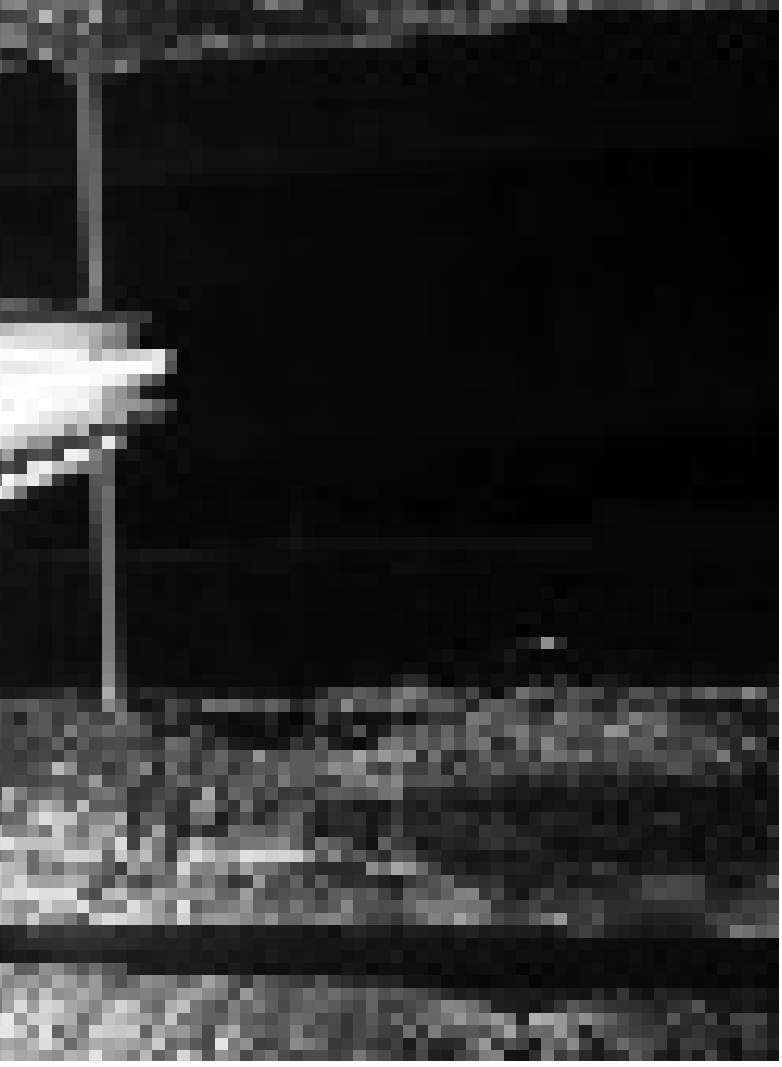


لامپ ضدمیکرب ماوراء بنفش یا UV

«قسمت دوم و پایانی»

برگردان: مهندس حمیدرضا مقربی شایسته
منبع: کاتالوگ‌های فنی Carrier

محاسبه ضریب شدت

دوز اعمالی توسط لامپ UV-C تابعی از خروجی لامپ، ضریب شدت و زمان است. این معادله به صورت زیر بیان می‌شود:

(sec) زمان × ضریب شدت × (microwatt/cm^2) خروجی لامپ در یک متر = دوز

دوز مورد نیاز برای کشتن یک میکروارگانیسم بر حسب واحد میکروووات – ثانیه بر cm^2 داده می‌شود.

شکل (۵) جزییات دوز مورد نیاز برای ضدعفونی کردن (کشتن ۹۰ درصدی) و استریلیزه کردن (۹۹/۹ درصد کشتن) را برای انواع هاگ‌ها نشان می‌دهد.

زمان مورد نیاز برای کشتن ۹۹/۹ درصد یک ارگانیسم با فرمول زیر بیان می‌شود:

(ضریب شدت × خروجی لامپ در یک متر) / دوز مورد نیاز = زمان

شکل (۶) زمان مورد نیاز برای استریلیزه کردن یک penicilliu expansu را نشان می‌دهد که از جمله رایج‌ترین هاگ‌های داخلی است و در این مورد خاص لامپ ۸ اینچ با هدف فاصله دارد.

(ضریب شدت × خروجی لامپ) / دوز مورد نیاز = زمان

۲۲۰۰۰microwatt/cm۲/ (۱۲۰microwatt/cm۲*۹/۸۵) =زمان

ثانیه ۶/ ۱۸ = زمان

در ۱۸/۶ ثانیه ۹۹/۹ درصد ارگانیسم penicillium expansum می‌میرند.

