

Légtechnikai rendszerek folyamatos fertőtlenítése UV technológia alkalmazásával

Füredi János

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.,
Karbantartási Igazgatóság, Karbantartási Főosztály, Forgógép Karbantartó Osztály
7031 Paks, Pf. 71.

Az utóbbi két évben felértékelődött a vírusfertőzések elleni védekezés fontossága. Naponta szembesülünk a ténnyel, hogy egy olyan mikroszkopikus teremtmény, mint egy vírus, mennyire felboríthatja az életvitelünket. Ez a magánéletben is gátló tényezőként jelentkezik, de egy erőmű működtetésében, „életében” súlyosabb következményekkel is járhat egy vírusfertőzés elterjedése. A cikk a vírusok elleni védekezésre, a fertőzés kockázatának minimalizálására mutat be egy hatékony és környezetbarát megoldást az ibolyántúli sugárzás (UV) felhasználásával.

Bevezető

A Paksi Atomerőmű üzemi területén számos légtechnikai rendszer teszi többnyire észrevétlenül a feladatát.

A technológiai épületek helyiségeit jellemzően három csoportra oszthatjuk:

- folyamatos emberi tartózkodású helyiségek (jellemzően vezénylői terek),
- ablaktalan, illetve nem nyitható nyílászárókkal ellátott, technológiai rendszereket magukba foglaló, sugárvédelmi szempontból kezelhető kategóriájú helyiségek,
- a nukleáris technológiát közvetlenül, vagy közvetve kiszolgáló rendszereknek helyet biztosító, nem, vagy korlátozottan kezelhető helyiségek.

A fenti helyiségek mindegyikére jellemző, hogy bennük csak kényszerszellőztetés útján tudunk megfelelő paraméterű légállapotot biztosítani. Erre szükség van a helyiségekben fejlődő hő elszállítása, valamint az üzemeltető és karbantartó személyzetre vonatkozó, levegőminőség szempontú munka-, és egészségvédelmi követelmények betartása miatt is.

A szellőztetést szinte minden esetben befúvó és elszívó ventilátorok együttes működése biztosítja. A rendszerek tartalmaznak szűrőt, fűtő- és/vagy hűtőkalorifert, elzáró szerelvényeket és – ahol szükséges a páratartalom megfelelő szinten tartása – nedvesítő egységet is. Ezeket a rendszerelemeket egymással és a helyiségekkel légcSATORNÁK kötik össze, amelyeken keresztül kerül a helyiségekbe a kezelt és távozik onnan az elhasznált levegő. A technológiai épületek vonatkozásában ez nagyjából 40 km légcSATORNÁT jelent.

A szellőző rendszerek vagy befúvó ventilátorral, vagy légkezelő berendezéssel biztosítják a friss levegőt a kezelt helyiségekben. Az elszívást minden esetben ventilátor végzi. Amennyiben légkezelő berendezést alkalmaznak, a kezelt levegőt recirkuláltatják a helyiség felől, és az egészségügyi normának megfelelő mennyiségű friss levegő hozzákeverését biztosítják. A rendszer 100% frisslevegős

üzemben is üzemelhet, mint a befúvó ventilátorral ellátott esetben.

A szűrők megfelelő működése mellett is folyamatosan por kerül a rendszerekbe. Ez a pormennyiség alapvetően nem okoz problémát, mert a légtechnikai rendszerekben a befűjt levegő mennyiségéhez méretezett, megfelelő leválasztási hatásokkal rendelkező szűrők vannak beépítve. Azonban ez a szemmel nem látható pormennyiség idővel lerakódik a rendszerek belső felületein, valamint a szűrő anyagán. Ez pedig a levegőben szálló mikroorganizmusok és egyéb toxikus anyagoknak ideális melegágyává válhat. A szűrőknél ezt az állapotot megelőzhetjük a betétek megfelelő időszakonkénti cseréjével, valamint a légtechnikai rendszerek belső tisztításával és fertőtlenítésével.

Ugyanakkor a megfelelően megválasztott karbantartási ciklusok mellett is valós problémát jelent – a kintről beszívott, és a belső recirkuláltatott levegőnél egyaránt – a rendszer belső felületén megtapadó mikroorganizmusok folyamatosan emelkedő mennyisége.

