالمية. أطلعني الموظفون على مصنعهم الذي يضم مئات من آلات الطحن. كانت أنظمة تنقية الهواء في منطقة الإنتاج مزودة بمرشحات كبيرة للمواد العالقة يمكنها تخزين ما يصل إلى 100 لتر من السوائل. المشكلة في ذلك: السائل المخزن كان سائلاً شديداً التقلق وسريع الاشتعال يستخدم في التبريد والتشحيم. عند استخدام 50 مرشحاً، يمكن أن يصل حجم السائل المخزن إلى 5000 لتر! عندما سألت موظفي الشركة أثناء جولتي عن إجراءات الحماية من الحرائق في هذه الـ 50 منشأة لتنقية الهواء وعن مفاهيم الحماية ذات الصلة، نظرت إلى وجوههم المذعورة.

أسألتي وأفكاري حول المرشحات في تنقية الهواء ليست مجرد أفكار نظرية، بل تتعلق بمخاطر محددة، وللأسف، فقد وقعت بالفعل حرائق مأساوية بسبب عدم إيلاء الاهتمام الكافي لمشكلة الحمل الحراري.

مثال عملي: حريق في مصنع للآلات

في عام 2006، اندلع حريق مدمر في جنوب ألمانيا في شركة لتصنيع الآلات مزودة بنظام شفط مشابه للنظام الموصوف أعلاه. وبلغت أضرار الحريق عشرات الملايين من اليورو. ودمرت مصانع الإنتاج ومرافقها التي تبلغ مساحتها أكثر من 3000 متر مربع بالكامل. ويعتقد أن الحريق نشب بسبب عطل في إحدى الآلات. وسرعان ما انتشر الحريق عبر شبكة قنوات التهوية.

مثال عملي: حريق في مجمع فندقي

حدثت كارثة مماثلة في عام 1980 في فندق كبير يضم 2000 غرفة في لاس فيغاس. في وقت وقوع الحادث، كان هناك حوالي 5000 شخص في مجمع الفندق. اندلع الحريق في أحد مطاعم الفندق وانتشر بسرعة البرق إلى جميع أنحاء المبنى. لقي 85 شخصا حتفهم في الحادث. لا يزال هذا الحادث المأساوي يعد أحد أكثر حرائق الفنادق كارثية في تاريخ الولايات المتحدة الحديث.

أدت حرائق كارثية كهذه في النهاية إلى التوقف عن استخدام المرشحات المصنوعة من شبكة معدنية الموصوفة أعلاه في العديد من المجالات الصناعية. بل إنها محظورة منذ سنوات في العديد من البلدان في مجال تهوية المطابخ الصناعية. ففي أمريكا الشمالية ومعظم البلدان الأوروبية، لا يجوز استخدام المرشحات المعدنية من هذا النوع في المطابخ الصناعية الجديدة بسبب خطر الحريق المرتفع.

اختراع فواصل الصفيحة المرتدة

بعد الحريق الكارثي الذي اندلع في فندق في لاس فيغاس، تم تطوير بدائل للمرشحات المعدنية في الولايات المتحدة الأمريكية، وهي ما يعرف باسم فواصل الصفيحة المرتدة. يتم تصنيع هذا النوع من الفواصل من صفائح الفولاذ المقاوم للصدأ. أثناء مرور الهواء، يتم تحويل مساره مرتين على الأقل

. والفرق بينها وبين المرشحات التقليدية المصنوعة من شبك معدني هو أن هذه الفواصل المصنوعة من صفائح الفولاذ المقاوم للصدأ لا تخزن السوائل.

فواصل الصفيحة المضادة للارتطام



تتم فصل السوائل مثل الزيت والماء عند ألواح التصادم وتسيل في الحالة المثالية إلى أسفل الألواح.

الشكل 9

سوء الفهم

اختلاف طريقة عمل المرشحات والفواصل

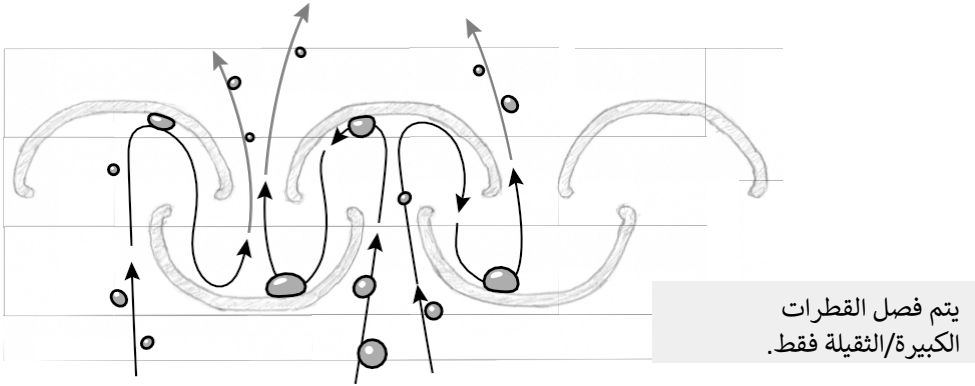
كما رأينا، تعمل المرشحات والفواصل بشكل مختلف. ولكن هذه الاختلافات هي بالضبط ما يسبب سوء الفهم. غالبا ما يتم خلط الخصائص وطرق العمل ومعلومات الكفاءة معا. في بعض الأحيان، لا يتم حتى بذل الجهد لفصل المصطلحات وتمييزها بوضوح! لذلك، لا يوجد في تقنية التهوية وتنقية الهواء سوء فهم بشأن الفرق بين الترشيح والفصل فحسب، بل أيضا بشأن طريقة عمل وكفاءة أجهزة الفصل المصنوعة من الصفائح المعدنية. لتوضيح الفروقات، علينا أولاً أن نلقي نظرة على بعض الظواهر الجوية في الطبيعة وكيفية استخدامها في تقنيات تنقية الهواء.

2.2. الأعاصير يمكن أن تساعد في تنقية الهواء!

قد تتعجبون من ذلك، ولكن هذا هو الحال بالفعل. كانت الأعاصير مثل الأعاصير المدارية والتايفونات والتورنادو والأعاصير الاستوائية نماذج هندسية لتدفق الهواء عند تطوير أجهزة الفصل الحديثة المصنوعة من الصفائح المعدنية.

كانت أول أجهزة الفصل التي تم تطويرها بعد حريق الفندق الكبير في الولايات المتحدة عبارة عن أجهزة فصل بسيطة مصنوعة من صفائح معدنية. يتم وضع صفائح فولاذية نصف دائرية مثنية على شكل حرف U في مواضع متقابلة. يتم تحويل مسار الهواء مرتين أثناء مروره عبر الفاصل، المرة الأولى عندما يصطدم بالصفحة النصفية الأولى، والمرة الثانية عندما يصطدم بالصفحة النصفية الثانية.

مبدأ عمل الفاصل المعدني



الشكل 10

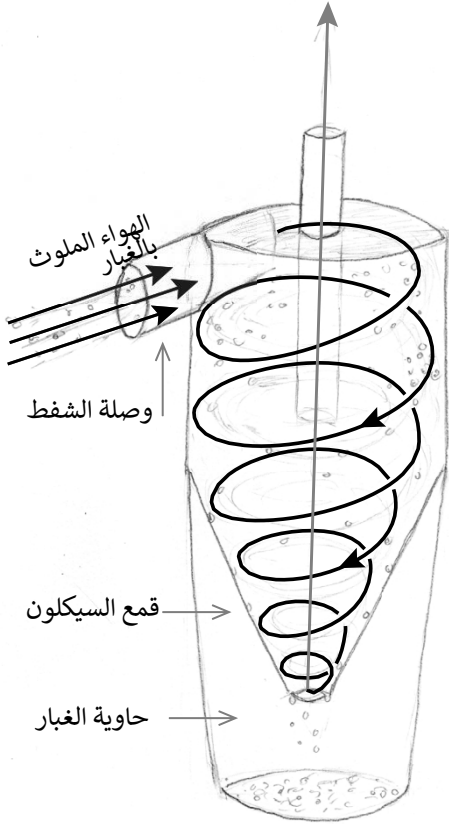
يتم تشكيل أنصاف القشرة على شكل حرف U عبر نصف قطر أو بزاوية 90 درجة. ولكن في كلتا الحالتين، تكون كفاءة الفصل سيئة للغاية، لأنها لا تفصل سوى الجزيئات الكبيرة المحمولة بالهواء عن تيار الهواء. تدفق الهواء

في فاصل بسيط من هذا النوع، يكون الهواء شديد الاضطراب ولا يمكن فصل سوى القطرات الكبيرة جدا ذات الوزن النسبي العالي والقصور الذاتي العالي عند اصطدامها وتحويل مسارها عن الهواء. أما القطرات الأصغر حجماً والأخف وزناً التي تحملها الهواء، فإنها تمر مع تيار الهواء عبر هذه الانحرافات ولا يتم فصلها. كانت الميزة الوحيدة لهذه الفواصل البسيطة المكونة من ألواح صدهي أنها لا تخزن السوائل، ولكن كفاءتها في فصل الجسيمات من تيار الهواء كانت منخفضة للغاية.

الأعاصير الاستوائية كنموذج

لم يتمكن مصنعو أجهزة الفصل من التغلب على هذه العيوب إلا بعد أن اتخذوا الطبيعة نموذجاً لهم وتعلموا من الأعاصير الاستوائية. وأشهر مثال على ذلك هو شركة دايسون المذكورة سابقاً بمكانسها الكهربائية التي تعمل بنظام الأعاصير. وهي تقنية تعمل بدون مرشحات وتعمل في الأساس كإعصار صغير. يتم دفع الهواء في تيار دوراني بسرعة عالية جداً كما في الإعصار. وكلما زادت سرعة الدوران، قل حجم الجسيمات التي يمكن طردها من تيار الهواء وبالتالي فصلها.

هواء نظيف

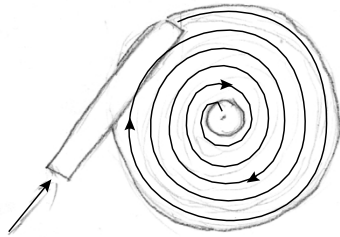


بفضل الشكل المخروطي لقمع الزوبعة، يتم تحويل الهواء الماص إلى حركة لولبية.

تقذف قوة الطرد المركزي جزيئات الغبار نحو الجدار.

يتم تجميع جزيئات الغبار في حاوية الغبار.

اللولب الحلزوني من الأعلى



للحصول على المعرفة الفنية اللازمة لتوليد مثل هذه الأعاصير الاصطناعية على نطاق صغير في المكائن الكهربائية وأغطية المطابخ وأجهزة تنقية الهواء، كان من الضروري بالطبع إجراء الكثير من أعمال البحث والتطوير. لا يمكن تحقيق ذلك بالتأكيد باستخدام ألواح انحراف بسيطة. تستخدم محاكاة التدفق الرقمي، أو محاكاة CFD باختصار، أيضا في تطوير تقنية الأعاصير وتحسينها. CFD هي اختصار لـ Computational Fluid Dynamics (ديناميكا الموائع الحاسوبية). تساعد هذه المحاكاة في إظهار مختلف أنواع تدفقات الهواء. لكن هذا لا يكفي لتحسين تقنيات الفصل. هنا أيضا، غالبا ما تحدث سوء فهم في تقنية التهوية وتنقية الهواء!

سوء الفهم

تحسين تدفق الهواء كافيا

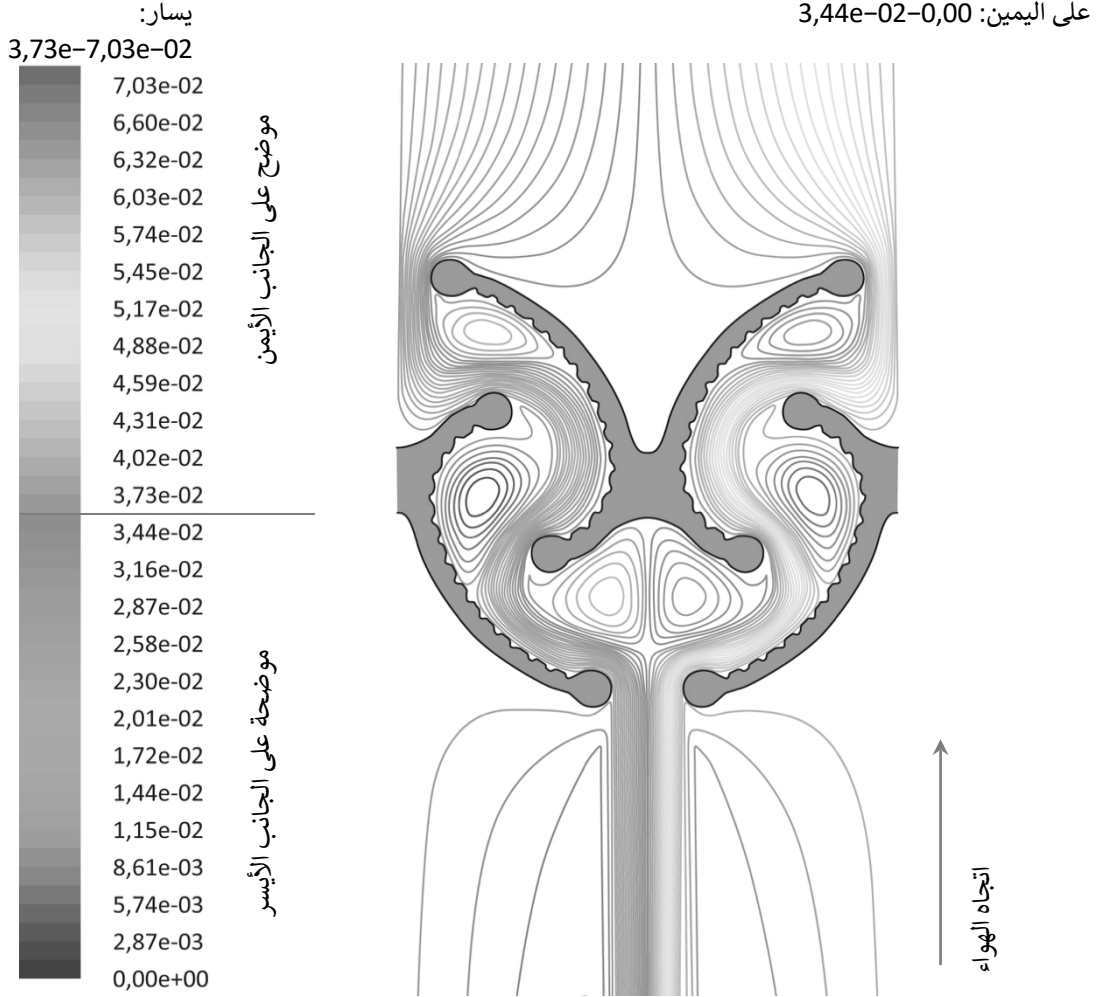
في كثير من الحالات، تقتصر تقنية التهوية على تدفق الهواء. على سبيل المثال، تتمثل المهمة في توفير الهواء النقي في قاعة حفلات موسيقية كبيرة بأكبر قدر ممكن من الراحة، دون أن يشعر الحاضرون بتيار هواء مزعج أو برودة. كما يجب أن يتم توفير الهواء النقي دون أي ضوضاء.

ومع ذلك، لا يقتصر تحسين المرشحات والفواصل في تنقية الهواء على تدفق الهواء وتحليل مساره وسرعته. تتمثل المهمة الفعلية لتنقية الهواء في فصل الجسيمات المحمولة عن تدفق الهواء عن طريق الترشيح أو الفصل. يمكن وصف عمل المرشحات بشكل مبسط على أنها تعمل كمنخل، بينما تعمل أجهزة الفصل كأعاصير. إذا أردنا تحسين طريقة عمل أجهزة الفصل، يجب أن ننجح في إحداث أعاصير صغيرة داخل أجهزة الفصل. عندها فقط يتم طرد الجسيمات من تدفق الهواء ويمكن فصلها.

تحليل مسارات الجسيمات

يمكن اليوم أيضا دراسة وتصور تدفق الجسيمات باستخدام أنظمة CFD. لذلك لم يعد النظر يقتصر على تدفقات الهواء فحسب، بل يشمل أيضا سلوك الجسيمات أو الهباء الجوي المحمولة.

هل تتخذ الجسيمات الهوائية الأصغر حجما والأخف وزنا نفس مسار تدفق الهواء؟ من الدراسات المثيرة للاهتمام في مجال CFD تصوير المسارات المختلفة للجسيمات الهوائية. يعتمد مسار هذه المسارات على حجم الجسيمات. في تحليلات CFD الجيدة جدا، يمكن الآن حتى تحديد المكان الذي يتم فيه فصل الهباء الجوي عن تدفق الهواء في جهاز الفصل! أثناء تطوير أجهزة الفصل لدينا، لم نندهش ونستغرب مرة واحدة فقط من نتائج مثل هذه التحليلات.



سلوك تدفق الجسيمات ذات الأحجام المختلفة (كجم/ثانية)
يتم تمييز أحجام الجسيمات المختلفة بدرجات رمادية مختلفة.

الشكل 12

مثال من تاريخ الشركة

أثناء تطوير أجهزة الفصل الخاصة بنا، كنا نعتقد في كثير من الأحيان أننا نعرف مسبقا اتجاه تدفق الهواء وما الذي سيحدث للجسيمات المحمولة في الهواء-، أي أين سيتم طردها. وللتحقق من صحة افتراضنا، أجرينا تحليلات CFD. وكانت النتائج التي توصلنا إليها مختلفة تماما عما توقعنا.

ما زلت أتذكر دراسة كنا فيها جميعا مقتنعين تماما بأن أحد الفواصل التي طورناها حديثا سيشكل بسرعة دوامات صغيرة ذات دوران قوي وستقوم بطرد الجسيمات المحمولة في الهواء بكفاءة عالية جدا. أطلقنا على هذا النموذج الأولي الذي طورناه حديثا اسم X-CYCLONE® بكل فخر.

حيث يشير الحرف X إلى الشكل الهندسي للفواصل. لم نعد نصنعه من لوحين معدنيين بسيطين مثنيين على شكل حرف U، بل أعطينا ملامح الفاصل شكلا هندسيا أكثر تعقيدا. في البداية، لم نتمكن من تصنيعها إلا باستخدام مقاطع الألومنيوم المبتوقة. كانت الأسطح تشبه نماذج مصغرة لأجنحة الطائرات، والتي قمنا بترتيبها في شكل حرف X. كما قد تكون خمنت بالفعل، فإن الجزء الثاني من اسم ابتكارنا الجديد يشير إلى الأعاصير الاستوائية- بالكتابة الإنجليزية CYCLONE.

كان تحليل CFD للنموذج الأولي الجديد للفواصل أقل من مجرد تحليل، بل كان بمثابة تأكيد أردنا إجراؤه للتأكد، على الرغم من التكلفة العالية. كنا نعرف النتيجة مسبقا. على الأقل هذا ما كنا نعتقد...

تحليل CFD هو بالفعل عملية معقدة للغاية. كما أوضحنا سابقا، لا يقتصر الفحص على دراسة سلوك تدفق الهواء فحسب، بل يشمل أيضا دراسة الجسيمات الموجودة في الهواء بدقة. ولإجراء هذا الفحص، يلزم استخدام نموذج ثلاثي الأبعاد

. لم يكن ذلك مشكلة، كما اعتقدت قبل سنوات، فلدينا كل ما نحتاج إليه، وإلا لما كنا قادرين على الإنتاج. لكنني أيضا وقعت في سوء فهم!

سوء الفهم

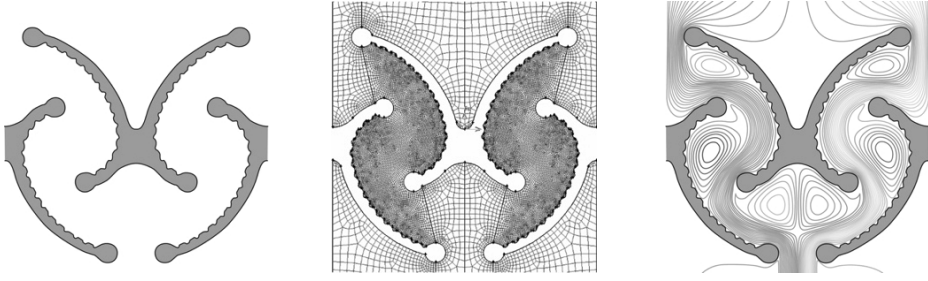
لإجراء محاكاة CFD، يكفي نموذج ثلاثي الأبعاد للفاصل.

النموذج المكاني ثلاثي الأبعاد

لأننا لم نحتاج فقط إلى النموذج ثلاثي الأبعاد لمفصلاتنا، أي مقاطع الألومنيوم، بل احتجنا أيضا إلى نموذج للغرفة التي يتدفق فيها الهواء. هذا أمر بديهي في الواقع! عند تحليل تدفق الهواء في قناة تهوية دائرية، فإننا ننظر إلى المساحة الأسطوانية داخل قناة التهوية وليس إلى الصفائح المعدنية للقناة. لكن هذا لم يجعل مهمتنا أسهل. نظرا لأن هندسة مقاطع الألومنيوم الجديدة X-CYCLONE® كانت معقدة للغاية، أصبحت المساحة التي يمر بها الهواء أكثر تعقيدا. ولكن يجب نمذجة هذا الفراغ بدقة لإجراء تحليل CFD.

الشبكة (شبكة الحساب)

إلى هذه العملية المعقدة في حد ذاتها، يضاف عامل آخر يزيد من صعوبتها، وهو ضرورة تغطية المساحة التي يمر بها الهواء بشبكة حسابية. وغالبا ما يستخدم المصطلح الإنجليزي "Mesh" للإشارة إلى هذه الشبكة. وترتيب هذه الشبكة الحسابية في المساحة التي يمر بها الهواء يؤثر بدوره بشكل كبير على جودة تحليل CFD. ومع ذلك، إذا تم اتباع هذه الطريقة بعناية فائقة، يمكن الحصول على تحليلات تدفق مفصلة للغاية لكل من تدفق الهواء والجسيمات، على الرغم من أن النتائج قد تكون محبطة للغاية!



شبكة الغرفة التي
يمر بها الهواء

تحليل تدفق CFD لمسارات
الجسيمات ذات الأحجام
المختلفة

ملف الفا

الشكل 13

نتيجة مخيبة للآمال

كل بداية صعبة- الهواء يتدفق بشكل مختلف عما كان متوقعا!

أظهرت تحليلات CFD نتائج مخيبة للآمال بالنسبة لأول نماذج X-CYCLONE®. في منطقة تدفق الهواء، حيث كنا على يقين تام من أن دوامات صغيرة ستتشكل وتقذف الجسيمات بسرعة دوران تزيد عن 10 أمتار في الثانية، لم يحدث أي شيء من ذلك! ما زلت أتذكر ذلك كما لو كان بالأمس. أظهر تحليل CFD بوضوح منطقة فارغة تشبه في شكلها قطرة ماء بحجم سنتيمتر واحد تقريبا.

السبب

نظرا لأن الشكل الهندسي X لملفنا كان شديد الانحناء، لم يتمكن الهواء من التدفق وفقا لهذا الشكل الهندسي، مما أدى إلى تكوين منطقة لا يمر بها الهواء، ناهيك عن تكوين أعاصير فيها وتسببها في الفصل! حتى خبراء التهوية لا يمكنهم دائما تقييم سلوك تدفق الهواء بشكل صحيح مسبقا.