سوال بعدی این است که چگونه می‌توانیم از این انرژی UV-C بهترین استفاده را بکنیم تا یک دوز کشنده برای آلاینده‌های بیولوژیک به‌دست آید؟

از آن‌جا که انرژی UV-C برای اثرگذاری کشنده به کسر محدودی از زمان نیاز دارد، برای مواجه با سطوح آلوده ساکن بسیار مهم است. مثلا برای سطح کویل اواپراتور مرطوب و تشتک آبچک داخل یک دستگاه HVAC، یکی از بهترین مکان‌های استقرار لامپ، ضدعفونی UV-C شرکت carrier در محل خروج هوای کویل اواپراتور روی تشتک آبچک است و این در صورتی است که هر دو ناحیه به صورت هم‌زمان تحت تاثیر اشعه قرار گیرند. دستگاه HVAC که از کویل‌های اواپراتور عمیق استفاده

می‌کنند ممکن اســت نیازمند این باشــند که در هر دو طرف کویل و برای کارایی بهتر لامپ نصب شــود. در هر حال، با پیروی از دســتورالعمل‌های اندازه‌بندی که در ادامه ارایه خواهند شــد، می‌توان مطمئن شد که در uvc کافی برای استرلیزه محل هدف فراهم است.

بــا فناوری فعلی، مواجهه با آلاینده‌های «معلق» ورودی به دســتگاه HVAC از سیستم هوای برگشت یا هوای تهویه عملی نیست. مشکل ما در کنترل آلاینده‌های معلق زمان مورد نیاز برای کشتن و فاصله طی شده توســط آن در یک بازه‌ی زمانی است. مثال قبل را در نظر بگیرید. اگر هوا در شبکه کانال با سرعت ۴۰۰ فوت در دقیقه حرکت کند، در عرض ۱۸/۶ ثانیه ارگانیســم هدف ۱۲۴ فوت را طی می‌کند. این بدان معنی اســت که در چگالی شار لامپ ضدعفونی کننده UV- C مجموعه‌ای از لامپ‌های UV- C به طول ۱۲۴ فوت مورد نیاز اســت تا ۹۹/۹ درصد این آلودگی را نابود کند. بدیهی است که این امر در حال حاضر عملی نیست.

کنترل بیوفیلم منشای آلودگی - روش و مزایا

یکی از کاربردهای لامپ UV- C در سیســتم HVAC، اســتفاده از آن‌ها در تمیز کردن ســطوح اســت. این روش کنترل منبع بیوفیلم نامیده می‌شــود. در این روش زیست هواویزها (بیوایرسل‌ها) در کویل اواپراتور یا در تشــتک تخلیه در منبع خود کشته می‌شــوند. بنابراین هواویزهای زنده مدافع فرصت ورود به کانال، وســایل انتهایی یا خود ســاختمان را ندارند. نصــب لامپ‌های UV-C در سیســتم‌های جدید ما را مطمئن می‌ســازد که در اثر آلودگی، کویل و تشــتک تخلیه با زیســت هواویزها افت کارایی نخواهیم داشــت. در سیستم‌های موجود، اثر زیست هواویزها روی کارایی معکوس شده و در واقع حذف می‌شود. تشعشع سطح کویل و تشتک تخلیه در نهایت تمام ارگانیســم‌ها را می‌کشد. ارگانیسم‌ها نابود می‌شوند و با آب حاصل از تقطیر زدوده می‌شوند.

ابتدا، انرژی UV-C ارگانیســم‌ها را در سطح می‌کشند. با ناپدید شدن ارگانسیم‌ها از سطح در کویل، انرژی UV-C می‌تواند به عمق برود و وارد کویــل شــود و از پره‌ها به روی هم منعکس گــردد و در نهایت ترکیبات را در سراســر کویل نابود می‌کند. در تشــتک تخلیه، اگر آب جاری موجود باشــد انرژی UV-C به زیر ســطح آب نفوذ نمی‌کند اما با گذشــت زمان حرکت ارگانیسم‌ها در آب سبب به سطح آمدن ارگانیسم‌ها و نابودی آن‌ها خواهد شد. نتیجه، بازگشت کویل و تشتک آبچک به همان وضعیت نصب