Lehetséges megoldások:

1. Szűrők sűrűbb cseréje
2. LégcSATORNÁK tisztítása, fertőtlenítése
3. Légtechnikai rendszerek folyamatos fertőtlenítése UV technológiával.

Az egyik lehetséges megoldás a szűrők cseréjének sűrítése (1. eset), azonban ekkor nem használjuk ki a szűrők tervezett élettartamát. Nő a karbantartási költség, emelkedik a karbantartói kapacitás lekötöttsége. A szűrőgyártók meghatároznak a szűrőbetétekre egy optimális végnomás értéket, ami fölött már nincs benne elegendő mechanikai tartalék, vagy már nem gazdaságos a szűrő üzemeltetése. 2018 óta alkalmazzák világszerte az ISO 16890 számú szabványt, ami szigorú kereteket határoz meg a szűrők gyártásával kapcsolatban mind a gyártásra, mind a minősítésre vonatkozóan. Az új szabvány az energiahatékonyság mellett az egészségügyi normákat is szem előtt tartva határozza meg ezeket az értékeket. Természetesen ezen ajánlások figyelmen kívül hagyásával

dönthetünk úgy, hogy sűrűbb csereperiódust írunk elő egy szűrőre, de ez olyan, mintha az izzót még azelőtt cserélnék ki, hogy az kiégne. Számottevő haszna nem lenne, viszont jelentősen nőne a karbantartási és az anyagköltség.

A másik megoldással, a légcsatornák tisztításával (2. eset) nagyban hozzá tudunk járulni egy rendszer megfelelő paraméterű üzemeltetéséhez. A szűrőcserékhez hasonlóan ez egy szükséges tevékenység ahhoz, hogy jó minőségű levegőt biztosíthassunk a munkahelyeken. Viszont ekkora méretű és folyamatosan üzemelő rendszerek esetében a teljes belső tisztítás komoly feladat. Mivel a rendszerek felépítése általában közös légcsatornára dolgozó redundáns berendezésekből áll, így a tisztítás csak a teljes rendszer leállításával oldható meg. Ez nagyban megnöveli a tisztítás idejét, mert időnként vissza kell indítani a rendszert például azért, hogy a kezelt helyiség ne melegedjen túl. Ahhoz, hogy teljes értékű legyen a tisztítás, azt követően el kell végezni a rendszer fertőtlenítését is. Ennek megvalósítása általában nem okoz problémát, de a vezénylői terek esetében ez aggályos, mert a fertőtlenítőszer beporlasztásának 1-1,5 órás időtartama alatt a vezénylői személyzetnek álarcot kellene viselnie, ami megnehezíti a kommunikációt. A rendszerek tisztítása jelentős karbantartási költséget képvisel a járulékos tevékenységek miatt is (állványok építése, mobil klímák telepítése, szigetelések bontása, egyéb feltételek biztosítása). Ezen a ponton kapcsolat van a szűrő cseréje és a légcsatorna tisztítása között. Ugyanis ha a szűrők cseréjének intervallumát optimális értéken tartjuk, akkor a két csatornatisztítás közötti időszakot is kitolhatjuk.