التحسين

بالنسبة لمشروعنا التطويري آنذاك لتحسين فصل X-CYCLONE®، كان ذلك يعني البدء من الصفر وإعادة تصميم هندسة أجهزة الفصل لدينا. في الأساس، كان ذلك عملية لا تنتهي من التطوير والتحسين المستمر. في النهاية، نجحنا في تطوير منتجات بتقنية مشابهة لتلك المستخدمة في منتجات Dyson، واستخدامها في التهوية وتنقية الهواء وفقاً للمعايير الصناعية.

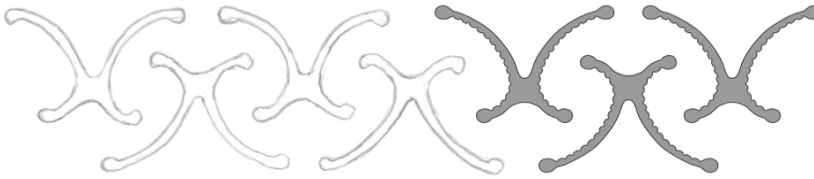
تطوير هندسة أجهزة الفصل



فواصل صفيحة صدمية مع مقاطع على شكل حرف U



نموذج أولي لفواصل X-CYCLONE® مع ملامح على شكل أجنحة طائرة



فاصل X-CYCLONE® مع مقاطع جانبية بهندسة X محسنة لتوجيه تدفق الهواء بشكل مثالي (انظر الشكل 15)

الشكل 14

انتصار فواصلنا

أصبحت فواصل X-CYCLONE[®] التي طورناها الآن راسخة في مختلف الصناعات. في منصات الحفر، وفي مصانع تحسين المنسوجات، وفي مصانع إنتاج مسحوق الحليب، في مصانع طلاء السيارات، في صناعة الأغذية، في المطابخ الكبيرة، في صناعة الآلات، وحتى في مصانع إنتاج رقائق السيليكون المستخدمة في الإلكترونيات الدقيقة، تضمن "الأعاصير الدوامة" في فواصلنا ذات الملامح X تنقية الهواء بكفاءة عالية.

مبدأ عرض فاصل X-CYCLONE[®]



الشكل 15

3. كيف يمكن إزالة الأبخرة والروائح

؟



تعد إزالة الأبخرة والروائح مهمة معقدة للغاية في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء. قد يعتقد المرء أن الهواء يجب أن يكون نظيفاً بعد التقاطه وفصله وتنقيته، وبالتالي لا يمكن استشعار أي رائحة. تمت إزالة جميع الجسيمات والهباء الجوي والملوثات، فما الذي قد يتسبب في الروائح الكريهة؟

سوء الفهم

لا توجد روائح كريهة في الهواء الخالي من الهباء الجوي والجسيمات والمواد الضارة.

للأسف، هذا أيضاً سوء فهم آخر في تقنية التهوية وتنقية الهواء، وهو ما سنناقشه في هذا الفصل. دعوني أشرح ذلك بمثال بسيط من الواقع.

مثال عملي: التزود بالوقود

كثير منا ذهب إلى محطة الوقود بسيارته وملاً خزان الوقود. ومن المؤكد أن معظمنا شم رائحة البنزين أو الديزل.

رائحة البنزين عند التزود بالوقود



الشكل 16

ولكن لماذا نشم رائحة البنزين عند التزود بالوقود، على الرغم من عدم وجود أي رذاذ أو رذاذات من الوقود في الهواء؟ يتضح ذلك تماما عندما نريد ملء خزان الوقود حتى الحافة مع الحرص على عدم انسكاب أي شيء. عند التحقق من مستوى الوقود في الفوهة، تكون الأنف قريبة من الفوهة وتشم رائحة الوقود بشكل مكثف - حتى دون تسرب أي شيء.

إذا قمت بقياس الجسيمات في المنطقة المحيطة مباشرة بالفتحة، فلن تتمكن من اكتشاف أي رذاذ أو جسيمات وقود في الهواء المحيط بفتحة خزان الوقود. ولكن لماذا توجد رائحة الوقود أثناء التزود بالوقود؟ الإجابة على هذا السؤال في ما يلي.

3.1. سوء الفهم بشأن الفرق بين الأبخرة والهباء الجوي

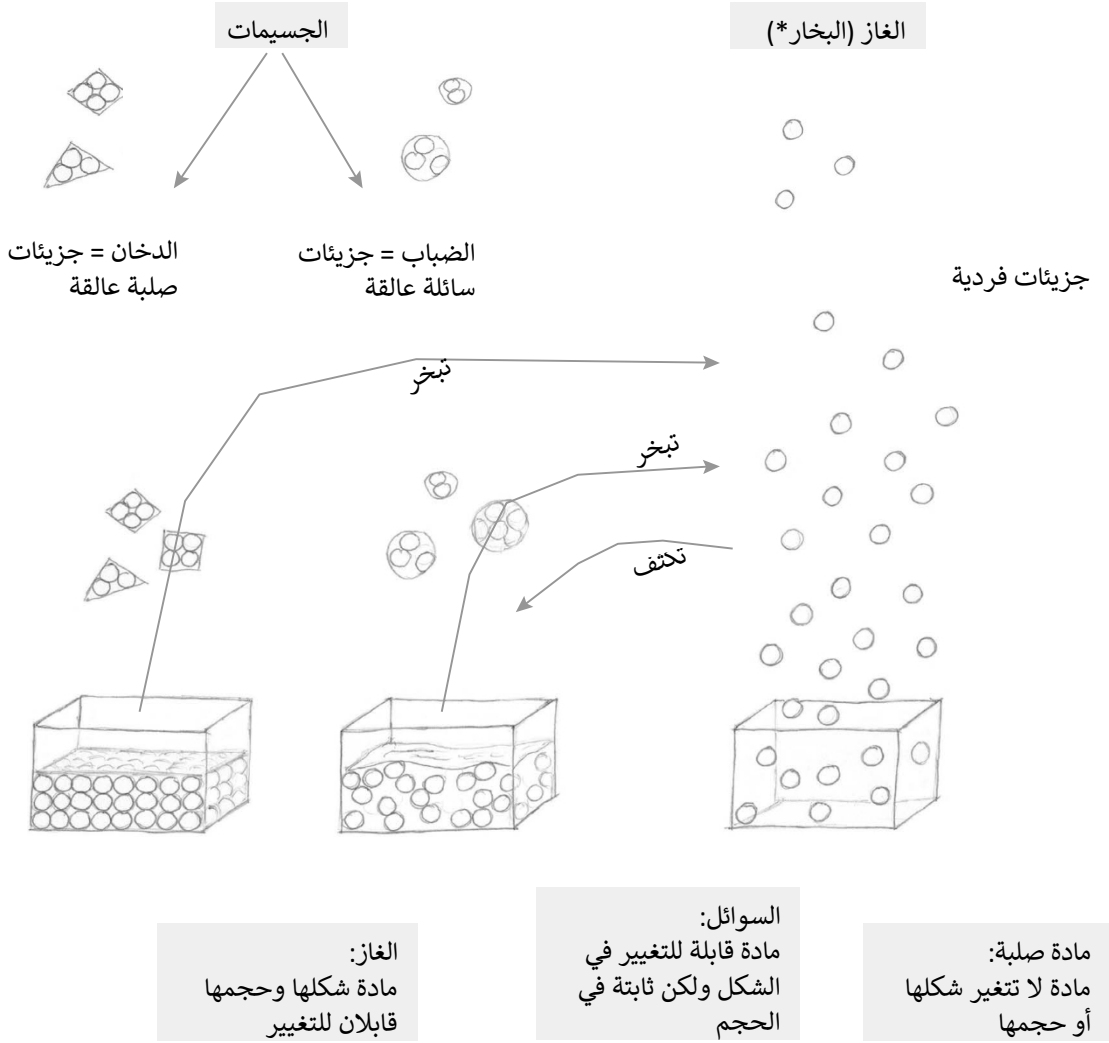
لماذا تنبعث رائحة الوقود عند التزود بالوقود على الرغم من عدم وجود أي شيء في الهواء؟ ما تشمه هو وقود متبخّر. الوقود الفائقة (Super Plus) على وجه الخصوص شديد التبخر. وهذا يعني أنه يتبخّر حتى عند درجات حرارة منخفضة نسبياً. هذا البخار، أو الغاز بالتحديد، يتسرب من فتحة خزان الوقود وينتج الرائحة.

سوء فهم

الهواء الخالي من الهباء الجوي نظيف.

يوضح هذا المثال البسيط بشكل مقنع أن الهواء الخالي من الهباء الجوي ليس بالضرورة نظيفاً، ويمكن أن يظل يشكل عبئاً على البيئة. تلوث الهواء بسبب السوائل المتبخرة هو مشكلة تسبب صداعاً كبيراً للجمعيات المهنية.

الفرق بين الهباء الجوي والغاز



ارتفاع درجة الحرارة

* بشكل عام، يقصد بالبخار قطرات موجودة في الهواء، مثل أبخرة الطهي. لكن من الناحية العلمية، البخار هو الحالة الغازية لمادة ما (تنتج عن التبخر أو التبخر أو الغليان أو التبخر).

مثال عملي من مجال الهندسة الميكانيكية

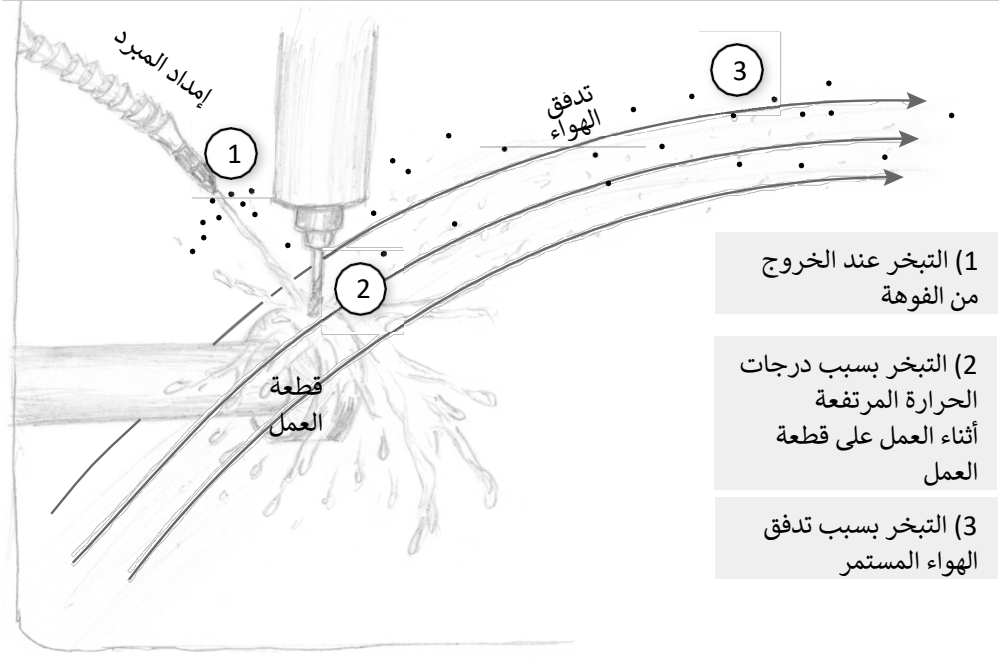
ما زلت أتذكر جيدا عندما زرت مع شريكنا في المبيعات من بافاريا الجمعية المهنية المسؤولة عن هندسة الآلات في بافاريا. هناك، عرضوا علينا دراسات تحتوي على نتائج قياسات أجريت لفحص تلوث الهواء بمواد التبريد والتشحيم في آلات تصنيع الأدوات. أظهرت النتائج نفس الظاهرة تماما كما في المثال أعلاه لمحطة الوقود. أظهر تحليل الهواء المحيط بآلة التصنيع أنه لم يكن هناك أي تلوث للهواء بسبب الهباء الجوي وأن جميع حدود الهواء المسموح بها تم الالتزام بها. على الأقل هذا ما كان يعتقده الجميع.

عندما قام المتخصصون في جمعية التأمين المهني بفحص نسبة تبخر مواد التبريد والتشحيم في مختلف الآلات المكنية، اكتشفوا وجود كميات كبيرة منها في الهواء- ، حيث بلغت تركيزات بخار مواد التبريد والتشحيم في بعض الأحيان 100 ملليغرام في متر مكعب من هواء الغرفة. وهذا يعني تجاوز الحدود المسموح بها بعشرة أضعاف! كيف حدث ذلك؟

تحدث أول آثار التبخر بسبب الضغط العالي جدا داخل الآلات، حيث يتم رش مواد التبريد والتشحيم بشكل دقيق للغاية عبر فوهات. علاوة على ذلك، يتبخر الكثير من السوائل بسبب درجات الحرارة المرتفعة على الأدوات التي تعالج المعدن. ما يتم تجاهله غالبا في هذا السياق هو التيار الهوائي المستمر الناتج عن أجهزة تنقية الهواء في الآلات.

أبخرة سائل التبريد في آلة تصنيع الأدوات

الأداة



الشكل 18

تذكر ما ذكرناه في الفصل 1: لالتقاط الهواء وشفطه، نحتاج إلى كمية كبيرة من الهواء المخرج وتدفق الهواء في اتجاه الالتقاط. يمكن مقارنة تدفق الهواء هذا بالرياح التي تهب على سطح بحيرة كبيرة. يؤدي تدفق الهواء هذا وحده إلى تبخر الماء، الذي يتم امتصاصه كرطوبة هواء ويتم نقله مع تدفق الهواء. نلاحظ تأثيرات مشابهة في آلة تصنيع أو عند التزود بالوقود. حيث يتم نقل كميات هائلة من السوائل في شكل بخار مع الهواء. يمكن أن تؤدي هذه الأبخرة إلى مشاكل صحية خطيرة وإزعاج بسبب الروائح الكريهة.

مثال: صناعة الأغذية

يمكن ملاحظة نفس الظاهرة في صناعة الأغذية والمطابخ الصناعية. تتبخر السوائل في جميع الأجهزة والمعدات التي تعمل بدرجات حرارة عالية. ومن العمليات النموذجية في هذا المجال الخبز والقلي والشوي. وتصل درجات الحرارة في هذه الأماكن إلى حوالي 140 إلى 190 درجة مئوية. وتتبخر الزيوت والدهون جزئياً ويتم التقاطها بواسطة أنظمة التهوية وشفطها.

مثال عملي: أجهزة القلي

في صناعة الأغذية، تمكنا بالفعل من مشاهدة آلات قلي رقائق البطاطس التي تشبه في حجمها حوض استحمام كبير. في هذا الحوض، يتم قلي مئات الآلاف من رقائق البطاطس يوميا، مما يؤدي إلى إطلاق كميات هائلة من البخار. يتكون هذا البخار في الغالب من زيت متبخر من دهون القلي وماء متبخر كان محتجزاً في رقائق البطاطس قبل القلي. هنا أيضاً لاحظنا الظاهرة المذكورة سابقاً: عند تحليل هواء العادم الناتج عن العملية من خلال قياس الجسيمات، لم نلاحظ أي تلوث للهواء، حيث بدا الهواء نظيفاً وخالياً من التلوث. ومع ذلك، كان من الواضح بصرياً أن الهواء الناتج عن عملية المعالجة هذه لا يمكن أن يكون نظيفاً، لأنه بدا مثل سحابة بخار قاطرة بخارية قديمة. كما كان هناك رائحة قوية، على غرار محطة الوقود. كانت هذه الرائحة أكثر لطافة من رائحة الوقود، ولكنها كانت تشير بوضوح إلى تلوث الهواء.

مثال: المطبخ المنزلي

يمكنك ملاحظة شيء مشابه في مطبخك في المنزل، على سبيل المثال عند قلي شريحة لحم على درجة حرارة عالية. قد تتطاير بعض قطرات الزيت التي يمكن تصنيفها على أنها رذاذ، ولكن ما يتصاعد فوق الموقد ويتم التقاطه وشفطه بواسطة شفاط المطبخ هو في الأساس هواء يحتوي على زيوت وماء متبخر. ولا يصل سوى القليل من القطرات والهباء والرشاشات إلى هناك.

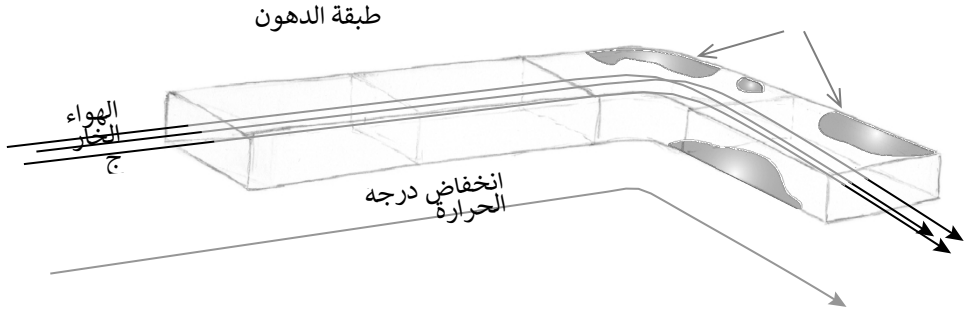
تكثف السوائل المتبخرة

في الصناعة والمطابخ التجارية، تسبب هذه السوائل المتبخرة مشاكل كبيرة في هواء العادم الناتج عن العمليات. فهذه الأبخرة لا تسبب فقط روائح كريهة، بل يمكنها أيضا أن تتكثف مرة أخرى عندما يبرد هواء العادم. ثم يتحول السائل المتبخر مرة أخرى من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة. يمكن ملاحظة ذلك بشكل خاص في المصانع الكبيرة والفنادق الكبيرة. لماذا؟ لأن قنوات الهواء العادم في المباني الكبيرة غالبا ما تكون طويلة.

مشاكل صحية وخطر الحريق بسبب قنوات الهواء الطويلة

سواء كان ذلك في عملية الطهي في مطبخ فندق كبير أو عملية تصنيع في مصنع صناعي، فإن الهواء الذي يتم التقاطه مباشرة من العملية وشفطه يجب أن يتم نقله بعد ذلك عبر مسار طويل جدا عبر قناة الهواء العادم حتى يغادر المبنى في النهاية ويتم طرده بمساعدة أجهزة تهوية كبيرة. خلال المسافة الطويلة عبر قناة التهوية، التي غالبا ما تكون مصنوعة من قطع معدنية مستطيلة الشكل، يحدث تبريد للهواء. وبالتالي يتكثف السائل المتبخر ويترسب في قنوات الهواء العادم وجهاز التهوية. لا تشكل هذه الرواسب مشكلة صحية فحسب، بل تسبب أيضا خطر الحريق.

قنوات الهواء الطويلة ومخاطرها



تستمر درجة حرارة الهواء في الانخفاض أثناء خروجه إلى الخارج. يتكثف البخار نتيجة لذلك ويشكل طبقات من الماء والدهون داخل مجرى الهواء العادم-، مما يشكل بيئة خصبة للميكروبات ومصدراً محتملاً للحريق.

الشكل 19

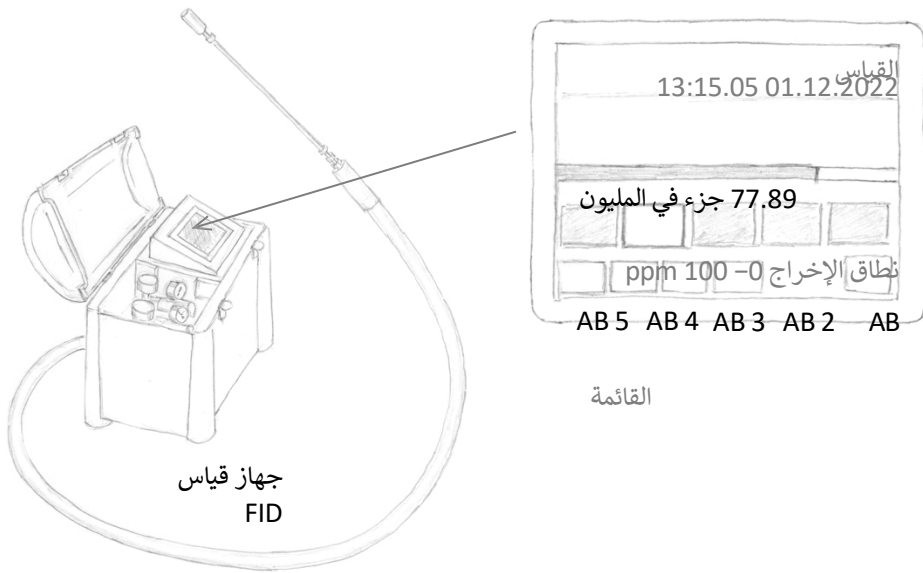
تتطلب المعايير الأوروبية مراعاة الأبخرة وتكثفها

الهواء الخالي من الهباء الجوي والجسيمات لا يعني بالضرورة أنه نظيف. ما ينظر إليه غالبا على أنه روائح كريهة هو في الغالب أبخرة. ولهذا السبب، تشترط المعايير الأوروبية مثل DIN EN 16282 أنه بالإضافة إلى تنقية الهواء في المطابخ التجارية بواسطة المرشحات والفواصل، يجب أيضا مراعاة السوائل المتبخرة وتكثفها! ولهذا الغرض، يجب قياس هذه التركيزات، التي تكون عالية جدا في بعض الأحيان، وتحليلها.

3.2. يمكن أن تساعد أجهزة قياس FID في تحليل تلوث الهواء!

يمكن الحصول على مؤشر لكمية السائل المتبخر في الهواء باستخدام أجهزة قياس FID. FID هي اختصار لـ *Flammenionisationsdetektor* (مستشعر تأين اللهب). تساعد أجهزة قياس FID في تحديد كمية المركبات العضوية المتطايرة المتبخرة. في اللغة العامية، غالبا ما يشار إلى ذلك باسم "إجمالي C" في الهواء العادم، وهو ما يعني الهيدروكربونات البخارية الموجودة في الهواء. إذا أردنا على سبيل المثال معرفة كمية الوقود المتبخر التي تصل إلى أنوفنا أثناء التزود بالوقود، فإن جهاز القياس هذا سيكون المعدات المثالية. كما أن أجهزة قياس FID مفيدة أيضا في تحليل المبردات ومواد التشحيم المتبخرة في الصناعة التحويلية أو في مصانع إنتاج الأغذية.

قياس كمية الجسيمات والبخار



الشكل 20

يتم عرض نتيجة قياس كمية البخار الحالية على الشاشة.

تحليل تلوث الهواء

عند تحليل الهواء المنبعث من العمليات المذكورة أعلاه، يتضح أن التلوث الفعلي ناتج في الغالب عن مجموع الهباء الجوي والأبخرة المنقولة بالهواء. وغالبا ما تظهر نتيجة هذه الدراسة الشاملة وجود 80 ملليغراما من البخار و20 ملليغراما فقط من الهباء الجوي في متر مكعب واحد من هواء الغرفة. وبتطبيق ذلك على هذا المثال، يعني أن لدينا ما مجموعه 100 ملليغرام من التلوث في متر مكعب واحد من هواء الغرفة. يمكننا في هذه المرحلة تجاهل ما إذا كان هذا التلوث ناتجا عن مادة تبريد أو تشحيم في مصنع آلات أو زيت قلي في مصنع أغذية أو مطبخ فندق، لأن المشكلة والمهمة هي نفسها في البداية: علينا التعامل مع كلا الأمرين.