شکل (۵) الزومات دوز uv – c

Indoor Air Quality

Carrier

UV-C ENERGY DOSAGE NECESSARY FOR DISINFECTION AND STERILIZATION

		UV-C Energy Dosage (Microwatt sec/cm ^{2})	
Mold Spores	Color	90%	99.9%
Penicillium roqueforti	Green	13,000	26,400
Penicillium expansum	**Olive**	**13,000**	**22,000**
Penicillium digitatam	Olive	44,000	88,000
Aspergillus glaucus	Blue green	44,000	88,000
Aspergillus flavus	Yellow green	60,000	99,000
Aspergillus niger	Black	132,000	330,000
Rhisopus nigricans	Black	111,000	220,000
Mucor racemosus A	White grey	17,000	35,200
Mucor racemosus B	White grey	17,000	35,200
Oospora lactis	White	5,000	11,000

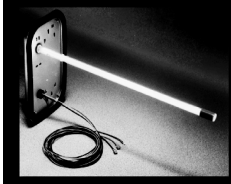
شکل (٦) الزومات زمان uv. c

Indoor Air Quality

Carrier

HOW EFFECTIVE IS IT?:

Time = Required Dosage/(Lamp Output x Intensity Factor)



Power Output @ 45F
120 Microwatt/cm ^{2} @ 1 m

Intensity Factor	
Distance inches	Intensity Factor
2	32.3
3	22.8
4	18.6
6	12.9
8	**9.85**
10	7.94
12	6.48
14	5.35
18	3.6
24	2.33
36	1.22
39.37 (1m)	1
48	0.681
60	0.452
80	0.256
100	0.169
120	0.115

To achieve 99.9% kill of Penicillium Expansum, a dosage of 22,000 Microwatts.Sec/cm ^{2} is reqd.

The UV-C emitter shown above, at a range of 8 inches, will accomplish this in 18.6 seconds.

است. افت فشار کویل نیز به میزان هنگام نصب بر می‌گردد و شرایط انرژی بادزن کاهش می‌یابد. شکل (۷) اصلاحات انجام شده در یک دوره ۳۰ روزه بعد از اصلاح یک هوارسان قدیمی ۲۰ ساله را با لامپ‌های ضدعفونی کننده UV-C ساخت carrier نشان می‌دهد.

مزایای این شیوه در کاهش هزینه‌های نگه‌داری بدیهی و روشن است. نیاز به تمیز کردن کویل به خاطر تقویت هواویزهای زنده با این شیوه دیگر وجود ندارد. در صورت وجود انرژی UV-C، کپک تولید نمی‌شود. در دیگر اشکال تمیز کردن کویل تنها سطح قابل دیدن کویل تمیز می‌شود. در حقیقت، شستن تحت فشار کویل‌ها، عمق «کثیف» داخل کویل را متراکم می‌کند و سبب افزایش گرفتگی کویل می‌شود. ماهیت انعکاسی انرژی UV- C سبب پاکسازی کامل کویل به صورت سطحی می‌شود. محدودیت‌های تشتک تخلیه نیز کاهش می‌یابد. غالبا در تشتک یا محل‌های تخلیه آب تقطیر چیزی شبیه به «مو» ایجاد می‌شود. بیشتر اوقات کارکنان مسوول نگه‌داری به دنبال منشای این موها هستند. باید گفت که غالبا این موها کپک‌هایی هستند که در حضور انرژی UV-C امکان بروز نمی‌یابند.

در این شیوه ضرورت تمیزکاری کانال نیز کمتر می‌شود. رشد کپک در شبکه کانال، ناشی از هاگ‌هایی است که وارد سیستم HVAC شده‌اند. اگر هاگ‌ها در محل کویل کشته شوند، هیچ‌گاه فرصت ورود و رشد و تبدیل به کپک را ندارند. اما، نصب لامپ‌های UV- C در بخش اواپراتور سیستم HVAC روی کپک‌های موجود در کانال‌ها اثر نخواهد گذاشت.