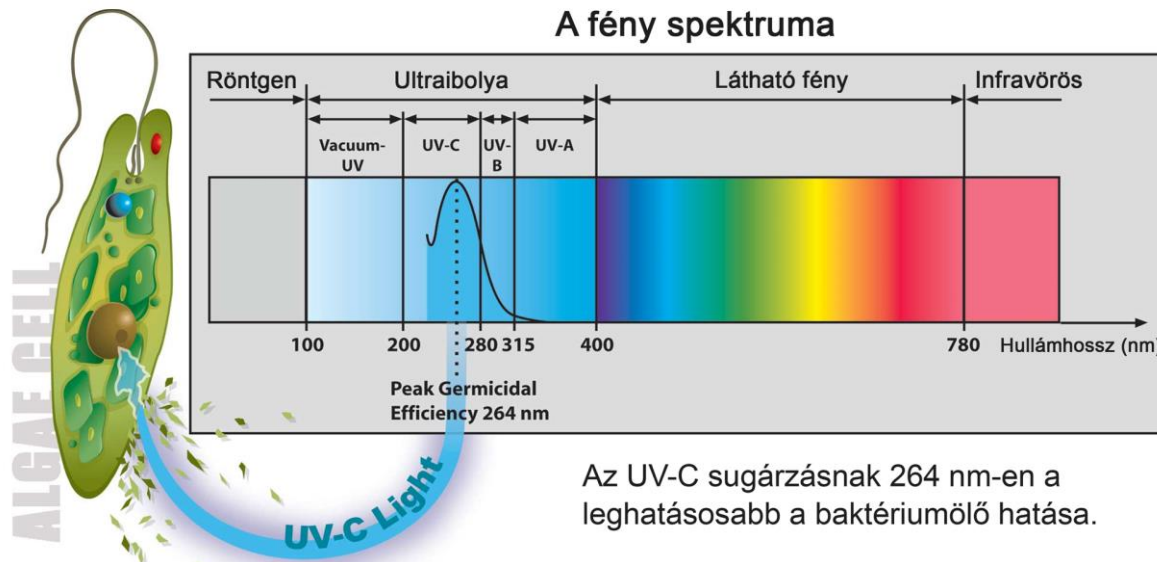
A rendszerek időszakos fertőtlenítésének csak a tisztítás elvégzése után van megfelelő hatása. A rendszer üzeme alatt a belső felületeken lerakódott szennyeződésben felgyűlő mikroorganizmusokat tisztítás nélkül nem, illetve csak nagy mennyiségű fertőtlenítőszer beadagolásával, hosszú behatási idő alatt lehet hatékonyan elpusztítani. Erre üzemi körülmények között nincs reális lehetőségünk az előző pontban felsoroltak miatt.

Felmerül a kérdés, lehet-e tiszta, csírátlanított levegőt biztosítani a rendszer folyamatos üzeme alatt?

Az utolsó módszer egy olyan megoldást tartalmaz (3. eset), amit már régóta elterjedten alkalmaznak pl. orvosi rendelők fertőtlenítésére. Bizonyára mindenki hallotta már a figyelmeztetést, hogy a napozás veszélyes a magas ibolyántúli (UV) sugárzás jelenléte miatt. Ennek oka az UV fény sejtroncsoló hatásában van.

A fény spektrális eloszlása

Az UV-sugárak hullámhossza a látható fénynél rövidebb. Sugárzási tartománya 100 és 400 nm között van. A vírusok és baktériumok elpusztítására a 280 nm alatti tartomány használható. Ez az UV-C sugárzás tartománya, más néven germicid hullámhossz, ezen belül a leghatásosabb a 264 nm-es hullámhossz. A 200-300 nm-es hullámhossztartomány nagyon hatásos a felületen megtelepedő, vagy a levegőben élő baktériumok, vírusok (influenza, hepatitisz, szalmonella, e-coli, stb.), gombák és penész elpusztítására. Az UV-C fény hatása fotokémiai elven alapul. Az UV fény sejtszinten roncsol, tönkreteszi a mikroorganizmusok DNS-ét, így szaporodásuk megakadályozásával gyakorlatilag elpusztítja azokat.



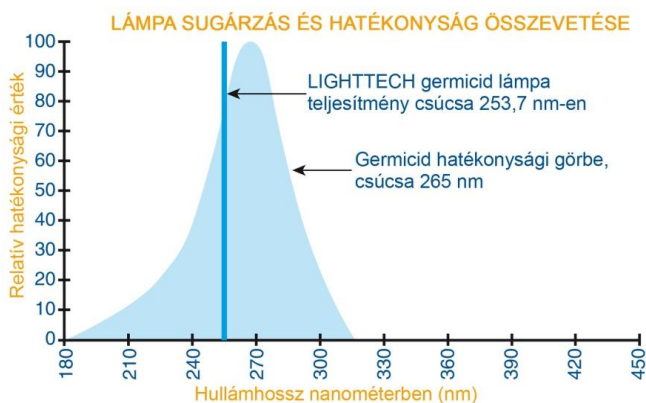
1. ábra: A fény spektruma a germicid hullámhossz elhelyezkedésével

Az UV-C fény hatékonysága függ az intenzitásától és a megvilágítási időtől.