سوء الفهم

لا داعي لقياس السوائل المتبخرة.

يجب أن نهتم بالسوائل المتبخرة وكذلك بالهباء الجوي المنقول بالهواء من هذه السوائل. من الأخطاء الشائعة في تقنية التهوية وتنقية الهواء عدم قياس هذه التلوثات الجوية وتحليلها. وإذا تم قياس أي شيء على الإطلاق، فسيكون ذلك في أفضل الأحوال تركيز جزيئات الهباء الجوي. نادرا ما يتم تحليل كلاهما، الأبخرة والهباء الجوي. وقد أكد ذلك أيضا ما دار في المحادثات مع الزملاء في جمعية المهن في بافاريا.

تتصاعد سحب بيضاء من المقالي في المطابخ الكبيرة أو من حاويات تجميع رقائق المعدن الساخنة في مصانع الإنتاج أو المنشآت المماثلة أثناء التشغيل. تبدو هذه السحب مشابهة جدا للبخار الذي يتصاعد عند تسخين الماء في قدر في المنزل. لكن الفرق هو أن البخار المتصاعد من الحاويات الصناعية يحتوي على زيوت ومواد تبريد أو تشحيم.

غالباً ما تكون هذه المواد مصدراً للروائح الكريهة الشديدة، ولا يتم الاهتمام بها أو دراستها بالقدر الكافي.

إجراء قياس الجسيمات وقياس FID

من الضروري فحص هذه الانبعاثات عن طريق قياس الجسيمات وقياس FID. لأن هذه القياسات تحدد الخطوة التالية. تنقية الهواء عن طريق إزالة هذه الأبخرة.

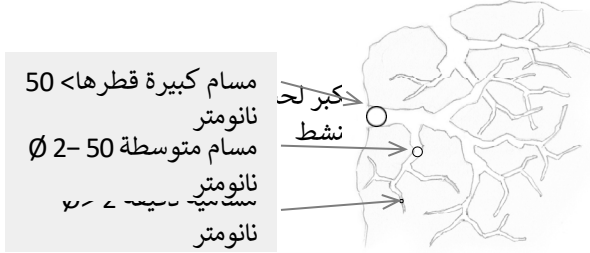
الحل 1: الفحم النشط

يمكن أن يكون استخدام مرشحات الكربون النشط أحد الحلول الممكنة. بشكل مبسط، يعمل الفحم النشط كنوع من المرشحات الجزيئية. فهو شديد المسامية ويحتوي على العديد من المسام الصغيرة جداً التي يمكنها امتصاص الأبخرة عن طريق الامتصاص. وبذلك يتم ربط الأبخرة بسطح الفحم النشط. لكن هذا لا يعمل إلا إذا لم يتعرض الفحم النشط لضغط شديد بسبب الهباء الجوي الناتج عن التكثيف.

عيوب استخدام الفحم النشط

غالباً ما يتم استخدام مرشحات الكربون النشط في جهاز التهوية في نهاية مسار طويل من قنوات الهواء العادم. بحلول وصول الهواء العادم إلى هناك، يكون قد برد بضع درجات وتبدأ الأبخرة في التكثف. يؤدي ذلك إلى انسداد المسام الصغيرة العديدة في الكربون النشط بسرعة كبيرة، مما يجعله غير فعال. إذا كانت الأبخرة المتكثفة عبارة عن زيوت، فإنها تتفاعل مع الفحم النشط لتشكيل مزيجاً شديداً خطورة!

استخدام الفحم النشط



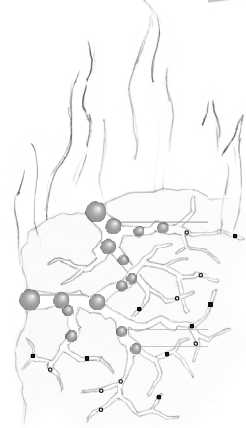
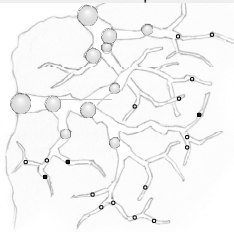
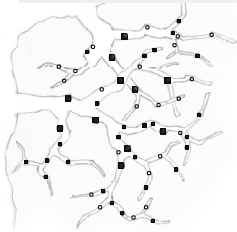
مقارنة الأحجام:

يبلغ قطر شعرة الإنسان حوالي 80 ميكرومتر، وقطر جسيم الغبار الدقيق 5 ميكرومتر.
 الذي يحتوي على مسام كبيرة بحجم 0.05 ميكرومتر (= 50 نانومتر = 0.00005 ملم)

جسيمات
 الغبار
 الدقيق: Ø
 5 =
 ميكرومتر

شعرة الإنسان: قطرها = 80 ميكرومتر

يحدث الامتصاص على السطح في المسام. السطح الداخلي لأربعة جرامات من الكربون النشط يعادل تقريبا مساحة ملعب كرة قدم.



الأبخرة
 المرتبطة

مسام مسدودة بسبب
 الأبخرة المتكثفة

خطر الحريق بسبب
 أبخرة الزيت المتكثفة

الحل 2: التكثيف القسري

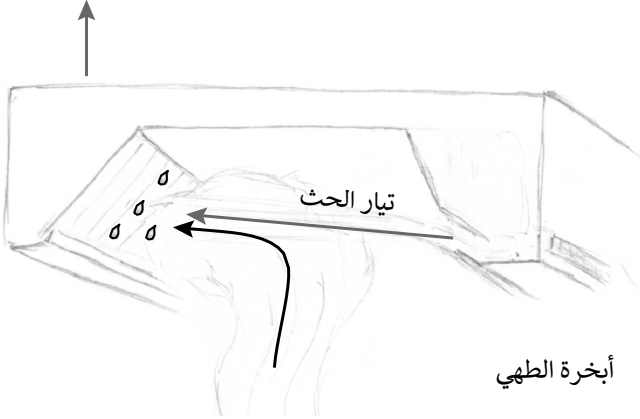
هناك طريقة أخرى للتحكم في السوائل المتبخرة وتقليل كميتها، وهي التكثيف القسري مباشرة عند التقاطها وشفطها.

كما هو موضح في الفصل 1، قمنا في شركة REVEN GmbH بتطوير أجهزة تجميع لا تقوم بالشفط فحسب، بل بالنفخ أيضا. يتم نقل الهواء المراد التقاطه مع الجسيمات الدقيقة والفيروسات والمواد الضارة بأسرع ما يمكن عن طريق النفخ الداعم إلى المنطقة التي تكون فيها قدرة شفط أجهزة تنقية الهواء وأغطية المطابخ وأجهزة التهوية أكبر، أي مباشرة إلى منطقة فتحات الشفط.

لهذا الغرض، قمنا بتطوير شفاطات مطبخ حديثة وأجهزة تنقية هواء صناعية مزودة بوحدة إضافية لتعزيز عملية النفخ. وبذلك، تضمن شفاطات المطبخ أن تتدفق أبخرة الطهي الصاعدة بسرعة ومباشرة من جهاز الطهي إلى منطقة الفلتر والشفط حيث يتم التقاطها أو شفطها. بالإضافة إلى ذلك، تمكنا من فرض تكثيف السوائل المتبخرة. يكون هواء التيار الحثي، أي تيار الهواء المنفوخ، دائما أبرد ببضع درجات من الهواء المراد التقاطه. يساعدنا هذا الاختلاف في درجة الحرارة على تحفيز تكثف السوائل المتبخرة مباشرة عند التقاطها وشفطها، سواء في أغطية التقاط الهواء المتطورة أو في أجهزة تنقية الهواء الخاصة بنا المخصصة لآلات التصنيع.

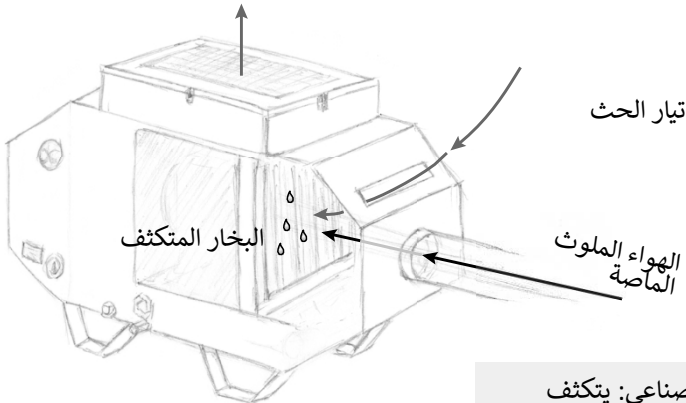
التكثيف القسري

الهواء الناتج عن التنقية



في شفاط المطبخ: يتكثف البخار بفعل تيار الحث الأبرد ويتم فصله في طريقه إلى قناة الهواء العادم.

الهواء التنظيف



في جهاز تنقية الهواء الصناعي: يتكثف البخار بفعل تيار الحث الأبرد قبل وصوله إلى فاصل X-CYCLONE® ويتم فصله.

مزايا التكثيف القسري

عندما يتم تنقية الهواء الناتج عن العملية من السوائل المتبخرة والجسيمات العالقة في الهواء، يصبح الهواء نظيفاً ونظيفاً بالفعل. كما يتم تقليل انبعاثات الروائح إلى الحد الأدنى ويمكن تحييدها تماماً باستخدام مرشحات الروائح المثبتة بعد الفلتر. يمكن أن تكون التقنيات المستخدمة لتحييد الروائح عبارة عن أنظمة للأشعة فوق البنفسجية أو الأوزون أو الكربون النشط أو الأكسدة الكيميائية. وتشارك جميعها في شيء واحد: فهي لا تعمل وتؤدي كامل أدائها إلا إذا تم تنظيف الهواء المخرج من الهباء الجوي والأبخرة بكفاءة مسبقاً. عندها فقط يكون من المنطقي استخدام تقنيات إضافية متصلة لاحقاً لإزالة الروائح تماماً. المزيد عن هذا الموضوع في الفصل التالي.

4. كيف يمكن للفيروسات والروائح

تحديدھا؟



تعد معادلة الروائح وإزالة الفيروسات والبكتيريا من الهواء مهمة تتطلب عدة خطوات. تبدأ العملية بالتقاط الروائح وشفطها بكفاءة، ثم يتم استخدام مرشحات أو فلاتر هواء فعالة للغاية، وفي هذا السياق، من الضروري أيضا تكثيف الأبخرة، كما تمت مناقشته في الفصل السابق. لا يمكن إزالة الروائح بشكل موثوق وكامل باستخدام أنظمة الأشعة فوق البنفسجية أو الأوزون إلا إذا تم اتباع جميع هذه الخطوات.

سوء الفهم

تحل الأشعة فوق البنفسجية جميع المشاكل المتعلقة بالفيروسات والبكتيريا والروائح.

هناك سوء فهم شائع في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء، وهو الاعتقاد بأن جميع هذه الخطوات، من التجميع والشفط إلى الفصل والتكثيف، لا تستحق عناء التفكير. فما عليك سوى وضع أي مصابيح تبعث ضوءاً فوق بنفسجياً في أجهزة تنقية الهواء وأنظمة تهوية الهواء العادم وستكون الأمور على ما يرام. هذا أو ما شابهه هو ما توحى به وعود العديد من الشركات المنافسة في السوق التي أسمعها مراراً وتكراراً.

هناك الكثير من سوء الفهم والمعلومات الخاطئة حول كيفية عمل وتأثير تقنيات تنقية الهواء التي تعمل بالأشعة فوق البنفسجية. يبدأ ذلك بأن العديد من الشركات المصنعة لا تطلع المستخدمين على المجال الفعلي لاستخدام الأشعة فوق البنفسجية. هناك جانب مهم يجب الانتباه إليه، وهو السؤال التالي: "ما الذي نريد تحقيقه من خلال استخدام أنظمة الأشعة فوق البنفسجية؟" هل نريد تطهير الهواء من الفيروسات والبكتيريا أم نريد إزالة الدهون والزيوت من الهواء العادم؟ أعتقد أنكم تتفقون معي في أن هناك مهام مختلفة هنا، وأن إزالة الفيروسات من الهواء الملوث لا يمكن أن تكون في الواقع مثل إزالة الزيوت والدهون.

لذلك، يجب أن نتحدث أولاً عن الغرض من استخدام الأشعة فوق البنفسجية في نظام التهوية لدينا. يعتمد اختيار نظام الأشعة فوق البنفسجية على المهمة المطلوب إنجازها. يمكن أن تكون المهام المختلفة لهذه الأنظمة كما يلي:

- تطهير الأشياء
- تحييد الروائح في الهواء
- قتل الفيروسات والبكتيريا في الهواء

هذه المهام الثلاث تتعلق بثلاثة مجالات مختلفة تماماً، تتطلب كل منها استخدام أنظمة UV-C مختلفة تماماً. لا يوجد نظام واحد قادر على أداء هذه المهام الثلاث. يضاف إلى ذلك المهمة التي تحيط بها الأساطير والمعروفة باسم حرق الدهون. سنوضح لاحقاً ما يعنيه ذلك.

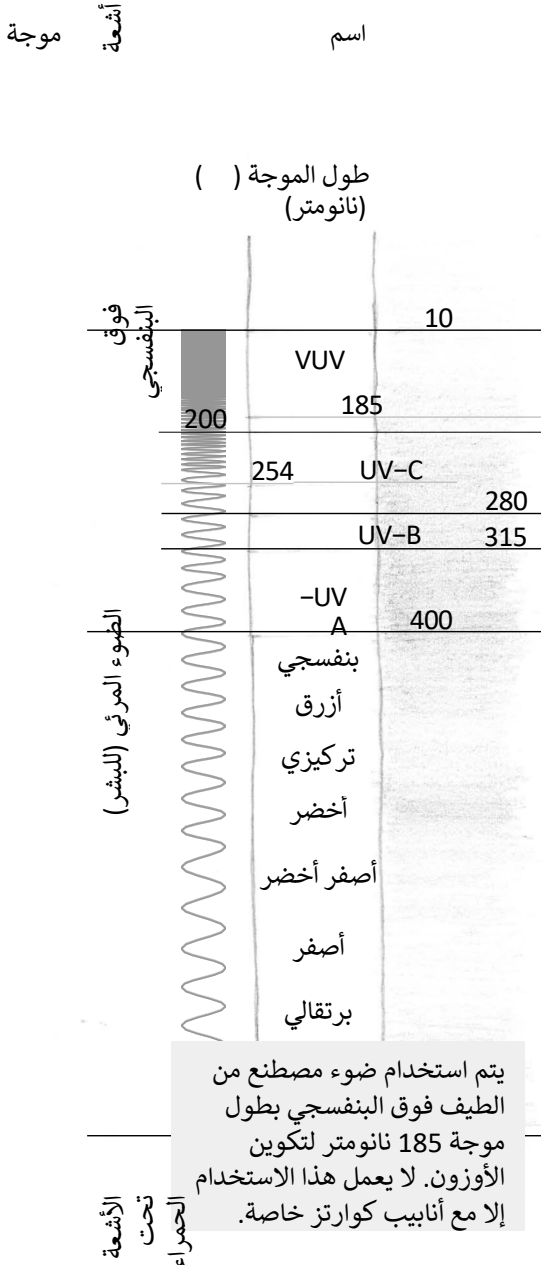
لذلك نحن بحاجة إلى نظام UV-C مصمم خصيصاً لأحد هذه المهام. ولكن حتى في هذه الحالة، لا يزال من غير المؤكد ما إذا كان من الممكن حل المهمة المعنية بشكل مرضٍ حقاً.

4.1. سوء الفهم بشأن الأشعة فوق البنفسجية

غالبًا ما يتم دمج أنظمة UV-C في أجهزة تنقية الهواء المنزلية. في ظل الجائحة العالمية التي اجتاحت العالم، اكتسحت هذه الأجهزة سوق تنقية الهواء اعتبارًا من عام 2020. ووعدت الشركات المصنعة المستخدمين بأن الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن هذه الأجهزة قادرة على قتل الفيروسات الخطيرة. ولكن كيف يمكن أن يحدث ذلك؟

تشبه أنظمة الأشعة فوق البنفسجية UV-C من الناحية البصرية أنابيب الفلورسنت التقليدية، كما هو معروف على سبيل المثال في أنظمة الإضاءة في المكاتب الكبيرة. وهي متوفرة بأحجام مختلفة. عند تشغيل أنبوب UV-C، لا يضيء باللون الأبيض مثل إضاءة المكاتب، بل يتلألأ باللون الأزرق، كما هو الحال في غرف التسمير. هذا الضوء الأزرق هو إشعاع UV-C قصير الموجة مصطنع بطول موجة يتراوح بين 250 و280 نانومتر.

الطيف الكهر ومغناطيسي



UV-B و UV-A

هذه الأشعة فوق البنفسجية هي الوحيدة التي تصل إلى الأرض. يعتمد الإنسان عليها لتكوين فيتامين D في الجسم. وهي تسبب اسمرار لون الجلد. لكن هذه الأشعة ضارة عند التعرض لها بجرعات عالية، سواء على المدى القصير (خطر الإصابة بحروق الشمس) أو على المدى الطويل (خطر الإصابة بسرطان الجلد).

الأشعة فوق البنفسجية

للتعقيم، يتم استخدام ضوء UV-C مصطنع بطول موجي يتراوح بين 250 و 280 نانومتر. وتعتبر موجات 254 نانومتر مثالية لتدمير الجينات الوراثية للكائنات الدقيقة. الأشعة فوق البنفسجية من النوع C ضارة أيضا للإنسان.

UV (فراغ)

عامل الطول الموجي

نطاق طول موجة الإشعاع مهم بالنسبة لأنظمة الأشعة فوق البنفسجية (UV-C)، لأنها الطريقة الوحيدة لقتل البكتيريا والفيروسات أو منعها من التكاثر عن طريق إتلاف مادة الوراثة. يتم استخدام هذه المعرفة منذ فترة طويلة في مجال التكنولوجيا الطبية، على سبيل المثال لتطهير أدوات الجراحة والأدوات الطبية. غالبا ما تكون أجهزة التعقيم هذه عبارة عن صناديق مستطيلة الشكل تشبه أجهزة الميكروويف المتوفرة في الأسواق. تحتوي هذه الصناديق على أنابيب UV-C يمكنها إشعاع المساحة الداخلية بطول موجي يتراوح بين 250 و 280 نانومتر. وبذلك يتم تعقيم الأشياء الموضوعة في جهاز التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية عن طريق إشعاع UV-C.

عامل الوقت

تشير أوراق البيانات الخاصة بأجهزة التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية إلى أن التعقيم الكامل، أي القضاء على الجراثيم، يمكن أن يتحقق بعد حوالي 30 ثانية من التعرض للأشعة.

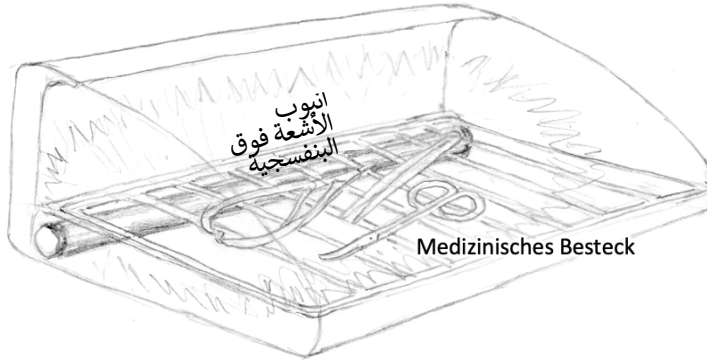
يمكن ضبط وقت التعقيم في معظم أجهزة التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية من 30 ثانية إلى 60 دقيقة، تماما مثل ضبط الوقت في الميكروويف المنزلي.

طول الموجة + الوقت = النتيجة المرجوة

وبذلك نكون قد حددنا مجال الاستخدام الأول الذي توجد له العديد من الحلول التقنية والمنتجات والخبرات: إذا أردنا القضاء تماما على الفيروسات والبكتيريا الموجودة على أدوات مثل المقصات والسكاكين والكماشات والإبر وما إلى ذلك، فإننا نحتاج إلى إشعاع فوق بنفسجي مصطنع في نطاق طول موجي يتراوح بين 250 و 280 نانومتر تقريبا. كما أنه من المهم جدا أن تتعرض هذه الأشياء لهذا الإشعاع لمدة 30 ثانية على الأقل حتى تصبح معقمة تماما. هكذا

على الأقل هذا هو توصية الشركات المصنعة لأجهزة التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية، التي تستخدم منذ سنوات عديدة في مجال التكنولوجيا الطبية.

التطهير في جهاز تعقيم بالأشعة فوق البنفسجية



يعمل هذا المعقم الحديث على مرحلتين:

- الأشعة فوق البنفسجية (254 نانومتر) لمدة 30 ثانية على الأقل لتدمير المادة الوراثية للكائنات الدقيقة.
- الأشعة فوق البنفسجية (185 نانومتر) لقتل الكائنات الدقيقة تماما بواسطة الأوزون.

الشكل 24

ما الذي يجب أن نستنتجه من ذلك فيما يتعلق بتقنية التهوية وتنقية الهواء؟

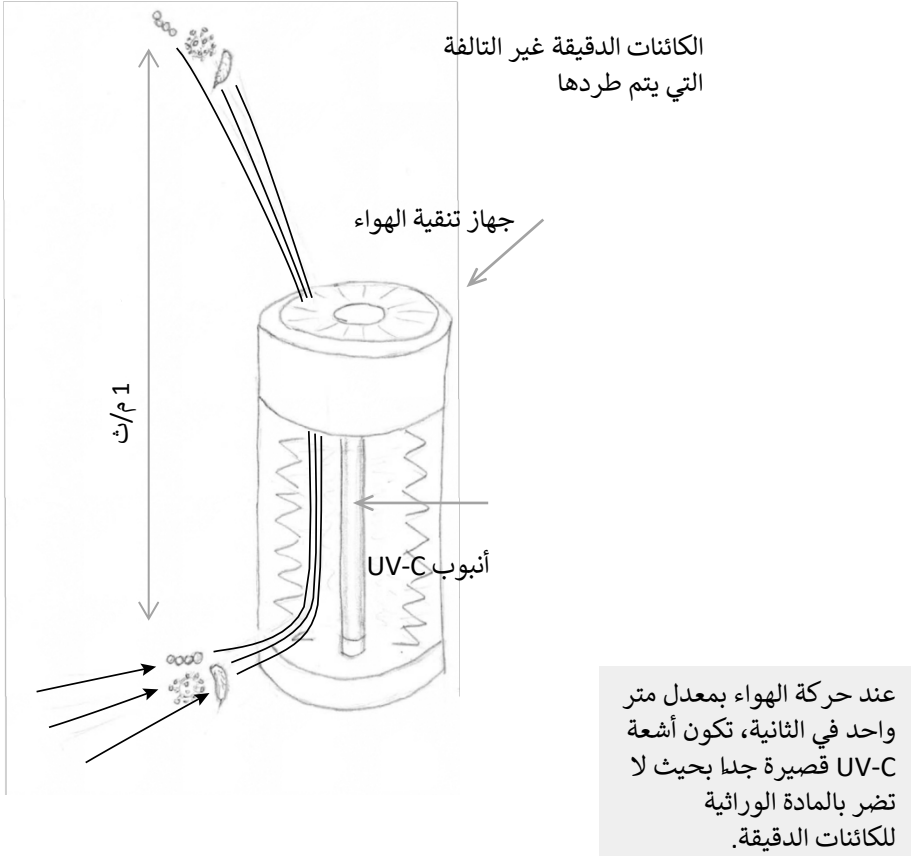
في الواقع، الإجابة على هذا السؤال بسيطة وواضحة: إذا أردنا قتل البكتيريا والفيروسات في تيار هوائي، فإننا نحتاج إلى نفس الأشعة فوق البنفسجية، والتي يجب أن تؤثر على الفيروسات والبكتيريا لفترة معينة.