یکی دیگر از امتیازات بدیهی، استفاده از انرژی UV- C در سیستم HVAC اصلاح IAQ و بهبود آن است که ساکنان ساختمان به‌راحتی آن را حس می‌کنند. بوهای «جوراب کثیف» معمولا وقتی نابود می‌شوند که هواویزهای زنده‌ی رشد کرده در سیستم HVAC به خاطر لامپ‌های UV- C نابود شده‌اند. تغییر رنگ پایانه‌های هوا در سقف به خاطر ایجاد کپک و هاگ‌ها کاهش می‌یابد و انجام این اصلاحات روزها طول می‌کشد. نتیجه این است که سطح آسایش ساکنان ساختمان به‌شدت افزایش می‌یابد. افزایش راحتی و رفاه ساکنان منجر به اصلاح و بهبود بهره‌وری کارکنان می‌شود. منافع و مزایای مالی بهره‌وری و کاهش هزینه‌های کارکنان موقت و جایگزین در طول زمان بسیار زیاد است.

روش‌های دیگر کنترل زیست هواویزها

روش‌های دیگری نیز برای کنترل زیست هواویزها در سیستم HVAC وجود دارد. اما هر کدام از این روش‌ها مزایای خود را دارند که انرژی UV- C ندارد.

مواد تمیزکننده کلرینه و میکرب‌کش‌ها مواد شیمیایی غیرگازی و یا بوهایی هستند که در فضای ساختمان گاه به مشام می‌رسند و میکرب‌کش‌ها به وسیله «اثر جسم مرده» محدود می‌شوند. میکرب‌کش باید به صورت فیزیکی با ارگانیسم هدف تماس پیدا می‌کند تا آن را نابود کند. وقتی یک لایه از «اجسام مرده» بین میکرب‌کش و هدف ایجاد شود، میکروب‌کش کارایی خود را از دست می‌دهد. فیلتراسیون HEPA یا هوای خاص با بازده بالا نیز راه‌کار دیگر است. فیلتر HEPA می‌تواند هاگ‌های زیادی را جدا نماید. اما مواد غذایی را نیز جدا می‌کند و در صورت نمناک بودن مکانی برای رشد هاگ‌ها و تکثیر آن‌ها خواهد شد.

هاگ‌ها ممکن است در مواد فیلتر رشد کنند و هاگ‌ها را در پایین دست فیلتر رها کنند. نتیجه این می‌شود که فیلتر خود در افزایش تعداد هاگ‌ها در فضای مسکونی به جای کاهش آن‌ها دخیل است. فیلترهای HEPA نمی‌توانند ویروس‌ها را بزدایند. فیلترهای HEPA برای زدودن ذرات ۰،۳ میکرون و بزرگ‌تر طراحی می‌شود. ویروس‌های رایج دارای

قطـر ۰،۲ میکرون یا کمتر هســتند. ویروس‌هایی مانند Adenovirus آنفلوانزا و Rhinovirus که ســرماخوردگی و آنفلوانزا را ایجاد می‌کنند. دارای قطر ۰/۰۲ میکرون هســتند. ویروس‌هــا از فیلترهای HEPA عبور می‌کنند. UV- C دارای انعطاف زیاد و مشخصه‌هایی کاری است که بدون عیوب میکروب‌کش‌ها، عوامل پاک‌کننده یا فیلتراسیون خاص، کار خود را انجام می‌دهد.

لامــپ ضدعفونی UV-C شــرکت carrier و دیگر لامپ‌های UV- C تجاری

بهتریــن اســتفاده از فناوری UV-C برای سیســتم‌های HVAC در امر «کنترل منبع بیوفیلم» اســت. استفاده از انرژی UV- C برای نابودی منابع اغلب آلاینده‌ها به معنی تخریب ســه پایه IAQ است. در این حالت در پایین درســت کویل خنک‌کننده، لامپ UV-C باید بتواند حداکثر دوز انــرژی را در ۴۵°F تــا ۵۵ °F و در جریان هوای ســریع ایجاد کند که با لامپ‌هــای ضد عفونی کننده کم دما با خروجی بالای UV- C شــرکت carrier بسیار سازگار است. درک این نکته مهم است که تمام لامپ‌های UV- C موجود در بازار برای کارایی و عملکرد بهینه در دمای اتاق طراحی نشده‌اند و در دماهای پایین‌تر به میزان زیادی کاهش توان ایجاد می‌کنند لامپ‌های از این نوع برای اســتفاده در محیط دارای جریان هوا، خنک و مرطوب مناسب نیستند محیطی که معمولا در درون سیستم‌های HVAC دیده می‌شــود. لامپ ضدعفونی شرکت carrier از ترکیب گازهای خنثا در حبــاب لامپ و منبع تغذیع خاص اســتفاده می‌کننــد که بهترین دمای پلاســما را در داخل حباب حتی در دمای پایین و جریان هوا حفظ می‌کند. نتیجه ایــن ترکیب در لامپ UV- C، ایجاد حداکثر خروجی در ۵۴ °F و ۴۰۰ FPM می‌باشــد که برای اســتفاده در سیســتم HVAC عالی است. مخلوط گازهای مورد اســتفاده برای ســاخت لامپ طوری است که UV بــا طول موج‌هــای کمتــر از ۲۰۰nm را تولید نمی‌کنــد. بنابراین لامپ ضدعفونی کننده UV- C شــرکت کاریر نقشی در تولید ازن ایفا نمی‌کند و این نیز اهمیت دارد.