Már több cég kínálatában jelentek meg olyan UV technológián alapuló eszközök, melyek megfelelően csírátlanított levegőt biztosítanak a felhasználók számára. Ezek jellemzően germicid lámpákat tartalmazó készülékek, amelyek lehetnek egy helyiségbe beállítható önálló berendezések, vagy fali befúvó ventilátorra szerelt egységek, de vannak központi szellőző rendszer

légcsatornájába épített típusok is. Mindegyik típusra jellemző, hogy nem jelentenek veszélyt a közelben tartózkodókra, azok folyamatosan működtethetők.

Az alacsony nyomású germicid lámpák a kibocsátott fényenergia 90%-át 253,7 nm-es hullámhosszon adják le. Ez a hullámhossz nagyon közel van a germicid-hatékonysági görbe csúcsértékéhez a 264 nm-hez, ami a legroncsolóbb hatású a mikroorganizmusok számára.



2. ábra: Az UV-C fény hullámhossz- és germicid-hatékonysági görbéje

Az UV-C sugárzás alkalmazásának előnyei:

- hatékonyan pusztít el minden mikroorganizmust,
- vegyszermentes, nincs kémiai, toxikus hatás, ezért környezetbarát,
- nincs szükség veszélyes vegyi anyagok kezelésére, tárolására,
- a mikroorganizmusok nem tudnak rezisztenssé válni, mint egyes vegyszerek ellen (pl. klór)
- azonnali hatás
- egyszeri telepítés, nem igényel folyamatos felügyeletet, csak éves karbantartást (lámpacsere),
- nem lehet túladaogni,
- légszűrőbe bármely más módszernél hatékonyabb,
- kompatibilis más víz és légszűrési módszerekkel.

A 253,7 nm-en sugárzó germicid lámpák nagy előnye, hogy nem termelnek ózont. Léteznek ózontermelő germicid lámpák is, amelyek 185 nm-es hullámhosszú UV-C sugárzást bocsátanak ki. Az ózon rendkívül agresszív, nagy oxidációs képességű gáz, amelyet csírátlánításra használnak. Míg a 253,7 nm-es hullámhosszú UV-C sugárzás „csak” a bőrre (bőrpír, leégés) és a szemre (kötőhártya-gyulladás) van káros hatással, addig a 185 nm-es sugárzás sokkal veszélyesebb, amely kisebb dózisban fejfájást, orrvérzést, nagyobb dózisban tüdőkárosodást is okozhat. Ezek a tünetek már 0,05 ppm koncentrációnál jelentkezhetnek egy teljesen zárt és szellőzés nélküli helyiségben. Az ózon nem kívánatos hatása, hogy a tárgyakkal érintkezve öregíti az anyagokat (pl. a műanyagot, a fa bútorokat). A sugárzás nem jut át az üvegen, vagyis ablakon keresztül nem jelent veszélyt, kivéve, ha sérült az üveg.

Légszűrőbe építhető egységek

A légszűrő rendszerekbe beépíthető UV lámpás egységek bármilyen méretű és formájú légszűrő szakaszba beépíthetők utólag is. Csak ki kell választani egy megfelelő légszűrő szakaszt, amely mintájára elkészítik a beépítésre kerülő egységet. A legyártás után viszonylag gyorsan beépíthető a régi légszűrő szakasz helyére. Célszerűen az egységet a légszűrő berendezések után a közös ágba kell beépíteni, mert a légszűrőn belül a szűrőkön átjutó - hűtőkalorifera keletkező kondenzvíz és

a nedvesítés miatti magas páratartalmú közegben esetlegesen felszaporodó - mikroorganizmusok is elpusztíthatók, és egy berendezéssel lekezelhető a redundáns gépek által befűjt levegő. A készülékben lévő germicid lámpák egy védőcsőben helyezkednek el, ami megvédi őket a fizikai behatásoktól és a szélsőséges páratartalom változásoktól. A működtető elektronika egy külön kapcsolószekrényben kerül elhelyezésre. Itt található a főkapcsoló és a FI-relé is, és kiegészíthető egy működést figyelő elektronikával is, ami hibajelét ad, ha egy lámpa kiég, vagy hibásan működik. Ez a működésfigyelő elektronika a légszűrő vezérlő szekrényébe is elhelyezhető, mivel az indítójelet egyébként is innen kapja a berendezés.