سوء الفهم

تعمل تعقيم الهواء بنفس طريقة تعقيم الأشياء.

بقدر ما يبدو الأمر بسيطاً وواضحاً، إلا أن المشاكل في تقنية التهوية تبدأ هنا. نحن نتعامل في أجهزة التهوية وأجهزة تنقية الهواء مع هواء متدفق وليس مع أشياء لا تتحرك لمدة نصف دقيقة أثناء التعقيم. يتحرك الهواء في أجهزة التهوية وأجهزة تنقية الهواء بسرعة لا تقل عن متر واحد في الثانية. كل ما يوجد في هذا التيار الهوائي، بما في ذلك البكتيريا والفيروسات، يقطع مسافة لا تقل عن متر واحد في الثانية. في العديد من المنشآت، تصل هذه المسافات إلى مسافات أكبر تتراوح من مترين إلى خمسة أمتار في الثانية.

مسافة الهواء في ثانية واحدة



الشكل 25

يمثل هذا الأمر المشكلة الأولى والتحدي الكبير. كما تعلمنا من وصف أجهزة التعقيم في مجال التكنولوجيا الطبية، من المستحسن تعريض البكتيريا والفيروسات للأشعة فوق البنفسجية لمدة ثلاثين ثانية على الأقل. كيف يمكننا تحقيق ذلك في نظام التهوية؟

في نظام تهوية بسرعة هواء تبلغ مترا واحدا في الثانية، سيكون من الضروري استخدام قناة تهوية بطول ثلاثين مترا مزودة بأنابيب UV-C. لكنك لن تجد مثل هذا النظام. نادرا ما يزيد طول أجهزة التهوية وأجهزة تنقية الهواء المزودة بأنابيب UV-C عن متر واحد. يمكن حساب المدة التي تتعرض فيها البكتيريا والفيروسات المنقولة مع الهواء للأشعة فوق البنفسجية في هذه الأجهزة بسهولة: فالأشعة في مثل هذه الأنظمة لا تملك سوى ثانية واحدة للتأثير على الفيروسات والبكتيريا. وهذه مدة قصيرة جدا للتعقيم.

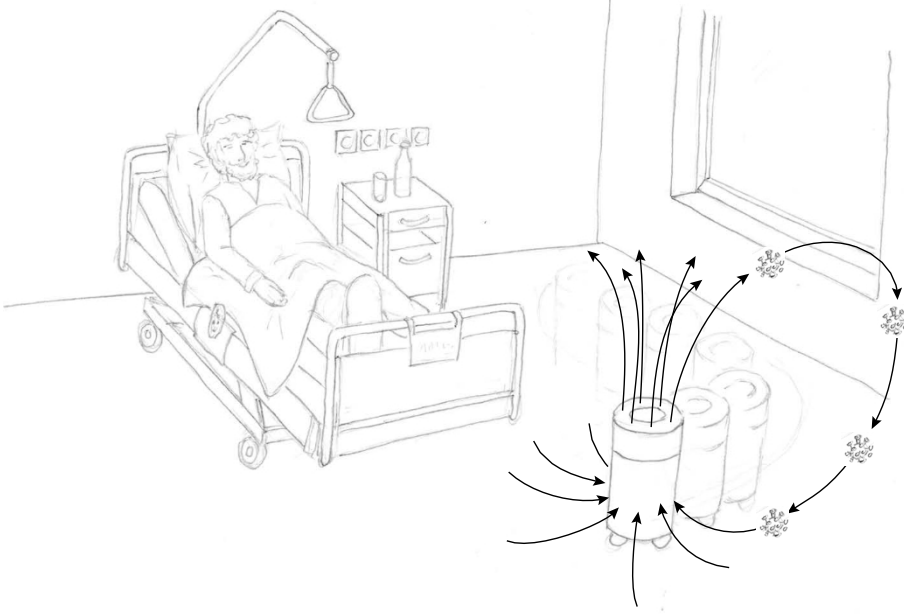
لذلك، لا يكفي مجرد تركيب أنابيب UV-C في جهاز تهوية أو جهاز تنقية الهواء، كما أن ذلك غير مفيد في معظم الأحيان. فماذا يجب فعله؟

إحدى الحلول الممكنة هي توجيه الهواء إلى منطقة أنابيب الأشعة فوق البنفسجية لمدة نصف دقيقة على الأقل بشكل متكرر، وذلك للحصول على مدة تأثير كافية.

مثال عملي: روبوتات التعقيم

هذا هو بالضبط ما تفعله روبوتات التطهير المطورة حديثا في المستشفيات. تم تطوير هذه الأجهزة خلال الجائحة ويمكن استخدامها في غرف المرضى. فهي تتحرك بشكل آلي إلى الغرفة وتقوم بتنظيف الهواء فيها. للقيام بذلك، تقوم بشفط الهواء ثم نفخه مرة أخرى. أثناء ذلك، يتعرض الهواء لأشعة فوق بنفسجية. يتم تكرار هذه العملية في الغرفة لفترة زمنية محددة. كما تتوقعون، يمكن بهذه الطريقة الوصول إلى مدة تأثير لا تقل عن ثلاثين ثانية.

روبوتات التطهير في غرف المرضى



فقط عندما يتم تمرير نفس الهواء في "دورة مستمرة" عبر روبوت التطهير (تصوير مبسط) يمكن أن يتم تعطيل الجراثيم الموجودة في المستشفى بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.

الشكل 26

ومع ذلك، لا يمكن أن تتم هذه العملية إلا إذا كان لدينا غرفة مغلقة يمكن للروبوت أن يقوم فيها باستمرار بشفط الهواء نفسه وإشعاعه ونفخه لفترة زمنية معينة. أما إذا كان لدينا غرفة مهواة يتم ضخ الهواء النقي فيها ونفخ الهواء المستهلك والملوث منها، فإن الوضع يكون مختلفا تماما.

الوقت غير كافٍ

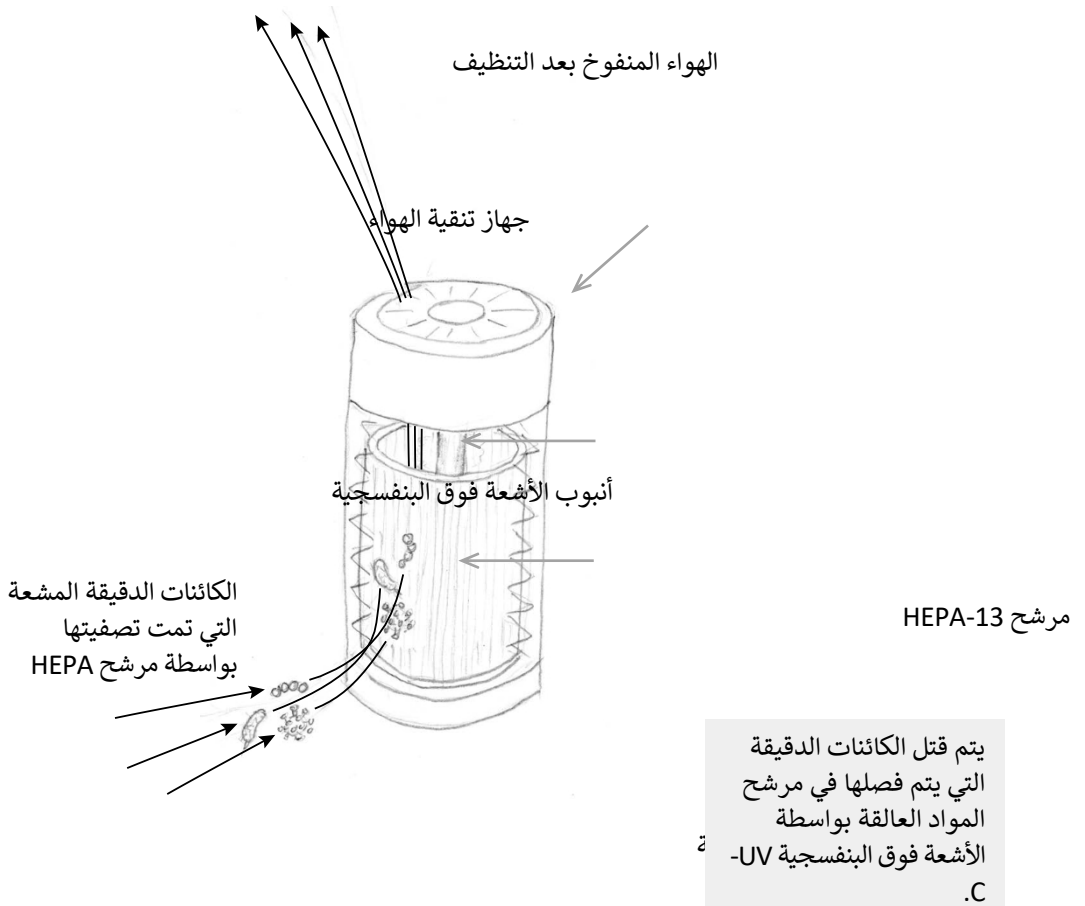
حتى في أجهزة تنقية الهواء الصغيرة والبسيطة، لا يستغرق شفط الهواء وتنقيته ونفخه أكثر من ثانية واحدة تقريبا. لذلك من الواضح أن أجهزة تنقية الهواء المدمجة

مطهرات الهواء المدمجة. الوقت ببساطة لا يكفي لذلك.

استخدام مرشحات المواد العالقة

يمكن تحسين أداء أجهزة تنقية الهواء المدمجة عن طريق تركيب مرشحات المواد العالقة. وهي مرشحات عالية الأداء يمكنها تصفية الجزيئات الصغيرة جدا وكذلك الفيروسات والبكتيريا من الهواء. بالاقتران مع الأشعة فوق البنفسجية التي تعمل على إشعاع هذه المرشحات عالية الأداء لفترة كافية، يمكن قتل الفيروسات والبكتيريا على المرشح.

أدوات مساعدة مرشحات المواد العالقة



الشكل 27

هناك العديد من الأمثلة المماثلة. في النهاية، يتعلق الأمر دائما بترك الأشعة فوق البنفسجية المناسبة تؤثر على الفيروسات والبكتيريا لفترة كافية لتدمير مادة وراثية بشكل كافٍ ومنع تكاثرها. لا يمكن تحقيق التعقيم الحقيقي إلا من خلال القضاء التام على الفيروسات والبكتيريا. يمكن تلخيص هذه الحقيقة بشكل أكثر علمية على النحو التالي:

تؤثر الإشعاعات بشكل قاتل على الفيروسات والبكتيريا، شريطة أن تكون مكثفة بما يكفي وتؤثر لفترة كافية.

عامل شدة الإشعاع

تعتمد شدة الإشعاع على الأنبوب، أو بشكل أكثر دقة، على قوتها لكل متر مربع من المساحة المعرضة للإشعاع. كلما زادت القوة بالواط، قلت مدة التعرض اللازمة. إذا استخدمنا مصابيح LED UV-C منخفضة القوة، والتي تنتج بضعة واطات فقط لكل مصباح LED، فسنحتاج إلى مدة تعرض طويلة. التفاعل بسيط نسبيا: كلما زادت قوة الإشعاع وطالت مدة التعرض للإشعاع، زاد التأثير المطهر والعكس صحيح.

لننتقل الآن إلى إزالة الزيوت والدهون من الهواء العادم وكيف يمكن للأشعة فوق البنفسجية أن تساعد في ذلك. عند النظر عن كثب في هذه المسألة، نجد أحد أكبر المفاهيم الخاطئة في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء. لكن هذا المفهوم الخاطئ هو في الواقع لغز أكثر منه مفهوم خاطئ، ويمكن وصفه بالسؤال التالي.

4.2. هل يمكن للأشعة فوق البنفسجية UV-C إزالة الهباء الجوي؟

إذا صدقنا ما يصرح به العديد من الشركات المصنعة في مجال تكنولوجيا التهوية، فإن الإجابة هي نعم. غالبا ما يزعم أن الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن أنابيب الأشعة فوق البنفسجية قادرة على إزالة الزيوت والدهون من تيار الهواء العادم. وينتشر هذا اللغز على نطاق واسع في مجال تهوية المطابخ التجارية. وفقا لبعض الشركات المصنعة، فإن أنظمة الأشعة فوق البنفسجية هي التي تحافظ على تهوية المطابخ خالية من الدهون والزيوت، وليس أجهزة فصل الهباء الجوي التي قدمتها في الفصل الثاني. كما أوضحنا سابقا، يمكن أن توجد هذه الزيوت والدهون في الهواء إما في شكل هباء أو في شكل مبخر.

سوء الفهم

الأشعة فوق البنفسجية UV-C تنظف الهواء من الدهون والزيوت.

يدعي العديد من الشركات المصنعة أن نظام الأشعة فوق البنفسجية المناسب في نظام تهوية المطبخ يمكنه فصل جميع أشكال الدهون والزيوت من تيار الهواء والحفاظ على نظام تهوية المطبخ خاليا تماما من الزيوت والدهون. يبدو رائعا، أليس كذلك؟ للأسف، لم يتم حتى الآن إثبات هذه الخصائص الثورية لتنقية الهواء على مستوى علمي معقول.

نحن نعلم الآن مدى تعقيد عملية القضاء على البكتيريا والفيروسات بشكل موثوق باستخدام الأشعة فوق البنفسجية. لكن تنقية الهواء من الهباء الجوي والقطرات الدهنية والزيوتية باستخدام الأشعة فوق البنفسجية هو أمر مختلف تماما!

يبدأ الأمر بحجم وخصائص هذه الملوثات الهوائية: الفيروس أصغر بكثير من الهباء الزيتي. بالإضافة إلى ذلك، لا تنبخر الفيروسات والبكتيريا بسهولة أو تتحلل بطريقة أخرى. الأشعة فوق البنفسجية تلحق أضراراً بالغة بجيناتها بحيث لا تستطيع التكاثر وتموت.

عند تنظيف الهواء الملوث بالزيوت والدهون، يزعم أن هذه المواد تتحلل تماماً وتختفي - على الأقل هذا ما تزعمه الوعود الكبيرة! كيف يمكن أن يحدث ذلك؟

سوء فهم

تتحلل الدهون تماماً عن طريق التحلل الضوئي.

يطلق المصنعون أكثر الادعاءات جرأة حول هذا الموضوع. فمثلاً، يزعم أن المصابيح الخاصة بالأشعة فوق البنفسجية قادرة على تحليل الدهون الموجودة في الهواء عن طريق التحلل الضوئي. وبذلك، يتم تقليل نسبة الدهون بنسبة 95٪ وتحويلها إلى منتجات نهائية مثل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون والماء ومواد متبقية تشبه الغبار.

عند السؤال عن كيفية قياس هذه الادعاءات والتحقق من صحتها، نسمع دائماً نفس الإجابة: "لقد لاحظنا ذلك!" أو "نحن نستخدم هذه الأنظمة منذ سنوات عديدة وقد لاحظنا ذلك مراراً وتكراراً، لا يمكن أن نكون مخطئين!"

في معظم الحالات، لا توجد أي تقنية قياس أو سجلات قياس أو أي دراسات تدعم هذه الادعاءات والملاحظات ولو بشكل جزئي. يتم تبرير الوعود والالتزامات بخبرة عقود طويلة وملاحظات خاصة لا يمكن أن تكون خاطئة على مدى فترة طويلة من الزمن.

مثال عملي: قيم انبعاثات الغازات

تتمتع شركة فولكس فاجن أيضا بخبرة عقود طويلة في تطوير محركات الديزل وكانت واثقة من عدم إمكانية خداعها فيما يتعلق بقيم انبعاثات غازات عوادم محركاتها.

من أين يأتي هذا الحماس المفرط؟ لماذا يستخدم العديد من المصنعين هذه التكنولوجيا في تهوية المطابخ الصناعية؟

لأنها تجارة مربحة للغاية. شراء الأنابيب لا يمثل أي مشكلة، ويمكن لأي كهربائي ذي خبرة متوسطة دمجها في نظام تهوية الهواء، وبذلك يمكن تحسين نظام تهوية المطابخ بتكلفة بسيطة تبلغ عدة آلاف من اليورو!

سوء الفهم

يتم تحسين نظام تهوية المطابخ في جميع الأحوال باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

ومع ذلك، فإن السؤال الذي يطرح نفسه هنا هو: هل تم بالفعل تحسين النظام؟ هل يتم إزالة الدهون والزيوت بنسبة 95٪ بشكل موثوق؟ هل يحقق المستخدم قيمة مضافة مستدامة من خلال هذا الاستثمار الإضافي؟

للإجابة على هذا السؤال بجدية، يجب النظر إلى الحقائق. عندها فقط يمكننا محاولة الإجابة على الأسئلة المطروحة سابقا. لهذا الغرض، نسرّد جميع الحقائق الموثوقة المتعلقة بهذه الأساطير:

1. يجب أن ينتج نظام الأشعة فوق البنفسجية الأوزون

لا تؤثر أنظمة الأشعة فوق البنفسجية (UV-C) على الدهون والزيوت في هواء المطابخ التجارية إلا إذا تم استخدام أنابيب الأشعة فوق البنفسجية (UV-C) المناسبة. يجب أن تكون هذه الأنابيب قادرة على إصدار أشعة فوق بنفسجية بطول موجة أقل من 200 نانومتر. وهذا لا يتوفر إلا في الأنابيب

من زجاج كوارتز صناعي. الحيلة هنا هي أن الأشعة فوق البنفسجية في نطاق طول موجي يبلغ 185 نانومتر لا يتم ترشيحها بواسطة هذا الزجاج وبالتالي يمكن إطلاقها. وهذا هو الشرط الأساسي لإنتاج الأوزون.

2. يهدف الأوزون إلى أكسدة الدهون والزيوت

عند استخدام الأنابيب المناسبة والإشعاع ذي الطول الموجي الصحيح، يتم إنتاج الأوزون في نظام التهوية. الأوزون مهم لتحقيق أي تأثير على الزيوت والدهون والعديد من المواد الأخرى. ومع ذلك، فهو مادة مؤكسدة قوية للغاية. ولهذا السبب، فهو ضار بالصحة ويشتهر في أنه مادة مسرطنة. ومع ذلك، يمكن محاولة استخدامه في هواء المطبخ لتأكسد الزيوت والدهون. لكنني أقول هنا عن قصد: يمكن محاولة ذلك!

تقرير بحثي من الولايات المتحدة الأمريكية

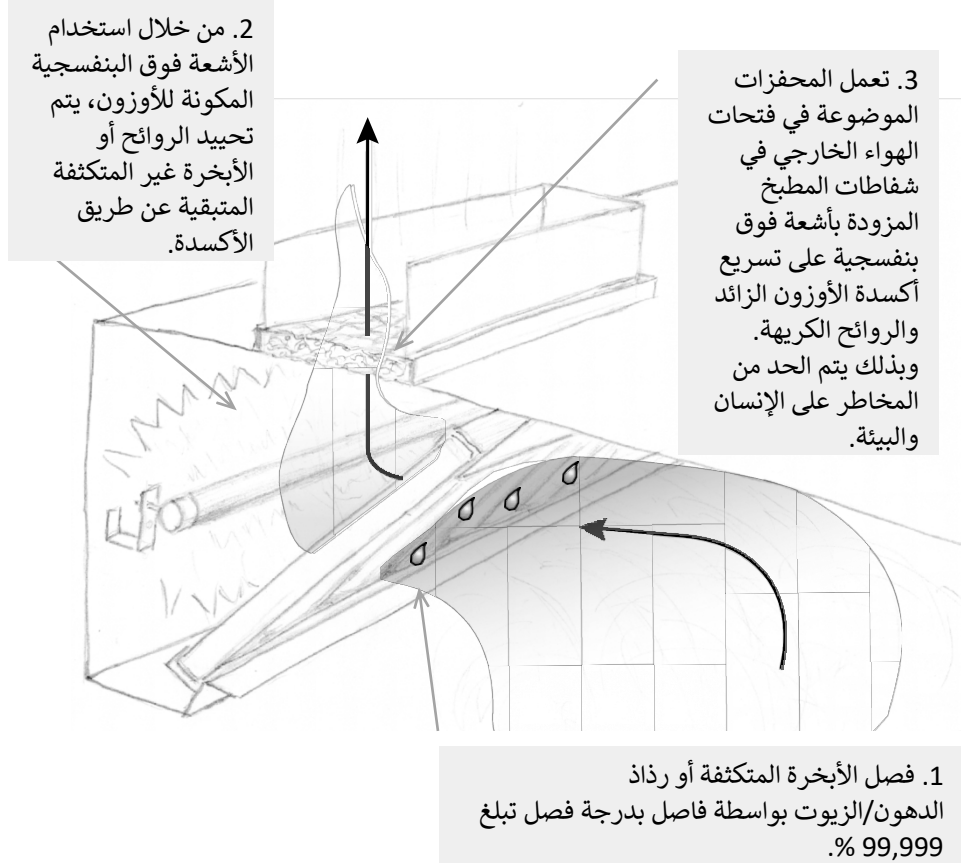
تثبت الدراسات الحديثة من الولايات المتحدة الأمريكية أن هذا التأثير المؤكسد على الزيوت والدهون موجود بالفعل، ولكنه ليس فعالاً للغاية. لا تتأكسد الزيوت والدهون إلا جزئياً ولا تؤكد هذه الدراسات الادعاء القائل بأن الزيوت والدهون يمكن إزالتها بالكامل. بل على العكس! نظراً لخطورة الأوزون، فإن السؤال الذي يطرح نفسه هو ما إذا كانت إنتاج الأوزون في مثل هذه الأنظمة يضر البيئة أكثر مما ينفعها! تم نشر تقرير البحث المعني في عام 2020 من قبل ASHRAE (الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء) بعنوان "مشروع البحث 1614 تحديد فعالية أنظمة UVC على مياه الصرف الصحي الناتجة عن الطهي التجاري".

3. إزالة الدهون بشكل فعال مسبقاً

نظراً لتأثير الأوزون الضئيل على الزيوت والدهون، يجب أن ينصب التركيز في أنظمة تهوية المطابخ على جمع الهواء المستخرج من المطبخ وترشيحه وتنقيته باستخدام المرشحات والفواصل، بحيث يتم التخلص من الزيوت والدهون من الهواء المستخرج إلى أقصى حد ممكن. إذا كان الهواء المستخرج من المطبخ ذو رائحة قوية، فهذا يرجع إلى تفاعل

الزيوت والدهون المتبخرة. لهذا الغرض فقط، يمكن استخدام نظام الأشعة فوق البنفسجية C الذي ينتج الأوزون على نطاق محدود. ولكن يجب عدم تجاهل المخاطر المحتملة لهذه الأنظمة.