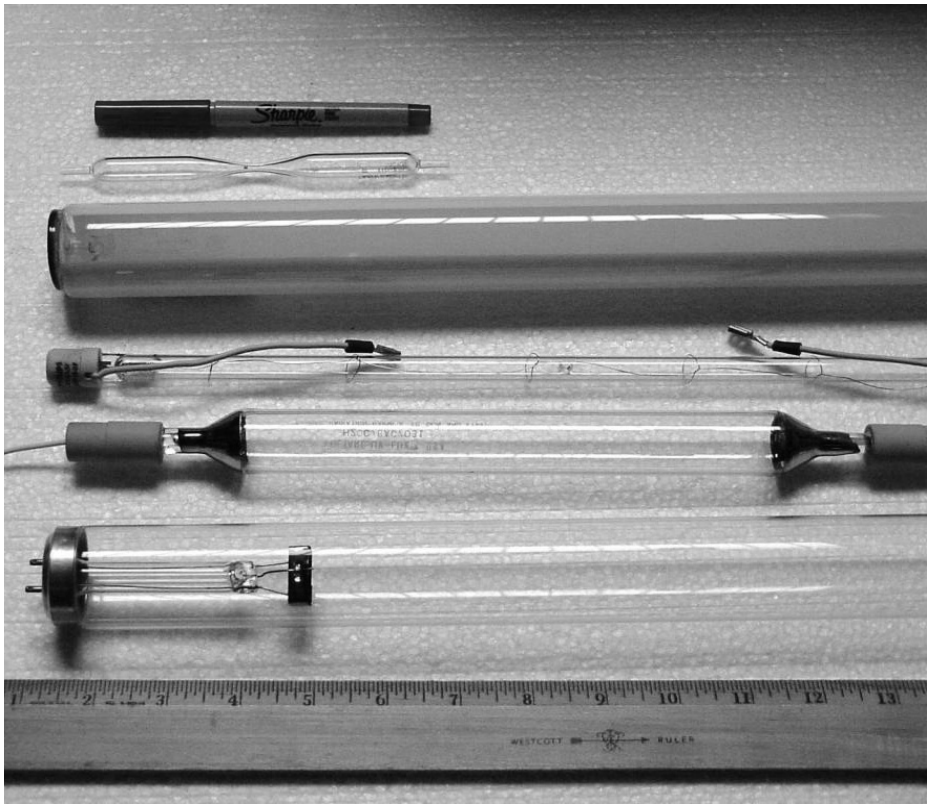
یکی از عوامل کلیدی، ایجاد دوز اســتریلیزه انرژی UV- C خروجی لامپ اســت. با تولید لامپی که در پایین‌ترین دما دارای بالاترین خروجی اســت، شرکت carier توانسته است ارگانیسم‌های هدف را در کوتاه‌ترین مــدت نابود کند. برای مقایســه گرافیکی لامپ‌هــای ضدعفونی UV- C شرکت carrier و لامپ‌های موجود به شکل (۸) رجوع کنید.

اســتفاده از لامپ‌هــای ضدعفونــی Ceirrac C-VU در سیستم‌های HVAC

هدف از به‌کارگیری لامپ‌های شرکت carrier، علیه ارگانیسم‌هایی

جــدول (۱) رهنمودهایــی بــرای مســاحتی کــه توســط یــک لامــپ UV-C تکی می‌تواند به کار رود

Intensity Factor	
Distance inches	Intensity Factor
2	32.3
3	22.8
4	18.6
6	12.9
8	9.85
10	7.94
12	6.48
14	5.35
18	3.6
24	2.33
36	1.22
39.37 (1 m)	1
48	0.681
60	0.452
80	0.256
100	0.169
120	0.115