Felmerül még a lámpákra az üzemelés közben lerakódó por kérdése. Ennek a problémának egyik megoldása a légszűrő előzetes tisztítása, ami már két éve zajlik a Paksi Atomerőműben. A tisztítás utáni, folyamatos üzemelés melletti lerakódás csökkentésére a szűrők megfelelő időben történő cseréje a leghatékonyabb és leggazdaságosabb módszer. A por lerakódása a belső felületeken nem olyan gyors, hogy egy év alatt jelentős porréteg alakuljon ki az UV-csőveken, másrészt a csövek csírátlánítási hatékonysága 9000 üzemóra után csökken, ezért évente célszerű cserélni azokat.

A légszűrő tisztítása általában egy fertőtlenítéssel jár, amit a fertőtlenítő légáramba ködösítésével végeznek. Ezt követően a szűrők ciklikusan tervezett cseréje tudja minimális szinten tartani a bekerülő pormennyiséget. Ez a por a levegővel együtt áramlik át az UV-lámpák közt, így amikor lerakódik a csatornafalon az „csírátlánított” por már nem okozhat problémát a felületi szennyezettség szempontjából.



3. ábra: UV lámpák egy légszűrő szakaszban

Védőfóliás lámpa

Az erőműben nagy figyelmet fordítanak az idegen anyagok bekerülése kockázatának csökkentésére (FME). Lehetőség van arra is, hogy speciális védőfóliával ellátott lámpák kerüljenek beépítésre. Ez a fólia megakadályozza, hogy a

lámpa törése esetén szilánkok jussanak légcsatornába, és a csírátlantítási hatékonyságot csak 7%-kal csökkenti.

Mivel a lámpák a légcsatorna belsejében helyezkednek el, így semmilyen veszélyt nem jelentenek az emberekre sem a légcsatorna mellett, sem pedig a kezelt levegővel ellátott helyiségben. Folyamatos üzemelés mellett a germicid-lámpák hasznos élettartama nagyjából egy év. Ezután is működnek még, de a csírátlantítási hatékonyságuk lecsökken. A lámpák cseréje egyszerű művelet.



4. ábra: A védőfólia a lámpa törése esetén a szilánkokat felfogja

Összefoglalás

A globálisan problémát okozó pandémiás időszak is rávilágít arra, hogy a levegőtisztaság megfelelő szintjének fenntartása fontos része a mindennapi élet feltételeit biztosító munkahelyek zökkenőmentes működésének. Továbbá a pandémiás időszakban elrendelt 100% frisslevegős üzembről is vissza lehetne állni normál üzemre. A frisslevegős üzem miatt a rendszerben lévő szűrők terhelése is megnő, mivel nincs a befűjt levegőbe relatíve tisztább levegő visszakeringtetve a kezelt helyiség felől, vagyis rövidebb idő alatt több szennyeződés kerülhet be a rendszerbe. Ráadásul az UV-berendezések használatával megoldható egy több éve fennálló probléma is. Ugyanis a légcsatorna tisztítások kapcsán felmerült, hogy a vezénylői személyzetnek védőálarcot kellene használnia a tisztítás után elvégzendő fertőtlenítés alatt, mivel nem hagyhatják el a helyiséget. Az álarcban viszont nehézkes lehet a kommunikáció és a blokk normál üzeme alatt ez inkább kerülendő lenne. Amennyiben a fenti készülék beépítésre kerülne a légcsatorna rendszerbe, azzal kiváltható lehetne a csatornatisztítás utáni fertőtlenítést is.

Összességében az UV fertőtlenítő berendezések alkalmazásával minőségi szintet lehet lépni a munkavállalók egészségének védelmében.

Az UV-technológia használatával biztosítható, hogy a vezénylői terek szellőző rendszerei által befűjt levegő mikrobiológiai szennyezettsége folyamatosan minimalizálva legyen. Az eszközök integrálásának és karbantartásának viszonylagos egyszerűsége mellett jelentősen javítható a munkahelyi egészségvédelem.

Irodalomjegyzék

[1] www.germicidlamp.hu