الاستخدام الفعال للأشعة فوق البنفسجية في شفاطات المطابخ



الشكل 28

4. الأوزون مادة مسرطنة محتملة

تشكل أجهزة الأشعة فوق البنفسجية (UV-C) التي تنتج الأوزون من خلال إشعاعها خطراً كبيراً وهو ما نادراً ما يتم تنبيه المستخدمين في المطاعم التجارية إليه، ناهيك عن تزويدهم بمعلومات مفصلة حول كيفية تجنب المخاطر الصحية. كما ذكرنا سابقاً، يمكن أن يؤدي هذا الإشعاع إلى تلف الجينات الوراثية للفيروسات والبكتيريا. لكن تأثيره الضار على الجينات الوراثية لا يقتصر على الفيروسات والبكتيريا فحسب، بل يمتد ليشمل أيضاً الأشخاص المعرضين لهذا الإشعاع. الأوزون الناتج هو غاز ضار بالصحة ويشتهب في أنه مادة مسرطنة.

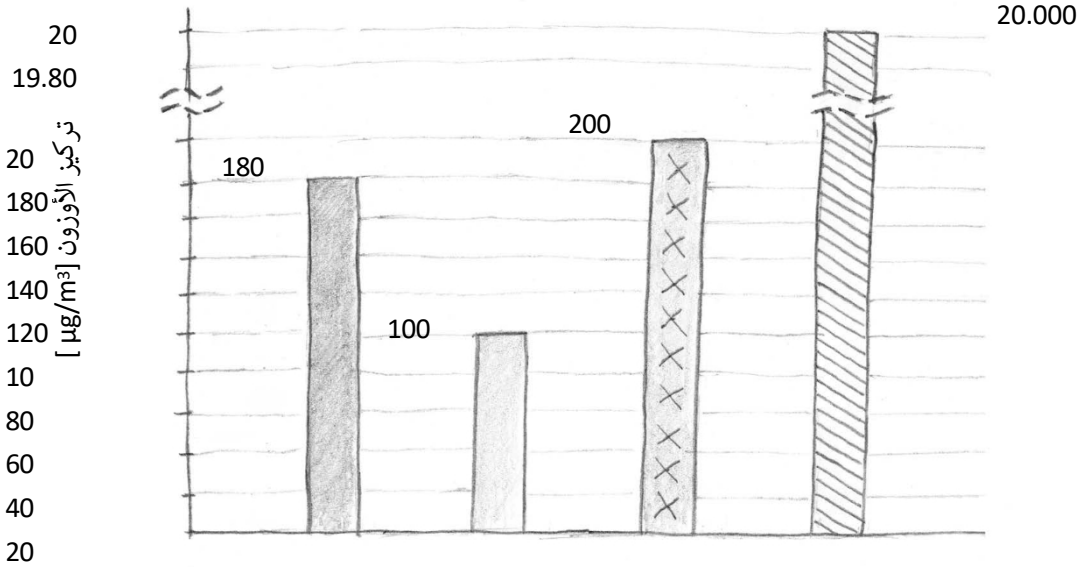
لهذا السبب، تم إلغاء جميع القيم الحدية للأوزون في الأماكن المغلقة في ألمانيا. في المدن، يتم حتى إطلاق إنذار الأوزون بانتظام عندما تكون مستويات الأوزون في الهواء الطلق مرتفعة. عند ارتفاع المستويات، ينصح السكان بعدم ممارسة الرياضة في الهواء الطلق والبقاء في منازلهم قدر الإمكان. ومع ذلك، فإن العديد من الحلول التقنية في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء تستخدم بالضبط نفس الإشعاعات التي تنتج هذه الغازات الخطرة.

مثال عملي: تهوية المطاعم

لقد شهدت بنفسني عدة مرات أن طهارة أوبروني عن وجود أنابيب فلورية خلف المرشحات في شفاطات مطابخهم، وأنهم غير متأكدين مما إذا كانت لا تزال تعمل. عندما أخبرتهم أنا وطاقم المطبخ أن هذه ليست أنابيب فلورية، بل أنظمة UV-C تولد إشعاعات خطيرة وتطلق غازات ضارة بالصحة، لم أرَ وجوههم المذعورة إلا مرة واحدة.

هذا هو ملخص الحقائق، وهو غير شامل ويمكن بالتأكيد توسيعه ببعض النقاط.

حدود الأوزون



الاتحاد
الأوروبي
(حاليا)
المناطق
الخارجية

منظمة الصحة
العالمية
(2021)
الخارج

ألمانيا (حتى
2005)
داخل
أماكن العمل

DIN EN 16282
الهواء الخارج
في مطبخ
تجاري

الاتحاد الأوروبي: الحد الأقصى للتعرض في ساعة واحدة في اليوم (متوسط ساعة واحدة)، ويتم إخطار السكان في حالة تجاوز هذه القيمة



منظمة الصحة العالمية: الحد الأقصى للتعرض خلال ثماني ساعات في اليوم (متوسط 8 ساعات)



DE (سارية حتى عام 2005): MAK اليومي (أقصى تركيز في مكان العمل). منذ ذلك الحين، لا توجد في ألمانيا حدود قصوى للأوزون في أماكن العمل الداخلية، حيث يشتبه في أن الأوزون مادة مسرطنة للإنسان.



في سويسرا، لا يزال الحد الأقصى المسموح به (MAK) البالغ 200 ميكروغرام ساريا.



وفقا لمعيار DIN EN 16282، يعتبر 20.000 ميكروغرام الحد الأقصى لقيمة الأوزون في الهواء الخارج من شفاط المطبخ. وهذا يمثل 100 ضعف القيمة المسموح بها في أماكن العمل في ألمانيا (سارية حتى عام 2005)! أو 200 ضعف متوسط القيمة التي حددتها منظمة الصحة العالمية لمدة 8 ساعات في الهواء الطلق!

تقنية القياس على سبيل المثال هي نقطة أخرى. لا يمكنك أن تتخيل عدد الشركات المصنعة التي تباع أنظمة توليد الأوزون، ولكنها لا تمتلك تقنية قياس مناسبة لتحديد تركيز غاز الأوزون الخطير.

سوء الفهم

تحللت الزيوت والدهون لأنها لم تكن قابلة للقياس (بواسطة تقنيات معينة).

هناك أيضا مصنعون يقدمون دليلاً موثقاً على إزالة جميع الزيوت والدهون باستخدام تقنية قياس الجسيمات المناسبة. في هذه الحالات، غالباً ما ينصح بإجراء قياس بسيط لدرجة الحرارة. لماذا؟ في بعض الأنظمة، يتم تركيب عشرات من أنابيب الأشعة فوق البنفسجية في قناة الهواء العادم أو شفاط المطبخ. تصبح هذه الأنابيب ساخنة جداً أثناء التشغيل، مما يؤدي إلى تسخين الغرفة بأكملها. وهذا يؤدي إلى تبخر العديد من الزيوت والدهون.

5. كيف يمكن رؤية تدفقات الهواء؟



في بداية الجائحة في عام 2020، لاحظنا اتجاهه "مثيراً" في ألمانيا. لم يقتصر الأمر على الطفرة المفاجئة في عروض أجهزة تنقية الهواء المدمجة، بل ظهرت فجأة مئات من خبراء التهوية والمهندسين الهوائيين في ألمانيا. وظهرت آلاف الرسوم البيانية لتدفق الهواء في المكاتب الكبيرة أو الفصول الدراسية وعرضت في كل مكان. ما الذي كان مشتركاً بين كل هذه الرسوم؟ كانت ملونة جميلة وتحتوي على العديد من الأسهم. كانت هذه الأسهم تشير في الغالب إلى جهاز تنقية هواء موضوع في زاوية الغرفة لتنقية الهواء من الفيروسات والمواد الضارة.

نحن نعلم منذ الفصل الأول أن شفت شيء ما أمر بالغ التعقيد - ولهذا السبب وحده، يجب أن يكون واضحاً الآن أن جهاز تنقية الهواء الموضوع في الزاوية غير قادر على شفت الهواء في غرفة الدراسة أو المكتب الكبير. مهما كان عدد الأسهم الملونة التي تشير إلى جهاز تنقية الهواء، فإن الهواء لن يتدفق إلى هناك (انظر الشكل 5)!

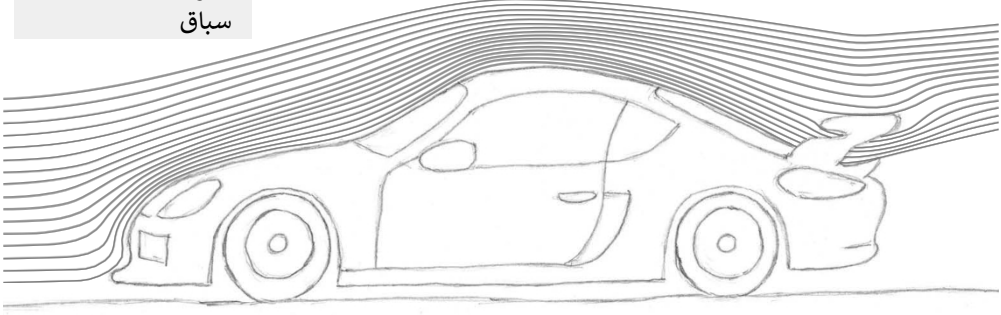
لذا، فإن معظم هذه الرسوم الملونة تظهر ببساطة تيارات هوائية خيالية لا علاقة لها بالواقع. ولكن كيف يمكن تحديد المسار الفعلي لهذه التيارات الهوائية وجعلها مرئية؟

الأبحاث الأساسية لتحليل تدفقات الهواء

يقوم معهد هيرمان ريتشل التابع لجامعة برلين التقنية بإجراء أبحاث أساسية مكثفة حول هذا الموضوع. ويقول ممثلو المعهد عن تحليل تدفق الهواء وفعالية تدابير التهوية ما يلي: "التقييم مدى كفاءة تجديد الهواء وإزالة الملوثات في الغرفة وبالتفصيل في كل نقطة من الغرفة، نستخدم ما يسمى بفعالية التهوية. ويمكن تحديد ذلك باستخدام محاكاة تدفق رقمية و/أو تقنيات قياس. نستخدم هذه الأساليب في جميع مشاريعنا لتقييم تدفق الهواء في الغرف وتطوير أشكال جديدة وفعالة من التهوية."

تصور تدفق الهواء

تصور الديناميكا
الهوائية لسيارة
سباق



تستخدم محاكاة التدفق منذ فترة طويلة في صناعة الطائرات وسيارات السباق. وفي الوقت الحالي، تستخدم حسابات وتصور تدفق الهواء أيضا لتحسين تقنية تهوية الغرف.

الشكل 30

ماذا يعني ذلك بالنسبة لنا؟ نحن بحاجة إلى محاكاة تدفق الهواء وتقنية قياس مناسبة. وهذا بالضبط ما ذكرناه في الفصول السابقة، على سبيل المثال في سياق ترشيح الهباء الجوي أو تقنية الأشعة فوق البنفسجية. كيف يتم تطبيق هذه العملية على تدفق الهواء؟

5.1. سوء الفهم بسبب الصور الملونة لتدفق الهواء

الصور الملونة التي تحتوي على العديد من الأسهم لا تمثل محاكاة رقمية للتدفق، ولا تستند إلى قيم قياس تم الحصول عليها من سلسلة قياسات معقدة. في معظم الحالات، تتعلق هذه الصور بتصورات خيالية لتدفق الهواء لا علاقة لها بالواقع. إنها مجرد تصورات خيالية ولا تمثل الواقع بأي شكل من الأشكال!

سوء الفهم

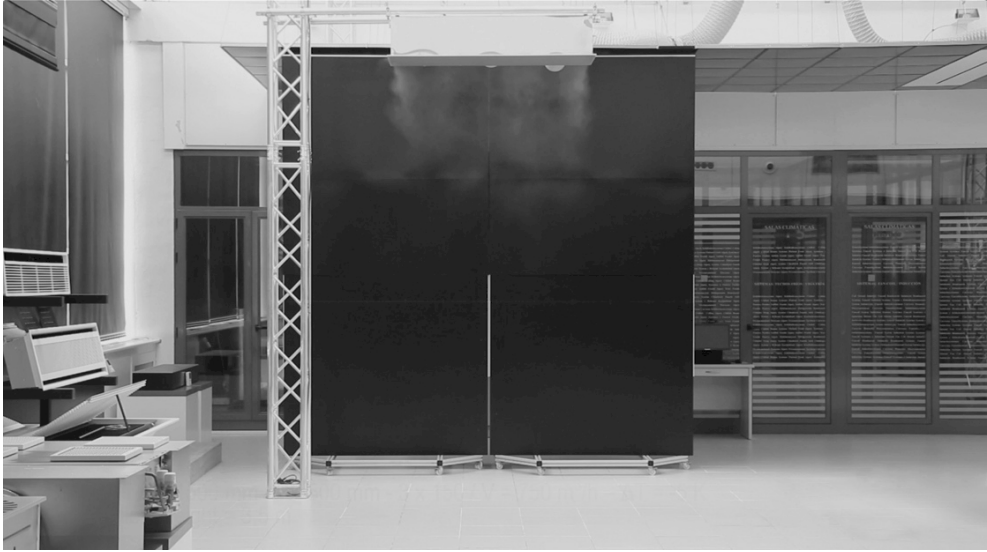
يمكن التنبؤ بمسار تدفق الهواء.

هناك اعتقاد خاطئ شائع في مجال تكنولوجيا التهوية وهو الافتراض المتسرع بأننا نعرف مسبقا كيف سيتصرف الهواء. وقد أوضحنا في الفصل 2 التفسيرات الخاطئة والاستنتاجات الخاطئة التي يمكن أن يؤدي إليها ذلك عند تطوير المنتجات. لأننا نحن أيضا في فريقنا ارتكبنا هذا الخطأ- في ذلك الوقت، عند تطوير تقنية X-CYCLONE® الخاصة بنا.

مركز الكفاءة CFD من SCHAKO

لدى مجموعة شركات SCHAKO فريق متخصص في محاكاة التدفق وتقنيات القياس. وقد أنشأنا مركزًا متخصصًا في CFD في SCHAKO IBERIA في إسبانيا. يركز هذا الفريق بشكل أساسي على المهمة التي حددها معهد Hermann-Rietschel التابع لجامعة برلين التقنية بشكل دقيق! في مركز الكفاءة CFD، نجعل تدفقات الهواء مرئية باستخدام محاكاة تدفق رقمية وأجهزة قياس مناسبة.

مختبر SCHAKO أثناء العمل



نظرة على هيكل الاختبار لتصوير تدفقات الهواء الداخل

الشكل 31

سوء الفهم

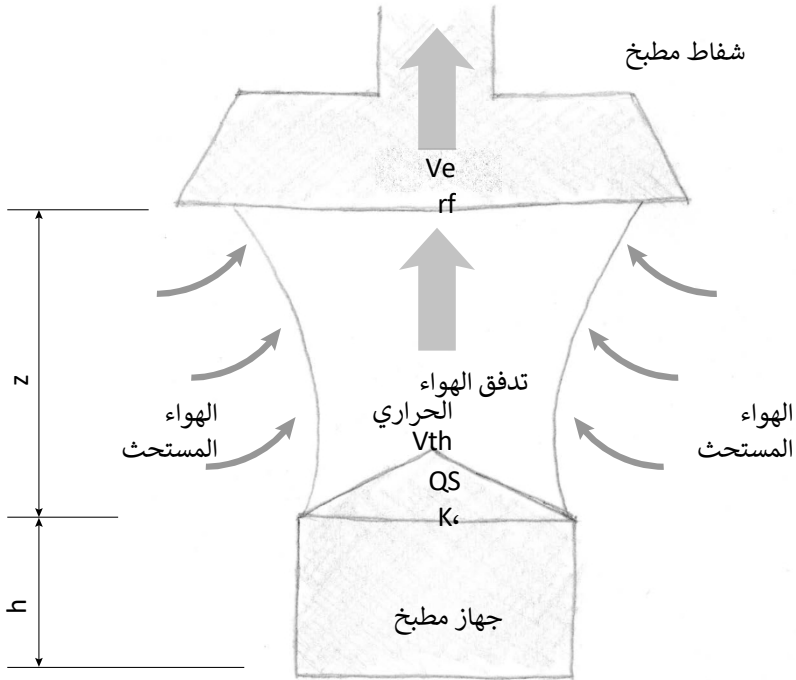
نماذج التصور تتوافق مع الواقع.

كما أن المعايير والمبادئ التوجيهية غالبا ما تستند إلى نفس التصور الخاطئ الموجود في "الصور الملونة". تتضمن المبادئ التوجيهية الخاصة بتهوية المطابخ التجارية مثل VDI 2052 والمعايير الدولية مثل DIN EN 16282 السارية في جميع أنحاء أوروبا أيضا رسوما توضيحية بأشرطة ملونة. تظهر الصور معدات الطهي في مطبخ وتدفق الهواء من معدات الطهي إلى شفاط المطبخ. وتشير الأسهم الأخرى الموجهة إلى الغرفة إلى تدفق الهواء النقي إلى المطبخ. غالبا ما يتم رسمها بأسهم مستقيمة عمودية أو أفقية، مما يوحي بتدفق محدد بدقة.

يوجد سهم يمتد عموديا لأعلى من جهاز الطهي وصولاً إلى شفاط المطبخ، ويهدف إلى تمثيل الهواء الذي يتم شفطه مباشرة من هناك – وهنا يتعين التساؤل عن مدى صلة ذلك بالواقع؟ في كل الأحوال، لا علاقة له بتدفق الهواء الفعلي. إنه مجرد نموذج يهدف إلى تمثيل التيارات الحرارية فوق جهاز الطهي. تؤدي هذه الحرارة إلى تكوين تيار هوائي يتجه لأعلى. يتم التقاط هذا التيار بواسطة شفاط المطبخ فوق جهاز الطهي ويتم شفطه. هذا هو النموذج الوارد في المعيار VDI 2052 الصادر عن جمعية المهندسين الألمان. لا شك أن هذا النموذج يمكن الاستدلال منه على الكثير. فعلى سبيل المثال، تستند إجراءات التصميم والحساب لتحديد كميات الهواء المطلوب إخرجه إلى هذا النموذج. وبمساعدة هذه النماذج، يتم حساب الحد الأدنى لكمية الهواء المطلوب إخرجه من شفاط المطبخ اعتماداً على أجهزة الطهي المستخدمة.

حتى الآن، كل شيء على ما يرام. ولكن ما يؤدي غالباً إلى سوء التفسير وسوء الفهم هو الافتراض بأن نموذج التدفق هذا يتوافق مع الواقع. للأسف، هذا ليس هو الحال في الغالب.

نموذج تدفق بسيط لتهوية المطبخ



تمثيل مستوحى من نموذج التدفق الوارد في المعيار VDI 2052:
لا تشير الصورة ومسار الأسهم إلى السلوك الفعلي أو المسار الحقيقي لتدفقات الهواء الفردية

الشكل 32

المسار الفعلي لتدفقات الهواء وأهميته

كما سبق أن علمنا، لا تستطيع شفاطات المطبخ التقليدية وشفاطات التجميع سوى شفط أبخرة الطهي المتصاعدة إلى أعلى بشكل محدود للغاية. وغالبا ما تتراكم هذه الأبخرة في شفاطات التجميع التقليدية دون أن يتم شفطها على الفور. وبالتالي، يمكن أن تتسرب الأبخرة التي تم تجميعها في البداية من شفاطة المطبخ مرة أخرى.

وبالتالي، فإن نموذج التدفق الوارد في المادة المذكورة لا يعكس سوى جزء محدود للغاية من السلوك الفعلي لتدفقات الهواء. وينطبق ذلك أيضا على النماذج الواردة في المبادئ التوجيهية والمعايير الأخرى. وكما هو الحال مع جميع النماذج العلمية، من المهم هنا أيضا تحديد إطار النموذج بدقة، أي تحديد نطاق صلاحيته بدقة. إذا تم اعتبار النموذج عاما وممثلا للظروف الفعلية، فسيؤدي ذلك إلى سوء فهم جوهري! وسيظهر هذا على الأقل عند إجراء محاكاة CFD متخصصة ومناسبة.

5.2. تجعل محاكاة CFD تدفقات الهواء مرئية!

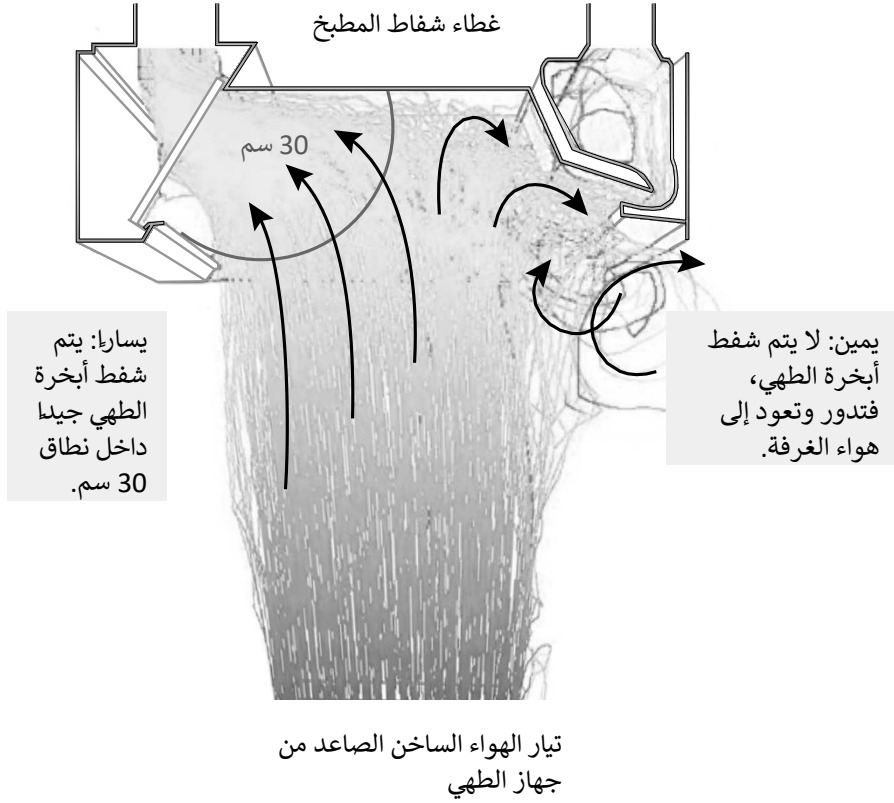
تظهر محاكاة CFD الجيدة جميع القيم الفيزيائية لتدفق الهواء على كامل المساحة. وبالتالي، يمكن أيضا إظهار وظيفة وكفاءة نظام التهوية وإثباتها. في الفصل 1، أوضحنا بالفعل أن أعطية التسجيل التقليدية لا يمكنها سحب الأبخرة المتصاعدة مباشرة إلا في منطقة محدودة للغاية حول نقطة السحب. على مسافة 50 سم فقط من المرشحات ونقطة الشفط، لم نتمكن من قياس أي شفط. يمكن ملاحظة ذلك بسهولة في محاكاة CFD، ويمكن تحديد أن الأبخرة تخرج مرة أخرى من غطاء المطبخ بناءً على تدفقات الهواء. وبالتالي، فإن الأبخرة وتدفقات الهواء التي يتم التقاطها في غطاء المطبخ تخرج مرة أخرى ولا يتم شفطها!

سوء الفهم

يتم شفط جميع الأبخرة الصاعدة في شفاط المطبخ.

تدحض هذه الملاحظة افتراض النموذج بأن كل الهواء الذي يتدفق من اتجاه الطهي إلى أعلى الغطاء يتم شفطه على الفور. وقد تعرفنا في الفصول السابقة على كيفية التعامل مع هذه المشكلة وعلى التطورات اللازمة في المنتجات بناءً على هذه النتائج.