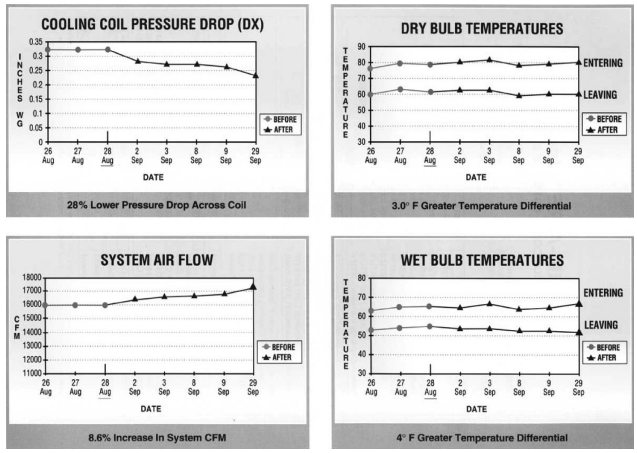


است که مشکلات IAQ موسوم به جوراب‌های کثیف را به وجود می‌آورند. بوی «جوراب کثیف» به خاطر رشد کپک در سیستم HVAC است. برای جلوگیری از رشد کپک، باید از لامپ‌های کافی در فوت مربع سطح استفاده کرد. یعنی در سطح کویل و سطح تشتک تخلیه. در جدول (۱) دستورات لازم در مورد میزان سطحی که توسط یک لامپ بر اساس فاصله‌اش از سطح هدف قابل پرتوافشانی است، آمده است. توجه داشته باشید که این پیشنهادات برای تاسیسات جدید و اصلاحات انجام شده متفاوت خواهد بود.

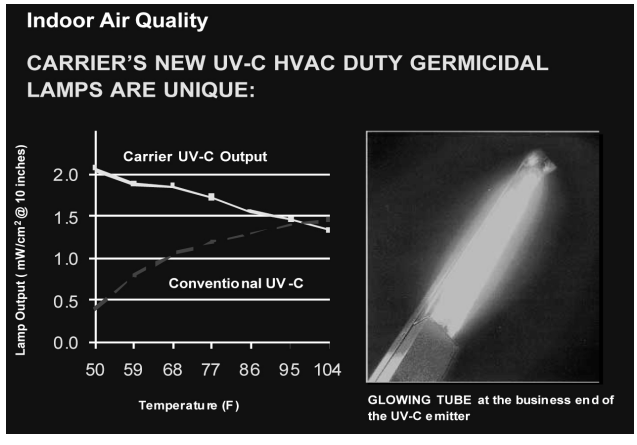
مکان لامپ ضدعفونی کننده UV-C شرکت carrier

بهترین مکان برای این لامپ‌ها روی قسمت پایین دست کویل و

شکل (۷) بهبود wvac با نصب لامپ uv – c



شکل (۸) مقایسه خروجی میکرب‌کش uv – c شرکت carrier و خروجی سایر لامپ‌های uv – c تجاری



پخش یکنواخت آن‌ها در کویل، در ۱۳ تا ۱۶ اینچی سطح‌های هدف است. محل پایین دست به این دلیل انتخاب می‌شود که آن‌جا خیس‌ترین قسمت کویل و بزرگ‌ترین قسمت تشتک تخلیه است که در این سمت کویل قرار دارد. شکل (۹) نحوه نصب را نشان می‌دهد.

دستورالعمل‌های کلی نصب

۱- تعداد لامپ‌های مورد نیاز و مکان مناسب را معین کنید. (جدول ۱)

۲- یک منبع تغذیه تک‌فاز (۵۰ یا ۶۰ hz) همراه با یک کلید قطع و وصل را فراهم کنید. در دستگاه‌های دارای درهای دسترسی، یک کلید لاوری را با آن همبندی کنید تا موقع باز بودن در، برق قطع شود.

۳- در صورت بازسازی تاسیسات، قبل از نصب لامپ، کویل را تمیز کنید.

۴- لامپ‌ها را طبق دستورات نصب شرکت carrier و تمام آیین‌نامه‌های عملی نصب کنید.

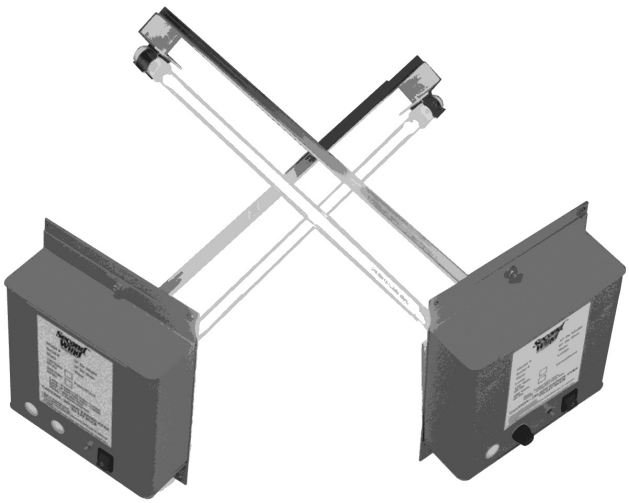
۵- اختیاری: یک دریچه بازرسی شیشه‌ای نفوذناپذیر UV- C را نصب کنید تا بتوانید محل تحت تشعشع را موقع روشن بودن لامپ مشاهده کنید.

پیشنهاد می‌شود که لامپ‌های UV- C همواره روشن باشند و با سیستم HVAC یا بازدن روشن یا خاموش نشوند.

فرصت مناسب رشد قارچ و کپک هنگامی است که هوا ساکن است یعنی بادزن خاموش است. بنابراین بسیار مهم است که سطح همواره تحت تشعشع باشد. انرژی مصرف شده در هر لامپ تنها ۷۵ – ۷۰ وات است.

حفاظت از مواد بشر ساخته در برابر انرژی UV-C

انرژی UV- C توان تسریع فرآیند پیرشدگی یا کهنه‌شدگی بعضی از



موارد بشـر ساخته (پلاستیک‌ها) را دارد. به همین دلیل، هر نوع سیم‌کشی کـه فاقد عایق مقاوم به UV یا دیگر مواد دست‌سـاز باشـد، باید در برابر انرژی UV- C حفاظت شود. این کار به سادگی و با نهان کردن سیم‌کشی و اجزای دیگر با یک نوار فویل، کانال فلزی یا ورق فلزی انجام می‌شـود. در رابطه با تشـتک‌های تخلیه ساخته شده از مواد مصنوعی، آزمون سریع مواد مورد اسـتفاده در محصولات تشتک سـاخت شرکت اجرا شده است. تاکنون و با این شـیوه وسـایلی که سال‌هاسـت کار کرده‌اند، هیچ آسیبی ندیده‌اند. سـوال رایج این اسـت کـه «انرژی UV- C چـه تاثیری روی فیلترها می‌گذارد؟» معمولا فیلترها در بالادست کویل و لامپ‌های uv-c در پایین‌دسـت کویل قرار می‌گیرنـد. به همین دلیل، مقدار کمی از انرژی UV- C به سـطح فیلتر می‌رسـد. اگر فیلتر خراب شـود، فیلترهای پشم شیشه‌ای که از نگه‌دارنده‌ی پولیستر استفاده می‌کنند، در برابر انرژی UV بسیار مقاوم هستند.

پیشنهادات لازم برای نگه‌داری و تمیزکاری

نگه‌داری بدون نیاز به تمیزکاری دستی انجام می‌شود و حداقل است. لامپ‌ها تحت شـرایط کاربری عادی خود به خود تمیز می‌شوند. به خاطر خروجی بالا و تعادل الکترونیکی، نیازی به تمیزکاری دوره‌ای نیسـت. هر ماده آلی، که روی حباب می‌نشیند به سرعت تجزیه و نابود می‌شود.