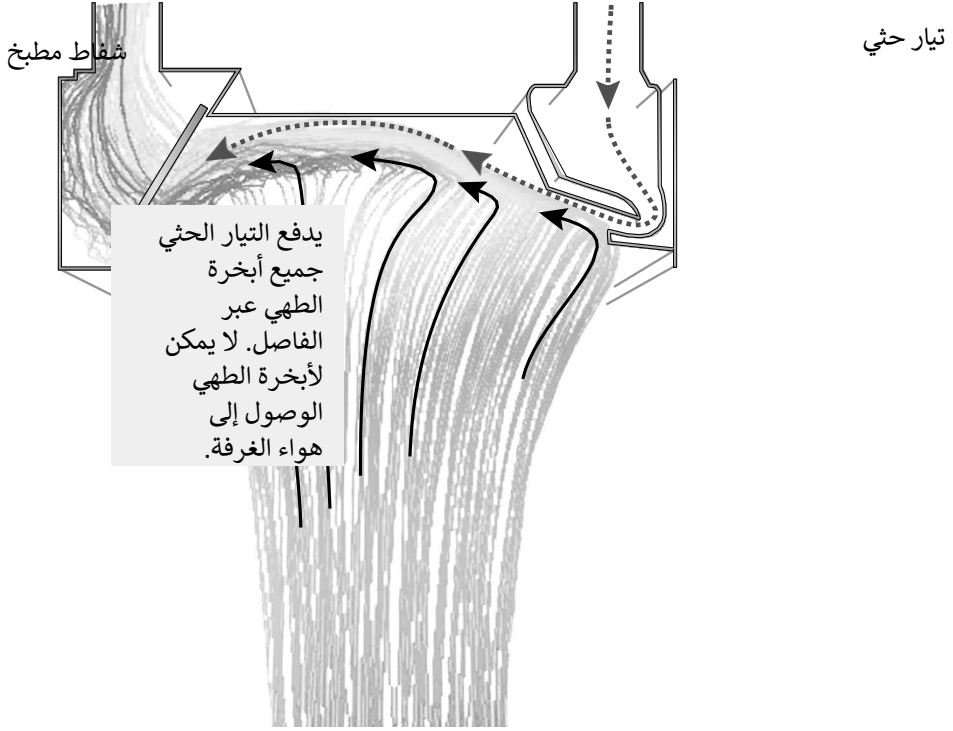
صورة تدفق CFD لغطاء شفاط مطبخ بدون تيار حثي



في هذا النموذج المحاكى لسيموداكا (CFD) لتدفق الهواء في أحد شفاطات المطبخ لدينا، يمكن ملاحظة كيف أن أبخرة الطهي تتدفق خارج نطاق الشفط وتعود إلى هواء الغرفة عند الطهي المكثف.

صورة تدفق CFD لشفاط مطبخ

مع تيار حثي



تيار الهواء الساخن الصاعد من
جهاز الطهي

تظهر محاكاة CFD كفاءة تيار الحث.

الشكل 34

نرى أيضا في هذا الفصل مدى انتشار سوء الفهم في مجال تكنولوجيا التهوية وتنقية الهواء. وقد أوضحت بالفعل أن شركة REVEN GmbH كانت أيضا عرضة لسوء الفهم هذا في الماضي. وفي ختام هذه السلسلة، إليكم مثال آخر:

في الصناعة، من الشائع استخدام ما يعرف بتقنية الهواء المتدفق لإدخال الهواء النقي إلى الغرف. وهي عبارة عن إدخال الهواء النقي بدرجة منخفضة. وهذا يعني أن الهواء النقي يتدفق عادةً من صفائح معدنية مثقوبة بفتحات صغيرة وبسرعة تدفق منخفضة إلى الغرفة. تعد أنظمة الهواء المنبعث مثالية في الأماكن التي تتطلب أعلى مستويات الراحة، حيث تضمن سرعة الهواء المنخفضة تزويد الغرفة بهواء نقي هادئ وخالي من التيارات الهوائية. في الحالة المثالية، يتشكل ما يسمى بتدفق طبقي. لا يختلط الهواء النقي بشكل مكثف مع الهواء الموجود في الغرفة، بل تتشكل طبقات في هواء الغرفة بفضل هذا الإدخال الذكي، من الهواء النقي غير المستهلك وكذلك من الهواء المستهلك أو الملوث. في الحالة المثالية، تؤثر هذه الطبقات المختلفة من الهواء على بعضها البعض وتزعج بعضها البعض بأقل قدر ممكن. كيف يمكن تطبيق ذلك في الممارسة العملية؟ يحل العديد من المصنعين هذه المشكلة باستخدام "صور ملونة جميلة" بها العديد من الأسهم، على غرار النموذج الوارد في إرشادات VDI.

نحن في REVEN أيضا وقعنا في فخ هذا النموذج الخاطئ منذ حوالي 20 عاما. قمنا بتصميم منتجات جديدة لتزويد الهواء، تم دمج صفائح معدنية فيها في عدة طبقات. كانت هذه صفائح مثقوبة، أي صفائح معدنية بها آلاف الثقوب الصغيرة. وتستخدم هذه الثقوب لتسوية تدفق الهواء. في رأينا، يجب أن يتم توزيع تدفق الهواء النقي بشكل جيد بحيث "يتدفق" ببطء وبشكل متساوٍ في الغرفة. يمكنك تخيل ذلك بشكل مشابه لرأس الدش. حيث يتم توزيع تيار مائي قوي ومركز من أنبوب المياه بشكل متساوٍ ويخرج من رأس الدش دون ضغط كبير.

مثال عملي: أنظمة الهواء المنبعث - افتراضنا

استنادا إلى هذا المبدأ، قمنا بتطوير أنظمة الهواء المنبعث REVEN® منذ حوالي 20 عاما، لأن فريقنا كان متأكدا تماما من أن مثل هذه الأنظمة ستسمح بتدفق الهواء النقي إلى الغرفة بشكل متساوٍ للغاية وتشكل طبقة تدفق محددة بوضوح للهواء المستهلك، وأن هذين التيارين من الهواء لن يؤثر أحدهما على الآخر بأي شكل من الأشكال. تماما كما هو الحال في العديد من

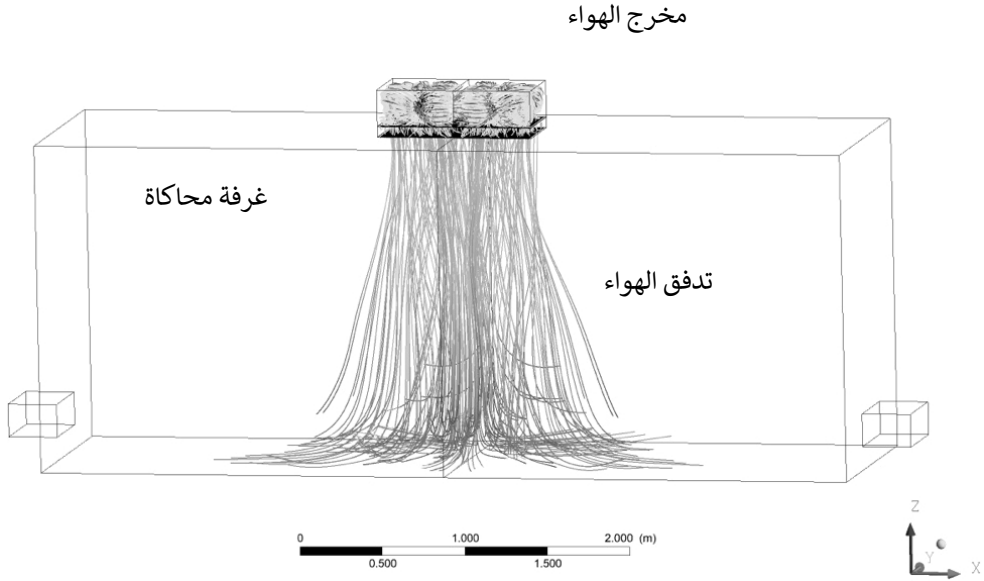
مخطط على النماذج: أسهم زرقاء جميلة تشير إلى كيفية تدفق الهواء الداخل بشكل مستقيم إلى الغرفة وتشكيل طبقة من الهواء النقي دون إعاقة الهواء الخارج المشار إليه بالأسهم الحمراء، بحيث يمكن أن يتدفق دون عائق إلى غطاء التجميع حيث يتم تجميعه وشفطه مباشرة.

مثال عملي: أنظمة الهواء المصدر - شكوك

ما زلت أتذكر عندما قدمت منتجات الهواء المصدر إلى خبير من فريق SCHAKO CFD الإسباني في عام 2017. باستخدام العديد من الصور الملونة الرائعة مع الأسهم، شرحت له كل ما يمكن أن تفعله منتجات الهواء الداخل لدينا. عندما نظر إلى تصميمنا عن كثب وحلل مخططات التصميم ذات الصلة، راودته شكوك سرعان ما أضعفت تفاؤلي. "سفين، يجب أن نقوم بمحاكاة ذلك وقياسه، لدي شكوك في أن كل شيء كما أوضحت لي للتو." وماذا يمكنني أن أقول؟ كان على حق!

مثال عملي: أنظمة الهواء المنبعث - الواقع

عندما أطلعني الفني على تحليلات CFD الأولى، كاد أن يصيبني السكتة. فبعد مرور الهواء عبر آخر لوح مثقوب، انتشر الهواء النقي المتدفق وشكل طبقة عكسية تماما عن الطبقة المحددة بوضوح التي تتدفق مباشرة من السقف نحو الأرض. لم أستطع تصديق ما رأيته في تحليل CFD. ثم قام الفني بفحص مخرج الهواء الداخل القديم في مختبر التدفق باستخدام أجهزة قياس وجعل تدفق الهواء مرئيا باستخدام آلات الضباب. أظهر هذا الفحص نفس نتيجة تحليل CFD. عندها أدركت أننا في REVEN كنا مخطئين تماما!



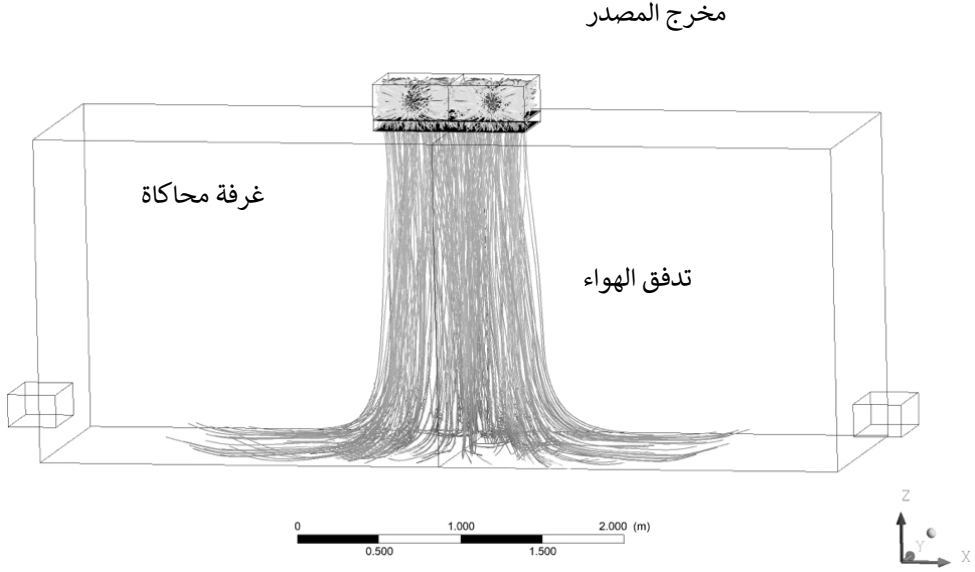
تظهر محاكاة CFD توزيع الهواء الداخل من السقف.

الشكل 35

مثال عملي: أنظمة الهواء المنبعث – التحسين بفضل CFD

وفقا لشعار "الخطر المكتشف هو خطر تم إبطاله"، بدأنا في عام 2017 في فعل ما كان يجب أن نفعله منذ البداية. لقد قمنا بتحسين كفاءة منتجاتنا الخاصة بالهواء الداخل باستخدام محاكاة CFD وتقنيات القياس، وحققنا كفاءة قريبة جدا من الصورة الملونة التي تظهر السهم الأزرق المتجه من السقف نحو الأرض.

تحسين مخرج الهواء



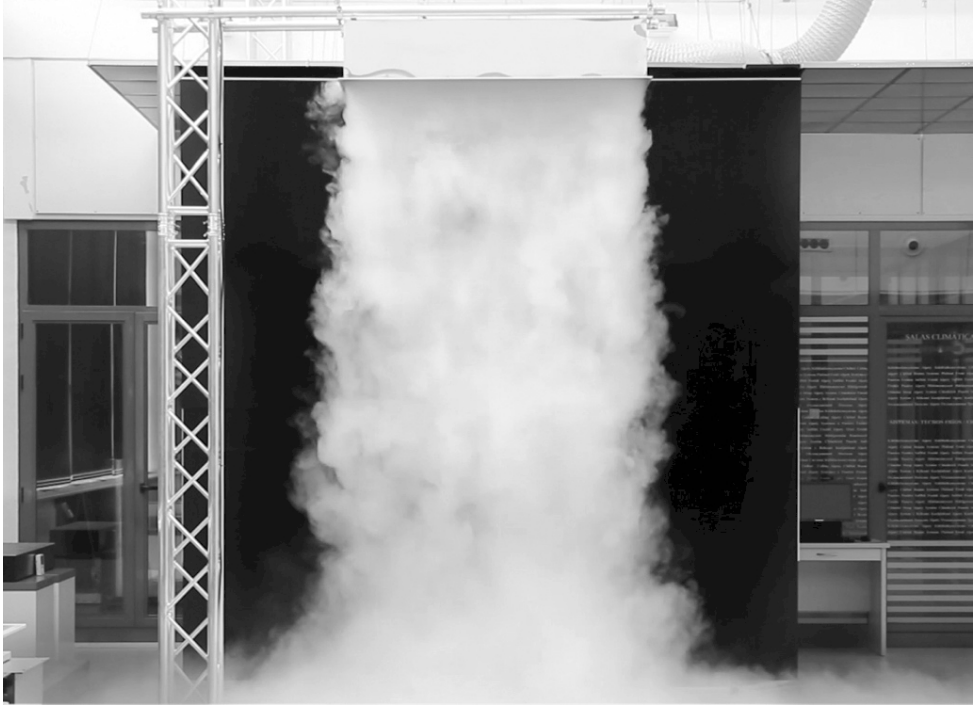
تظهر محاكاة CFD كيف يتدفق الهواء الداخل بشكل مستقيم من السقف إلى الأرض.

الشكل 36

ولكن لتحقيق مسار التدفق هذا، كان من الضروري العمل لمدة 12 شهرا تقريبا وإجراء العديد من تحليلات CFD ومحاكاة التدفق. وكانت النتيجة في النهاية نظام تهوية فعال للغاية، دون أي سوء فهم.

شكرا جزيلا لفريق SCHAKO CFD!

تصوير تدفق الهواء المرئي لنظام تهوية فعال



في مختبر SCHAKO، يتم إظهار الهواء الداخل بواسطة آلة ضباب. يمكن رؤية الهواء الداخل يتدفق برفق إلى الأسفل. لقد أثمرت عملية تحسين مخرج المصدر باستخدام تحليل CFD.

الشكل 37

6. كيف يمكن قياس تلوث الهواء

؟



منذ سنوات عديدة، هناك إجماع على أن الهواء الملوث غير صحي. خلال الجائحة، تعلمنا مدى خطورة الهواء الملوث بالفيروسات على صحتنا. لذلك، أود أن أذكر هنا العوامل التي يمكن أن تلوث الهواء. تشمل عوامل تلوث الهواء ما يلي:

1. الفيروسات والبكتيريا

2. الغبار الدقيق وجراثيم الفطريات وحبوب اللقاح

3. الغازات والأبخرة

الجسيمات والهباء الجوي

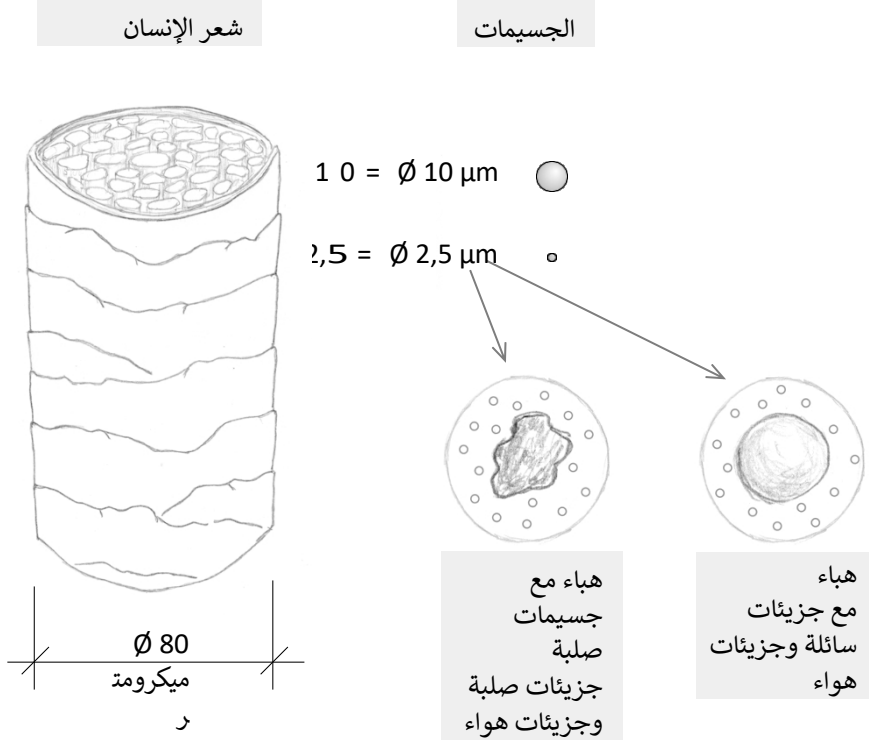
وفقا لمعلومات منظمة الصحة العالمية (WHO)، فإن تلوث الهواء له أكبر الأثر السلبي على صحة الإنسان في جميع أنحاء العالم. ولهذا السبب، تم تعريف ما يسمى بمعيار PM في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1987. PM هي اختصار لـ Particulate Matter (الجسيمات الدقيقة) وهي نسبة الجسيمات الصلبة أو السائلة في الهواء. غالبا ما تكون هذه الجسيمات الصلبة أو السائلة مكونات من الهباء الجوي. وبالتالي، فإن الهباء الجوي هو خليط من الهواء والجسيمات. وغالبا ما يحدث سوء فهم في هذا الصدد، حيث يتم الخلط بين المصطلحين.

سوء الفهم

الهباء الجوي هو مصطلح آخر للجسيمات.

الجسيمات العالقة في الهواء وحدها لا تشكل هباء جويًا، بل تتشكل فقط عند اختلاطها بالهواء المحيط. وبالتالي، فإن مصطلح PM10 يشير إلى وجود جسيمات دقيقة في الهواء يبلغ قطرها 10 ميكرومتر (0.01 ملم) أو أقل. وبالمقارنة، يبلغ قطر شعرة الإنسان حوالي 50 إلى 80 ميكرومتر (0.05 إلى 0.08 ملم). وتجدر الإشارة إلى أن جسيمات PM10 العالقة في الهواء يمكن أن تتكون من جزيئات غبار صلبة أو قطرات زيتية صغيرة. وبعبارة بسيطة، يتكون الهباء الجوي دائمًا من غاز، غالبًا ما يكون هواء، وجسيمات صلبة أو سائلة عالقة في الهواء.

حجم وتركيب الهباء الجوي



الشكل 38

يشير المصطلح PM10 أو PM2,5 إلى حجم الجسيمات. الرقم يشير إلى القطر بالميكرومتر. هنا أيضا يجب الانتباه لتجنب أي سوء فهم!

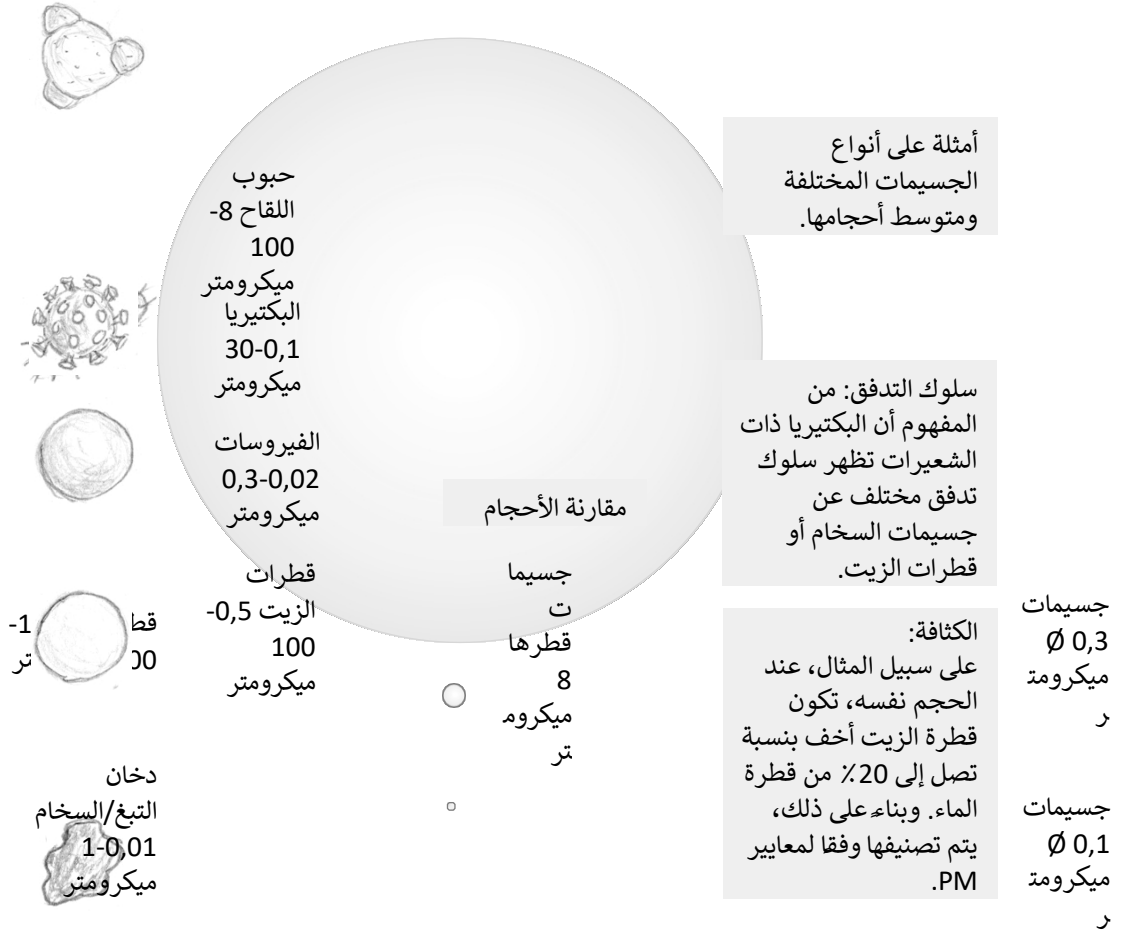
يمكن استنتاج الشكل والحجم الفعلي للجسيمات من خلال بيانات PM.