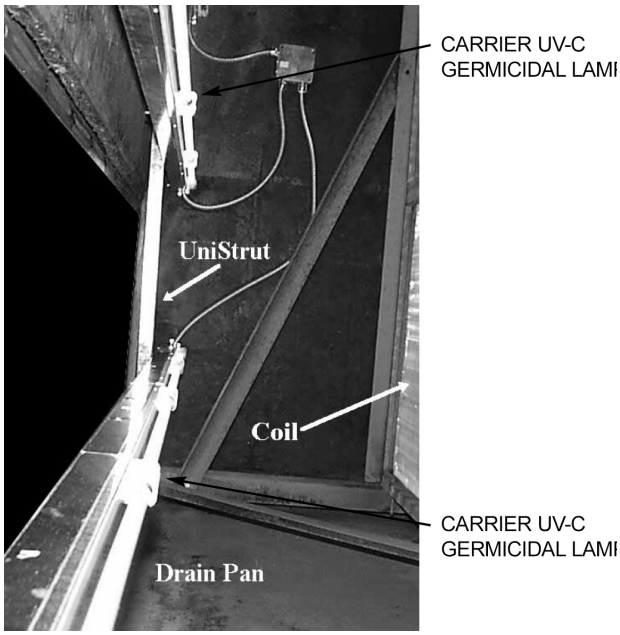
از آن‌جا که بازدهی لامپ با گذشـت زمان کاهش می‌یابد، پیشـنهاد می‌شـود که لامپ‌ها به صورت دسـتی جایگزین شوند. قسمت شیشه‌ای لامپ، دیواره ضخیم ۱۰۰ درصد کوارتز اسـت و نباید با دست بدون حفاظ لمس شود. برای کار با این حباب از دست‌کش‌های تمیز یا دیگر حفاظ‌های مناسب استفاده کنید. قسمت سرامیکی زیر حباب را بگیرید.

اگر دسـت بی‌حفاظ قسـمت کوارتزی لامپ را لمس کند باید بلافاصله قسـمت کوارتزی تمیز شـود تا پسـماند روغنی روی آن تمیز و زدوده شود. حباب را با یک پارچه بدون کرک و با الکل خالص ۹۹٪ تمیز کنید. نابودی و دورریزی حباب‌ها باید به همان شیوه‌ی لامپ لوله‌ای فلورسنت انجام گیرد.

خلاصه

انرژی UV- C در صورت استفاده صحیح، درست و به صرفه است. در سیسـتم HVAC انرژی UV- C در داخل سیستم قرار می‌گیرد. در این محل خطر بالقوه آسیب رسیدن به افراد از بین می‌رود زیرا انرژی UV- C هرگز به فضای مسکونی ساختمان نفوذ نمی‌کند. لامپ UV- C به عنوان یک ابزار IAQ پتانسـیل بسـیار زیادی دارد و نصب آن ساده و کم هزینه اسـت و روشـی قابل انعطاف برای نابودی و رفع مشکل «جوراب کثیف» است. از انرژی UV- C به عنوان یک وسیله کنترل منبع بیوفیلم استفاده کنید و ایـن امر به خرابی یکی از پایه‌های «منبع» سـه‌پایه IAQ کمک می‌کند. نابودی محیط مناسـب رشد و تکثیر قارچ و کپک و حمله به منشا مشـکل «جوراب کثیف» از جمله مزایای این لامپ است. انرژی UV- C بخش اصلی راه‌حل IAQ است.

شکل (۹) محل لامپ میکروب‌کش uv - c شرکت carrier



References

1. . Tevini, editor: "UV-B Radiation and Ozone Depletion: Effects on humans, animals, plants, icroorganisms, and materials" Lewis Publishers, Boca Raton, (1993)

2. United States Environmental Protection Agency, "Ozone Generators That Are Sold as Air Cleaners", http://www.epa.gov/iedweb00/pubs/ozonegen.htl

3. The Nobel Foundation, "Biography of Niels Ryberg Finsen," http://www.nobel.se/laurates/medicine-1903-1-bio.html

4. ASHRAE, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," American Society of Heating,Ventilating, Refrigerating, and Air- Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, Ga.

5. Kowalski,W.J. & Bahnfleth,W., "Airborne Respiratory Diseases and mechanical Systems for Control of icrobes", HPAC Heating/Piping/Air Conditioning (July 1998)

6. Ultraviolet Germicidal Irradiation, Aerobiological Engineering, The Pennsylvania State University, http://www.engr.psu.edu/ae/wjk/wjkuvgi.htm

7. Scheir, R. & Fencl, Forrest, "Using UVC Technology to Enhance IAQ", HPAC Heating/Piping/Air Conditioning (February 1996)

8. Luckiesh, m. , Application of Germicidal, Ethyemal and Infrared Energy, D. Van Nostrand, New York, N.Y. (1946)

9. Hallaender, A. & Oliphant, J.W., Journal of Bacteriology,Volue 48, (1948)

10. Disinfection by UV-Radiation, Phillips Lighting Corporation (undated) and cited references therein

11. First, m.W., Nardell, E.A., Chaisoon, W., & Riley, R., ASHRAE Transactions, Volume 105, Part 1 (Chapter 99-12-1, 99-12-2) and and cited references therein

12. Kowalski, W.J. & Bahnfleth, W., et al