تفترض الإشارة إلى القطر أن الجسيمات لها شكل كروي. ولكن كيف يمكن ذلك؟ هل جزيئات الغبار والرمل والفيروسات وجميع الملوثات الأخرى في الهواء لها دائما شكل كروي؟ بالطبع لا! غالبا ما تكون هذه الجسيمات ذات أشكال مختلفة تماما!

تصنيف قيم الجسيمات الدقيقة إلى جسيمات فردية

ولكن كيف يمكن تحديد جميع هذه الجسيمات التي يبلغ قطرها PM10 أو PM2.5 أو PM1؟ يمكن ذلك باستخدام حيلة بسيطة: ما عليك سوى مقارنة الجسيمات الفعلية، التي لها شكل هندسي عشوائي، بجسيمات لها شكل كروي وتظهر في الهواء نفس سلوك الجسيمات الفعلية. ويؤخذ في الاعتبار، على سبيل المثال، سلوك التدفق، وكذلك سلوك الانتشار وكثافة الجسيمات. يتم النظر إلى الجسيمات الكروية الشكل التي تظهر نفس سلوك الجسيمات الفعلية فيما يتعلق بهذه النقاط. وبالتالي، يمكن تعريف الجسيمات الكروية الشكل التي لها نفس سلوك التدفق والانتشار على أنها PM10 أو PM2,5 أو PM1. ويطلق على القطر المحدد بهذه الطريقة في العلوم اسم القطر الهوائي.

أنواع الجسيمات وأشكالها وأحجامها



الشكل 39

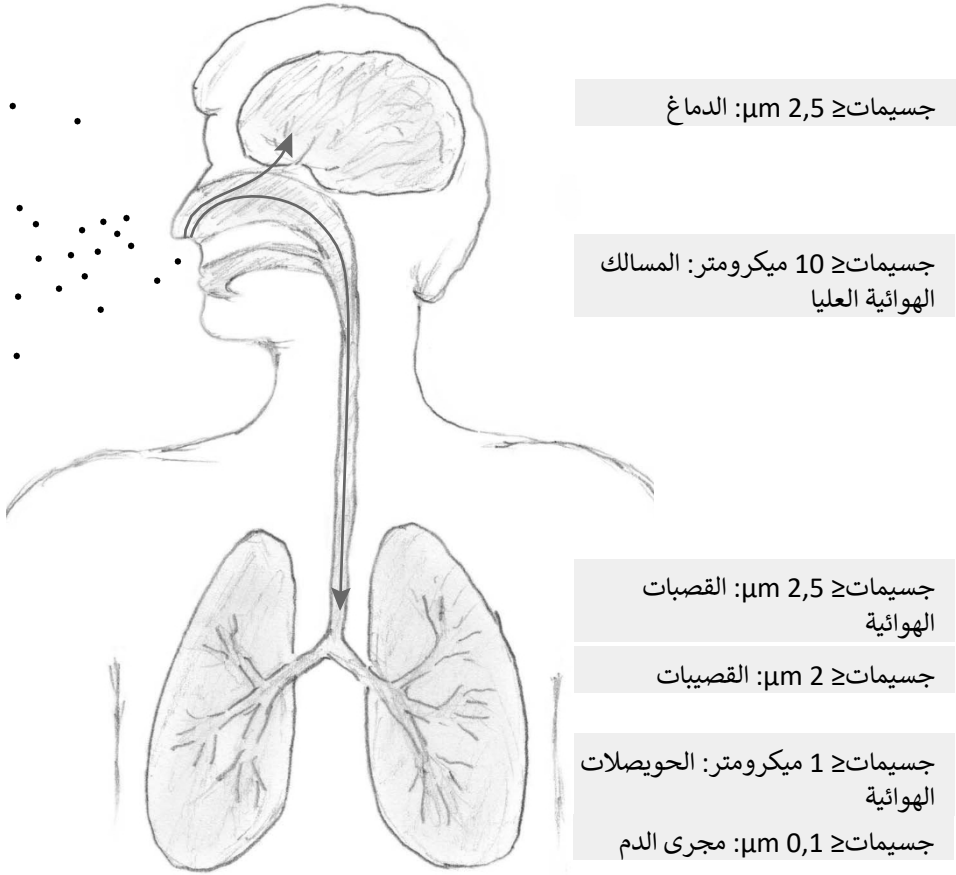
يمكن استنشاق جسيمات PM10

عندما تم تحديد معايير تلوث الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1987، بدأ أولاد بفحص تلوث الهواء في نطاق PM10، أي الجسيمات التي يبلغ قطرها 10 ميكرومتر أو أقل. لماذا هذا النطاق الحجمي؟ لأن الجسيمات بهذا الحجم لا يتم ترشيحها وفصلها عند استنشاقها عن طريق الفم والأنف. فهي تصل إلى الرئتين.

تصل جسيمات PM2.5 إلى الحويصلات الهوائية

في الوقت الحالي، تم تقييد هذا النطاق إلى PM2.5. وهنا أيضا لعبت حماية الصحة دورا حاسما: الجسيمات التي يقل حجمها عن 2.5 ميكرومتر يمكنها أن تخترق حويصلات الرئة. إذا كان تلوث الهواء يمكنه أن يصل إلى أعماق أجزاء جسمنا، فيمكننا أن نتخيل الآثار السلبية التي يمكن أن تحدثها على صحتنا.

امتصاص الجسيمات عن طريق الاستنشاق



أصبح من الثابت الآن أن جسيمات PM10 في الجهاز التنفسي العلوي وجسيمات PM2,5 في الجهاز التنفسي السفلي يمكن أن تسبب أضرارا. وفقا لأحدث الدراسات، يمكن للجسيمات التي يقل حجمها عن 2,5 ميكرومتر يمكن أن تصل مباشرة إلى الدماغ عبر العصب الشمي أو مجرى الدم وتؤثر على الأداء الوظيفي.

الشكل 40

لقد لخص أحد ضيوف برنامجي الصوتي الجديد "Luftpost" هذا الأمر مؤخراً بقوله:

"ما نتنفسه في الأماكن المغلقة في مصانع الإنتاج غالباً ما يكون مواد لا تنتمي إلى أجسامنا ولا يجب أن تدخلها!"

ولكن هنا أيضاً توجد سوء فهم كبير في تقنية التهوية وتنقية الهواء!

6.1. سوء الفهم بشأن جودة الهواء الداخلي

بعد أكثر من عقدين من العمل في هذا المجال، لا يزال من الغامض بالنسبة لي سبب وجود سوء فهم كبير بشأن جودة الهواء الداخلي. لسبب غير مفهوم، يفترض الناس دائماً أن الهواء المحيط بهم في الأماكن المغلقة ذو جودة مقبولة وخالي من التلوث بشكل ملحوظ.

سوء الفهم

جودة الهواء في الأماكن المغلقة آمنة في الغالب.

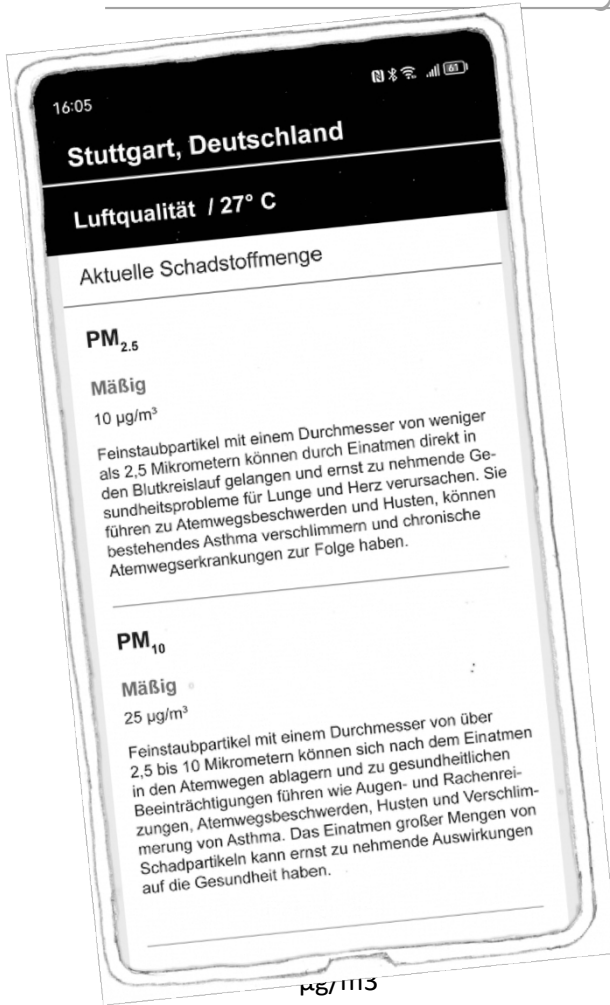
منذ أكثر من عقد من الزمان، نحن ملتزمون بتوعية الناس حول هذا الموضوع، لكننا لا نجد أذناً صاغية. غالباً ما نرى وجوهاً متعجبة، تدل على عدم تصديق ما نقول! لماذا هذا؟ ما الذي نريد توعية الناس به؟ في الأساس، الأمر بسيط للغاية، وهو التعامل مع تلوث الهواء في المدن الألمانية الكبرى مقارنة بالتعامل مع تلوث الهواء في الأماكن المغلقة.

قياس الجسيمات الدقيقة في المدن الكبرى

في مدننا الكبرى، نتحدث عن تلوث الهواء ونفكر في حظر قيادة السيارات عندما يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من جسيمات الغبار الدقيق PM10 50 لمدة طويلة. ولتحديد هذه القيم، يتم قياس عدد جسيمات الغبار الدقيق PM10 الموجودة في متر مكعب من الهواء في نقطة قياس في المدينة.

مرة أخرى بشرح بسيط: لدينا حجم هواء يبلغ متر مكعب واحد من هواء المدينة، وباستخدام تقنية قياس مناسبة، يمكن قياس عدد جزيئات الغبار الدقيق التي يبلغ قطرها 10 ميكرومتر أو أقل الموجودة في هذا المتر المكعب من هواء المدينة. يمكن حساب حجم الجسيمات من قطرها، ويمكن تحديد وزنها باستخدام الكثافة، ومن خلال العدد المقاس يمكن حساب الوزن الإجمالي للملوثات في متر مكعب واحد من هواء المدينة. ويقاس هذا الوزن الإجمالي بالميكروغرام.

أهمية جودة الهواء في الأماكن المفتوحة



يمكن ملاحظة الأهمية
المتزايدة لجودة الهواء
من خلال القائمة
التفصيلية للمواد
الملوثة في تطبيقات
الطقس الحالية.
يتم عرض القيم
الحالية للمدينة
المدخلة مع شرح
لتأثيرات الملوثات.

PM2,5: 10

µg/m3

القيم الحدية الحالية لتلوث الهواء في الأماكن المفتوحة

إذا كان الوزن الإجمالي 20 ميكروغراما على سبيل المثال، فإن ذلك يعتبر تلوثا جويا منخفضا وفقا لمعايير منظمة الصحة العالمية، وبالتالي جودة هواء مقبولة. على سبيل المثال، تنص توجيهات الاتحاد الأوروبي بشأن الجسيمات الدقيقة على أن المتوسط اليومي للجسيمات الدقيقة PM10 يجب ألا يتجاوز 50 ميكروغراما لكل متر مكعب من هواء المدينة، ويجب ألا يتجاوز هذا الحد 35 يوما في السنة.

الجهود العالمية لخفض القيم الحدية

تجري حاليا مناقشات وجهود على مستوى العالم لخفض هذه الحدود إلى 40 ميكروغراما من الجسيمات الدقيقة لكل متر مكعب على سبيل المثال. كما أن التركيز على جسيمات PM2.5 بدلا من جسيمات PM10 يزداد على مستوى العالم. هذا هو الوضع في المدن الكبرى.

تلوث الهواء في الأماكن المغلقة

ما هو الوضع في الأماكن المغلقة بالمقارنة مع ذلك؟ أي في الغرف التي يتم فيها الطهي أو التي تستخدم فيها آلات حديثة لتشغيل قطع معدنية.

مثال عملي: قياسات في الأماكن المغلقة

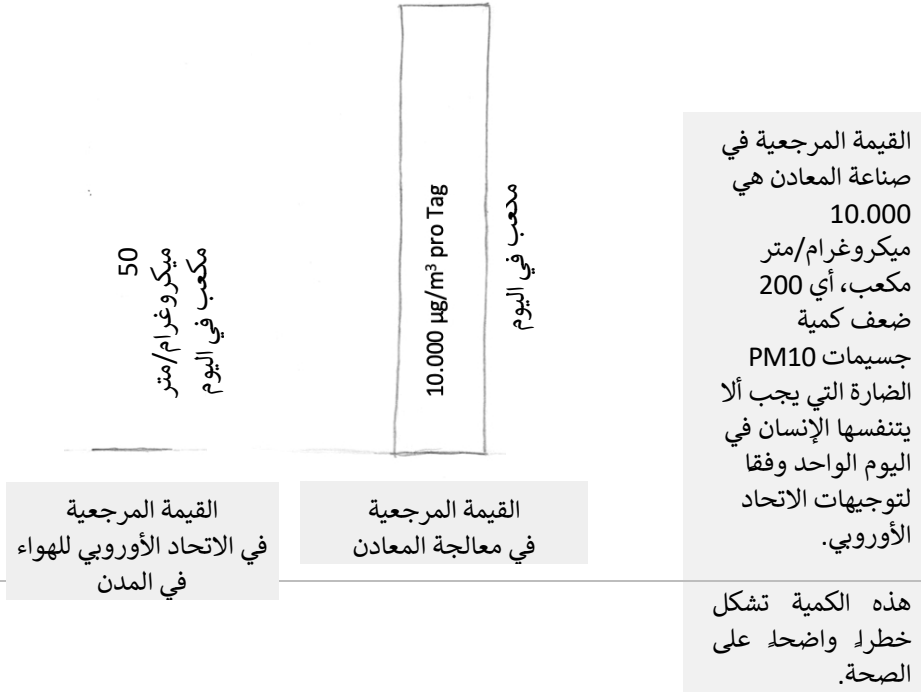
نقوم في شركة REVEN GmbH بقياس تلوث الهواء في الأماكن المغلقة بانتظام. كيف نفعل ذلك؟ باستخدام تقنية القياس والإجراءات التي تم وصفها سابقا للقياسات في المدن الداخلية. نقيس عدد جزيئات الملوثات في متر مكعب من هواء الغرفة، على سبيل المثال في مصنع أو مطبخ فندق كبير. والنتيجة التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة تعطي مؤشر جودة الهواء، على سبيل المثال 10.000 أو 50.000 أو 100.000. وهذه قيم مختلفة تماما عن تلك الموجودة في المدن! لقد اضطررنا حتى إلى تقديم نتيجة قياس بلغت 500,000 لعملائنا! وهذا يعني أن متر مكعب واحد من الهواء الداخلي يحتوي على ما يصل إلى 500,000 ميكروغرام من جزيئات الملوثات! وهذا أمر شائع جدا في غرف الإنتاج!

القيم الحدية الرسمية الموصى بها في مجال هندسة الآلات

عند مراجعة المبادئ التوجيهية والمعايير ذات الصلة، يتضح أن مثل هذه المستويات العالية من التلوث ليست نادرة. على سبيل المثال، تنطبق التوصية التالية على صناعة الآلات في المبادئ التوجيهية الرسمية: بالنسبة لمواد التبريد القابلة للخلط بالماء المستخدمة في معالجة المعادن والزجاج والسيراميك، تبلغ القيمة الحدية المسموح بها 10 ملليغرامات من هذه المواد في متر مكعب من الهواء الداخلي، وكذلك بالنسبة لمواد التبريد غير القابلة للخلط بالماء التي تقل درجة اشتعالها عن 100 درجة مئوية.

هذه الـ 10 ملليغرامات تعادل مؤشر جودة الهواء في المدن الكبرى البالغ 10.000! لو تم قياس مثل هذه القيمة لمدة أسبوع في وسط مدينة شتوتغارت، لما كان بإمكان أي سيارة أن تسير خلال النهار، ولتناقلت جميع وسائل الإعلام في جميع أنحاء البلاد هذا الخبر.

مقارنة الحدود القصوى لجسيمات الملوثات (PM10)



الشكل 42

ومع ذلك، فإن قياس مثل هذا التلوث في مصنع للآلات أو مطبخ فندق لا يهم أحدا تقريبا. ولا حتى ممثلو هذه الصناعات يولون اهتماما كبيرا لهذا الموضوع. بل على العكس تماما، يتم التستر على هذه الظروف-، على الرغم من معرفة أن إزالتها ستكلف أموالا.

أهمية نتائج القياس بالنسبة للموظفين

تذكير: تحدد توجيهات الاتحاد الأوروبي بشأن الجسيمات الدقيقة أن المتوسط اليومي للجسيمات الدقيقة PM10 يجب ألا يتجاوز 50 ميكروغرام لكل متر مكعب من هواء المدينة، وأنه لا يجوز تجاوز هذا الحد لأكثر من 35 يوما في السنة.

إذا تم قياس 10 ميكروغرامات المذكورة أعلاه في مصنع للهندسة الميكانيكية، فهذا يعني أن العاملين في هذا المصنع يعملون في حوالي 200 يوم عمل في السنة مع تعرض أقصى يبلغ 10000 ميكروغرام من الملوثات.

الاستنتاج من الممارسة العملية

على مدار العشرين عاما الماضية، أجرينا آلاف القياسات لتلوث الهواء الداخلي في جميع أنحاء العالم. وقد زرنا مصانع من جميع الأنواع، حيث يتم تصنيع منتجات متنوعة باستخدام مواد مختلفة. ومع ذلك، أظهرت جميع قياساتنا ما يلي:

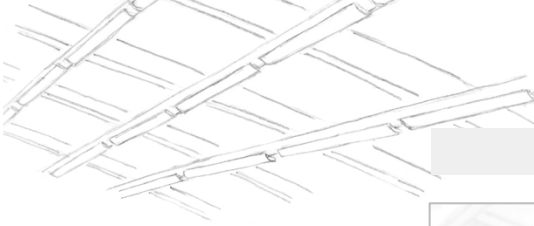
كلما كان الهواء مرئيا، قمنا بقياس ملوثات هواء تزيد عن 10,000 ميكروغرام في متر مكعب واحد من الهواء الداخلي.

طريقة بسيطة لتقييم جودة الهواء

في المستقبل، قد تتمكن من تقييم جودة الهواء بنفسك! إذا كنت في غرفة إنتاج- سواء في مطبخ فندق أو في مصنع في صناعة المواد الغذائية أو في مجال صناعة الآلات - ولاحظت أن الهواء في هذه الغرفة لم يعد نظيا، بل يشبه الضباب الصباحي في الخريف، فهذا يعني أن تلوث الهواء يبلغ 10,000 ميكروغرام على الأقل لكل متر مكعب. أسهل طريقة للتأكد من ذلك هي النظر في اتجاه إضاءة الغرفة! إذا كنت ترى المصباح بوضوح وبدون أي غشاوة والهواء المحيط به غير مرئي، فهذا يعني أن كل شيء على ما يرام. ولكن بمجرد أن تصبح المصباح غير واضح بسبب وجود ضباب منتشر حوله، يمكنك أن تكون على يقين من أن مؤشر جودة الهواء في هذه الغرفة يبلغ حوالي 10000!

تقييم بسيط لجودة الهواء

مصابيح السقف واضحة



مصابيح السقف غير واضحة



إذا لم تكن مصابيح السقف في الغرفة واضحة للعيان، فإن درجة تلوث الهواء تكون عالية جدًا وتبلغ حوالي 10.000 ميكروغرام/متر مكعب.

الشكل 43

التناقض بين تقييم جودة الهواء في الأماكن الخارجية والداخلية

تظهر هذه المقارنة مع التلوث الجوي الذي يناقش بشكل مكثف في المدن الألمانية التناقض الذي يثير الدهشة وعدم الفهم عندما يتعلق الأمر بالداخل. غالبًا ما يسألنا عن سبب هذه الاختلافات.

في رأينا، لا يمكن تبريرها. جميع محاولات التفسير من قبل المسؤولين هي مجرد أعذار واهية لتجنب الاستثمارات الضرورية.

لا أحد يدرك المخاطر التي تنجم عن ذلك على جميع الأطراف المعنية. فالتركيزات من الجسيمات الدقيقة، التي تعتبر خطرة على الصحة في الأماكن المفتوحة، تعتبر مقبولة في الأماكن المغلقة بكميات تزيد 200 ضعف؟ من سيتحمل مسؤولية هذا الخطر في المستقبل؟

يلزم تغيير طريقة التفكير لدى مصنعي أنظمة التهوية

نحن أيضا، مصنعو أنظمة التهوية وأجهزة تنقية الهواء، يجب أن نواجه هذه المشكلة! لماذا؟ لأن هناك في صناعتنا أيضا مئات من مصنعي أنظمة التهوية للمطابخ الصناعية أو شركات تصنيع الآلات الذين لا يمتلكون حتى أبسط تقنيات القياس التي تمكنهم من قياس وتحليل مثل هذه التلوثات الهوائية. وفي الوقت نفسه، يقدمون منتجات لتنقية الهواء تهدف إلى تهوية الغرف وتخليص الهواء من الملوثات.

معييار تهوية المطابخ DIN EN 16282

بالنسبة لأنظمة تهوية المطابخ التجارية، هناك الآن "معييار تهوية المطابخ" DIN EN 16282، الذي يسري في معظم أنحاء أوروبا. ويقتضي هذا المعيار أن يتم تسجيل جميع الملوثات في المطابخ الكبيرة، ثم شفطها وفصلها عن تيار الهواء العادم، كما تعلمنا في الفصول السابقة.

إذا نجح كلا الأمرين، أي التسجيل والشفط وفصل الملوثات عن تيار الهواء العادم، فسيكون لديك

(أ) نظام تهوية جيد وحديث وفعال

(ب) جودة هواء جيدة مع انخفاض كبير في مستوى التلوث في الغرف.

عدم فحص التنفيذ

الآن سؤالي لكم: برأيكم، في كم من المطابخ التجارية الجديدة يتم فحص الامتثال للمعايير عند بدء التشغيل؟ هل يتم ذلك بنفس تكرار فحص استهلاك الوقود المحدد في السيارات الجديدة؟ أم بنفس تكرار فحص استهلاك الكهرباء في المضخات الحرارية الجديدة؟ في 1000 نظام تهوية مطبخ تجاري جديد، يتم فحص أقل من عشرة!

مثال عملي

لقد واجهت عدة مرات حالات اتصل فيها منافسون في السوق بنا عندما أصر أحد المقاولين على إجراء هذا الفحص، وطلبوا منا إجراء القياسات نيابة عنهم لأنهم لا يمتلكون التقنية اللازمة!

الأوزون – مثال على تلوث الهواء بالغازات

في حالة تلوث الهواء بالغازات، نواجه وضعاً مشابهاً تماماً ونلاحظ نفس الظاهرة. سأوضح ذلك باستخدام الأوزون كمثال. لقد تناولنا بالفعل مخاطر الأوزون في الفصل 4. لا يزال الحد الأقصى المسموح به للأوزون في الأماكن المغلقة في العديد من البلدان الأوروبية 200 ميكروغرام لكل متر مكعب من هواء الغرفة. كان هذا هو الحد الأقصى المسموح به في ألمانيا حتى الآن، ولكنه تم إلغاؤه مؤخراً. لا يزال هذا الحد الأقصى سارياً في سويسرا. وفقاً لمعايير تصنيف المواد المسرطنة التي وضعتها الجمعية الألمانية للبحوث العلمية (DFG)، يصنف الأوزون على أنه مادة لم يتم دراستها بشكل كافٍ بعد، ولكن يشتبه في أنها تسبب السرطان لدى البشر.

تطبيق الطقس مع ارتفاع نسبة الأوزون في الهواء الطلق



تدرج أعلى قيم
الملوثات في المرتبة
الأولى في تطبيق
الطقس.
يحتل الأوزون
المرتبة الأولى هنا
بقيمة 104
ميكروغرام/متر
مكعب. هذه
التركيزات تتجاوز
المتوسط الموصى به
من قبل منظمة
الصحة العالمية
لثماني ساعات (انظر
الشكل 29).

الشكل 44

الأوزون – القيم الحدية في الهواء الطلق

تقدم وكالة البيئة الفيدرالية معلومات عن الحدود القصوى في الهواء الطلق والمخاطر الصحية. وتحذر من أن

6. كيف يمكن قياس تلوث الهواء؟

الأوزون في الهواء يمكن أن يؤدي إلى انخفاض وظائف الرئة، وردود فعل التهابية في الجهاز التنفسي ومشاكل في التنفس. وينطبق ما يلي

الحد الأقصى المسموح به هو 180 ميكروغرام من الأوزون لكل متر مكعب من هواء المدينة. ويطلق على هذه القيمة اسم "عتبة المعلومات". إذا تجاوزت التركيزات هذه القيمة، يتم إصدار توصيات بشأن السلوك الواجب اتباعه وتحذيرات عبر وسائل الإعلام إلى السكان. عندما تصل تركيزات الأوزون إلى 240 ميكروغرام لكل متر مكعب من هواء المدينة، يتم تجاوز عتبة الإنذار ويتم إطلاق الإنذار. بالإضافة إلى ذلك، تجدر الإشارة إلى أن قيم الأوزون في الهواء الطلق يجب ألا تتجاوز 120 ميكروغرام لكل متر مكعب من هواء المدينة في المتوسط على مدار ثماني ساعات في 25 يوما كحد أقصى من السنة التقويمية.

الأوزون – القيم الحدية في مجال تهوية المطابخ

ومع ذلك، لا يزال الخبراء في مجال تهوية المطابخ يحددون الحد الأقصى المسموح به عند 20.000 ميكروغرام من الأوزون لكل متر مكعب من الهواء. هذه المعلومات مستمدة أيضا من المعيار الأوروبي DIN EN 16282، وهو مجموعة من القواعد التي شاركت في وضعها العديد من الاتحادات الصناعية الوطنية. فليحذر من يفكر في الشر! يمكن قراءة هذه المعيار في أن تركيز الأوزون في الهواء الخارج من مطبخ تجاري يجب ألا يتجاوز 10 جزء في المليون. عند ضغط هواء يبلغ 1013 هكتو باسكال ودرجة حرارة 20 درجة مئوية، فإن تركيز الأوزون البالغ 10 جزء في المليون المحدد في هذه المعيار يعادل تقريبا الحد الأقصى البالغ 20000 ميكروغرام من الأوزون لكل متر مكعب من الهواء (انظر الشكل 29).

الأوزون – تناقضات تتحدث عن نفسها

أعتقد أن الاختلافات الموضحة في هذا المثال في تقييم جودة الهواء في الأماكن المغلقة وفي الهواء الطلق تتحدث عن نفسها ولا تحتاج إلى مزيد من الشرح. في الواقع، يجب أن يكون واضحا للجميع في هذه الحالة ما يجب فعله، ألا وهو تجنب تكوين الأوزون تماما، سواء في الأماكن المغلقة أو في الهواء الطلق!

ولكن لتحقيق هذا الهدف، يجب قياس تلوث الهواء وتحليله. وسنشرح كيف يمكن تحقيق ذلك بعد قليل.

6.2. قياسات الجسيمات تجعل تلوث الهواء مرئيا!

ما هي تقنية القياس التي يمكن استخدامها لقياس الملوثات في الهواء؟ ما هي تقنية القياس التي يمكن استخدامها لإثبات كفاءة نظام التهوية؟ في الأساس، هذا الأمر ليس معقدا وقد تم شرحه بالفعل في الفصل 3. لتحديد مستوى تلوث الهواء بدقة، يوصى باستخدام

- أ) تقنية قياس الجسيمات والهباء الجوي
- ب) مكشاف تأين اللهب (FID)

لقد وصفنا أجهزة قياس FID بالتفصيل في الفصل 3. تعد أجهزة قياس الجسيمات والهباء الجوي منذ فترة طويلة أحدث التقنيات المستخدمة في غرف الأبحاث. منذ عقود، لم يعد هناك غرفة عمليات في المستشفيات أو غرفة إنتاج للمعالجات الدقيقة لا يتم فيها استخدام عدادات الجسيمات لإثبات وظيفة نظام التهوية عند تشغيله. في الأساس، يتم إثبات أن هواء غرفة نظيفة كهذه نظيف حقا وخال من أصغر الجسيمات. وهذا هو الغرض من عداد الجسيمات.

كيف يتم قياس الجسيمات

يمكن لعدادات الجسيمات تحليل وجود الجسيمات الدقيقة في هواء الغرفة باستخدام بصريات معقدة وأشعة ليزر. يتم حساب عدد الجسيمات وفحص حجمها في نفس الوقت، أي تحديد قطرها الهوائي.

عداد الجسيمات المحمول

عداد جسيمات متنقل يعمل
بالبطارية مزود بقياس الضوء
المبعثر وتسجيل البيانات لقياس
كتلة الهباء الجوي في الوقت الفعلي



الشكل 45

يجب تكييف تقنية قياس الجسيمات مع الحالة

كما هو الحال في الغرف النظيفة، يمكن أيضا تحليل هواء الغرف في مصانع الإنتاج والمطابخ الصناعية أو مصانع تصنيع الآلات وتحديد وجود الجسيمات. من حيث المبدأ، يتعلق الأمر بنفس الإجراء تماما، ولكن مع اختلاف كبير ومهم:

يختلف عدد الجسيمات بشكل كبير مقارنة بالغرف النظيفة! بينما يتم في الغرف النظيفة فحص وجود جسيمات PM10 في هواء الغرفة من عدمه، يتم في هواء المطبخ أو مصنع الإنتاج قياس عدد الجسيمات الموجودة في متر مكعب من هواء الغرفة. وغالبا ما يكون ذلك

عشرة آلاف ضعف أو أكثر من الكمية الموجودة في غرفة الأبحاث! يجب تكيف أجهزة عد الجسيمات مع هذه الظروف أو اختيار تقنية القياس المناسبة.

مثال عملي: قياس الجسيمات عن طريق تخفيف الهواء

عندما أجرينا أول قياسات للجسيمات في غرف شديدة التلوث قبل 25 عاما، حاولنا استخدام أجهزة قياس الجسيمات التقليدية، حيث لم تكن هناك تقنيات قياس أكثر ملاءمة في ذلك الوقت. وكما يمكنك أن تتخيل، لم تكن هذه القياسات الأولى قابلة للتحقق أو التتبع، وكانت جودتها منخفضة للغاية، لأن أجهزة قياس الجسيمات كانت غير قادرة على التعامل مع التركيزات العالية للجسيمات. كانت أول محاولة للتحسين هي التخفيف المحدد للهواء المراد تحليله. وهذا يعني أنه باستخدام درجات تخفيف مناسبة، تم تخفيف الهواء المراد تحليله 1000 مرة بهواء نقي خال من الجسيمات. ثم تم قياس هذا الهواء المخفف باستخدام أجهزة قياس الجسيمات التقليدية وتم حساب النتيجة بضربها في 1000. أدى التطوير المتزامن لأجهزة قياس الجسيمات إلى أن أصبحت الأجهزة في وقت لاحق أقل حساسية للتركيزات العالية جدا من الجسيمات وأصبحت نتائج القياس أكثر دقة.

تضمن الأجهزة الحديثة قياسات دقيقة

يمكن لأجهزة قياس الجسيمات الحالية تحليل الهواء الداخلي شديد التلوث بنفس الدقة التي اعتدنا عليها منذ عقود في غرف الأبحاث. ما على الصناعة سوى أن ترغب حقا في الحصول على قياسات دقيقة وأن تكون مستعدة للاستثمار في تقنيات القياس الحديثة.

يتم إجراء عدد قليل جدا من القياسات

في الوقت الحالي، لا يوجد سوى عدد قليل من الشركات المصنعة في سوق تهوية المطابخ الناطقة باللغة الألمانية التي تستخدم تقنية القياس هذه عند تشغيل أنظمة التهوية الجديدة.

للأسف، هذا ليس سوء فهم!

يتم افتراض الأداء الأمثل لأنظمة التهوية دون الحاجة إلى إثباتات قياسية.

يعتبر الأداء السليم لنظام التهوية وكفاءة التسجيل والشفط وفصل وتصفية الملوثات من تدفق الهواء أمراً مفروغاً منه ومسلماً به. وفقاً للمبدأ القائل بأن الأمور ستكون على ما يرام بطريقة ما. في الغالب لا يريد أحد أن يعرف ما إذا كان هذا هو الحال بالفعل، ناهيك عن الشفافية من خلال التحليل والتوثيق.

تعد تقنية القياس أمراً ضرورياً لتحقيق جودة هواء مثالية

لقد أوضحنا بالتفصيل في الفصول السابقة مدى تعقيد المهام في تقنية التهوية، مثل التسجيل والشفط والتصفية والفصل والتهوية بالهواء النقي. ولهذه الأسباب، فإن تقنية القياس ضرورية لإثبات أن هواء الغرفة خالٍ حقا من الملوثات. لا يوجد عذر لعدم استخدام تقنية القياس هذه بانتظام.

عدم وجود أدلة قياس في أجهزة تنقية الهواء من الأوزون

يمكن أيضاً قياس الغازات الخطرة مثل الأوزون باستخدام معدات قياس مناسبة. ولكن حتى في هذه الحالة، نجد نفس الموقف الذي ذكرناه أعلاه بشأن تقنية قياس الجسيمات: من بين آلاف موردي أجهزة تنقية الهواء بالأوزون، لن تجد سوى القليل منهم ممن يمكنهم إثبات أن منتجاتهم لا تسبب ضرراً أكثر من نفعها من خلال الأوزون الذي تنتجه.

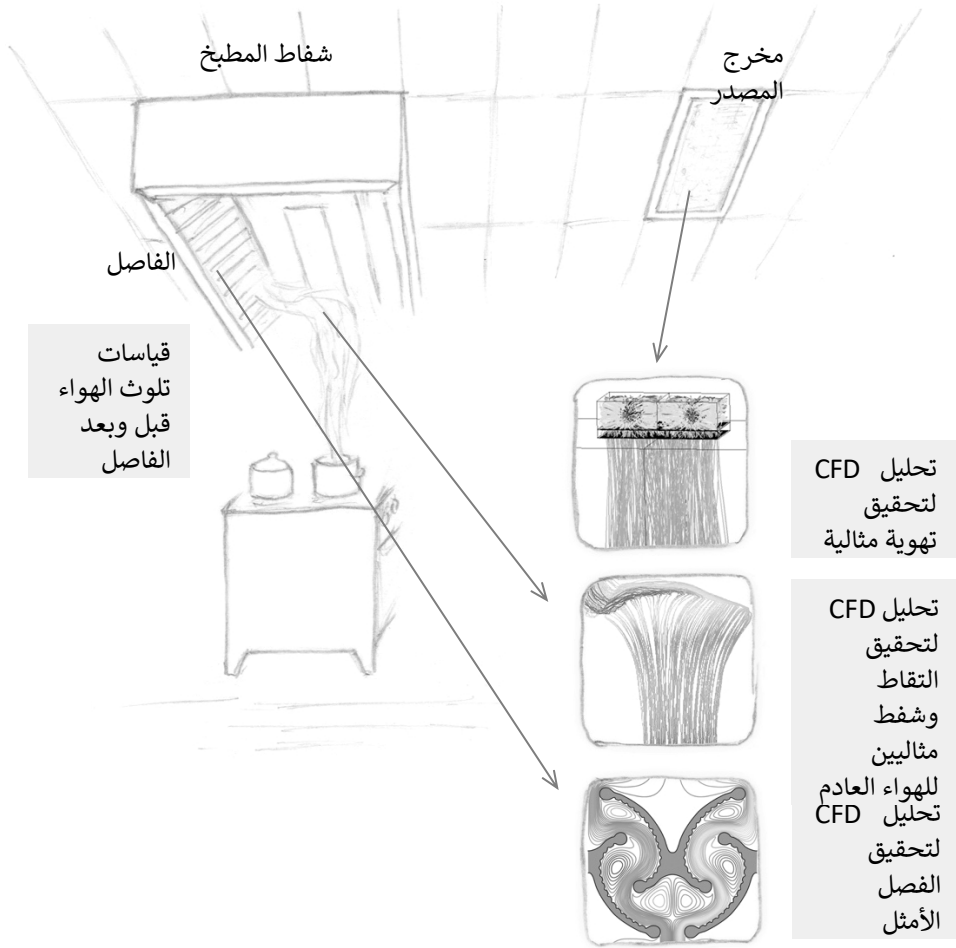
تقنية التهوية الجادة تستند إلى أسس علمية

كما هو موضح في الفصول السابقة، يتضح هنا مرة أخرى أن تطوير المنتجات الجادة في مجال تقنية التهوية وتنقية الهواء يتطلب نهجا قائما على أسس علمية. قد تدفعنا الوعود الكبيرة في الكتيبات الإعلانية الجذابة إلى الاعتقاد بخلاف ذلك في صناعتنا في كثير من الأحيان. لذا، يجب أن نظل حذرا وتشكك في مثل هذه الوعود.

خلاصة

-آمل أن أكون قد نجحت في توعيتكم بهذه الموضوعات وتزويدهم ببعض المعلومات المثيرة للاهتمام. وبذلك نكون قد أتممنا الدائرة من التجميع والتفريغ الفعال في الفصل 1 إلى تقنية القياس المناسبة لتحديد كفاءة تقنية التهوية وتنقية الهواء في الفصل 6.

تقنية التهوية القائمة على أسس علمية



يتم فحص وظائف تقنية تهوية المطابخ في Rentschler REVEN وتحسينها باستخدام طرق علمية.

الشكل 46

الكلمة الختامية

لقد قرأت الآن جميع فصول هذا الكتاب، التي كانت في الأصل من بودكاستنا "سوء الفهم في تقنية التهوية وتنقية الهواء". آمل أن أكون قد قدمت لكم بعض الأفكار المفيدة. انتقد أحد المنافسين في السوق مؤخرًا محتوى البودكاست. وقال إن الموضوع كان سطحيًا للغاية وأنه كان يتوقع مني المزيد. كما ذكرت في مكان آخر، كان هدفي هو جعل الموضوعات المتعلقة بتقنية التهوية والحفاظ على نظافة الهواء سهلة الفهم وممتعة قدر الإمكان. لم أكن أرغب في كتابة مقال علمي. المواضيع التي تتناولها صناعة التهوية هي مواضيع متخصصة لا تهم عامة الناس. لذلك كان من المهم بالنسبة لي شرح المفاهيم الخاطئة بشكل بسيط ومفهوم حتى للأشخاص غير المطلعين على هذه الصناعة. آمل أن أكون قد نجحت في ذلك. استنادًا إلى هذا البودكاست، قمنا بتأليف هذا الكتاب. ويحتوي على العديد من الرسوم التوضيحية المثيرة للاهتمام لتعزيز المعلومات الفردية بصريًا.

من المهم بالنسبة لي أن أجعل صناعتنا جذابة للجيل القادم، لأن الحفاظ على نظافة الهواء هو موضوع مهم وسيظل كذلك في المستقبل. لذلك يجب التعامل مع هذا الموضوع بعناية وواجب. سيجمل زملائي في قسم المبيعات هذا الكتاب معهم في المستقبل، وسيسعدونهم أن يقدموا لكم نسخة منه لتوضيح مختلف الموضوعات عندما تناقشون معهم مشاريع جديدة أو عمليات جديدة أو خطط جديدة. لأننا نريد أن يتم فهم تقنياتنا ومنتجاتنا!

كعربون شكر لمستمعي البودكاست، نقدم الكتاب الجديد مجانًا.

بالتوازي مع مشروع كتابنا، أصبح هناك الآن بودكاست جديد. يحمل عنوان "Luftpost" (البريد الجوي).



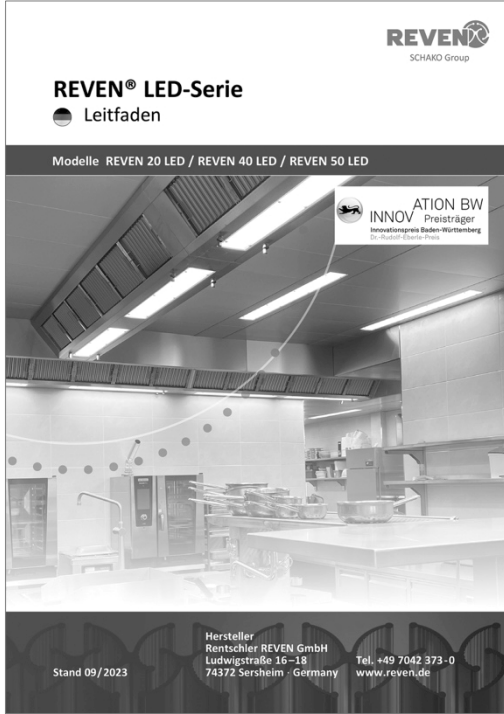
تتناول سلسلة البودكاست
النقي. أقدم أشخاصا وشركا
وتقنيات التهوية. وفي هذا
جهات فاعلة من مختلف
اخترت هذا العنوان بسبب
المصطلح. في الماضي، كان
غالبا عبر البريد الجوي. أ
الهواء النقي والبيئة الصحي
(البريد الجوي).

يمكنك العثور عليه على الرابط reven.news/luftpost، وقد تم نشر الحلقات الأولى على الإنترنت.

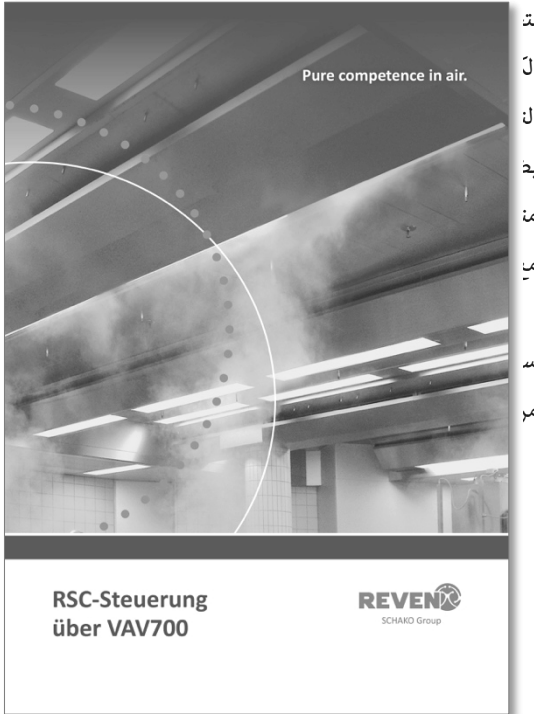
إذا كنت تعمل في مجال التهوية أو تنقية الهواء، يسعدنا أن ننتج حلقة من البودكاست معا. يمكنني أيضا زيارتك في مكان عملك. ما عليك سوى الاتصال بي على marketing@reven.de.

أشياء مثيرة للاهتمام من REVEN

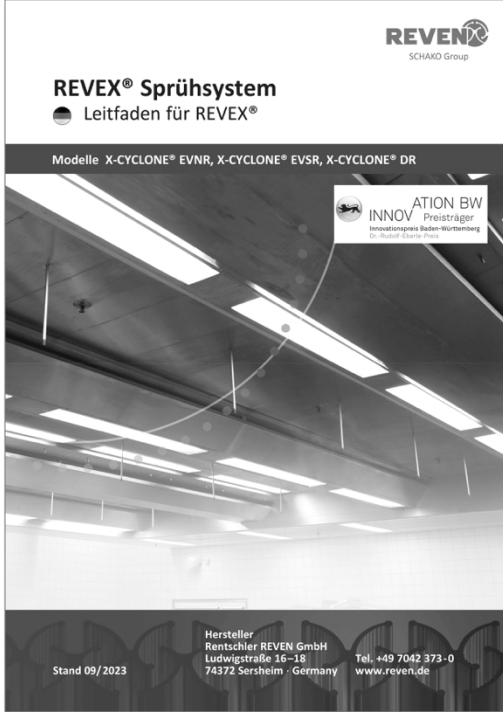
دليل مصابيح LED



الكتيب "التحكم RSC"



دليل نظام الرش REVEN®



سوء الفهم في تقنية التهوية وتنقية الهواء

الكتاب

المؤلف

المهندس Sven Rentschler هو المدير العام لشركة Rentschler Reven GmbH، وهي شركة متوسطة الحجم متخصصة في تصنيع أنظمة تنقية الهواء. كرّس أعماله، وضع لنفسه هدفاً يتمثل في تحسين الوعي بتقنية الهواء في الصناعة والتجارة على مستوى العالم. وقد أثمرت جهوده عن حصوله على براءتي اختراع دوليتين وجائزة الابتكار من ولاية بادن-فورتمبيرغ. كما أن سفين رينتشلر مدون ومتحدث في مجال تنقية الهواء.

الفئة المستهدفة

كل من يهتم بما يجب مراعاته لتحقيق التهوية المثلى وتنقية الهواء. المبتدئون والمتخصصون في مجال التكييف والتهوية والمحترفون في هذا المجال والمتخصصون في مجالات أخرى ذات صلة، لا سيما مصممو أنظمة التهوية في مجال صناعة الآلات والصناعات الغذائية، والشركات التنفيذية، والخبراء، ومشغلو ومصممو المطابخ الصناعية.

كان صدى البودكاست كبيراً لدرجة أنه كان من الطبيعي أن يتحول إلى كتاب. تعليقات تتحدث عن نفسها:

"... البودكاست حول موضوع تدفق الهواء أثار فضولي لمعرفة المزيد..."

"... أود أن أهنئكم على البودكاست المثير للاهتمام "سوء الفهم في تقنية التهوية والحفاظ على نظافة الهواء" وأشكركم على المعلومات..."

"... شكراً جزيلاً على البودكاست المثير للاهتمام. سأكون سعيداً بمتابعته. أنا مدير مشاريع في مجال تقنية التهوية منذ أكثر من 20 عاماً، وقد استفدت كثيراً من الناحية العملية ومن أجل مشاريع أخرى. سأكون سعيداً إذا تمكنت من بناء نظام المطبخ التالي معكم..."

"... أود أن أهنئكم على البودكاست. الموضوع سهل الفهم حتى بالنسبة لأشخاص مثلي الذين ليسوا على دراية عميقة بالموضوع..."

"... بصفتي مستمعاً منتبهاً لبرنامجكم الصوتي، أود أن أغتنم هذه الفرصة لأطلب الكتاب المتخصص المعلن عنه لعام 2023. أأمل أن تكون هناك حلقات أخرى حول موضوع الهواء - أعلى مورد غذائي لدينا..."

• البرد

• المناخ

• LÜFTUNG •

ISBN 978-3-922420-74-3



9 783922 420743

€ 47,00 (D)

الطبعة الأولى 2023

cci-dialog.de

كتاب cci هو علامة تجارية لشركة cci Dialog GmbH

متوفر أيضاً ككتاب إلكتروني