Egészséget nem veszélyeztető munkahelyek
VESZÉLYES ANYAGOK HELYES KEZELÉSE

Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség

Egészséges munkahelyek

A mesterséges nanoanyagok munkahelyi kezelése

Főbb témák

- A mesterséges nanoanyagok olyan anyagok, amelyekben a részecskék legalább 50%-a egy vagy több, 1 nm és 100 nm közötti dimenzióval rendelkezik. A legkisebb nanorészecskék méretüket tekintve az atomokhoz és molekulákhoz hasonlítanak.
- A nanoanyagok egészségi hatásai a tulajdonságaiktól függnek, például attól, hogy milyen anyagból állnak, milyen a részecskék mérete, alakja és oldhatósága, illetve milyen felületi tulajdonságokkal rendelkeznek. Általánosságban a nanoanyagoknak ugyanolyan egészségi hatásai vannak, mint az ugyanabból az anyagból álló durvább részecskéknek, de előfordulhatnak más hatások is. A nanoanyagokra vonatkozó fő expozíciós utak: a belélegzés és a bőrrel való érintkezés.
- A nanoanyagoknak való expozíciót kezelni kell, valamint az expozíciókat jóval a (nagyobb részecskékből álló, de nanorészecskéket is tartalmazható) határértékek alatt kell tartani, az elővigyázatosság elvét alkalmazva.
- Az ipari folyamatokban előnynek számít, ha a nanoanyagokat például zagy vagy paszta formájában kezelik, vagy zárt helyeken tárolják azért, hogy csökkentsék a kibocsátást, illetve a munkavállalók nanoanyagok okozta expozícióját. Összetettebb helyzetekben tanácsos szakember segítségét kérni.
- A nanotechnológia gyorsan fejlődik, ugyanúgy, mint a kapcsolódó kockázatok ismerete. Ezért a munkahelyükön nanorészecskékkel foglalkozó munkavállalóknak, a munkaadóknak, valamint a biztonsági és egészségvédelmi szakembereknek a fejleményeket illetően naprakészeknek kell lenniük.

Egészséget nem veszélyeztető munkahelyek – Veszélyes anyagok helyes kezelése

A munkahelyen előforduló veszélyes anyagok jelentette kockázatok megelőzésének népszerűsítése, előmozdítása érdekében az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség (EU-OSHA) 2018–2019 folyamán egész Európát átfogó kampányt bonyolít le. Ennek célja, hogy a kockázatok és megelőzésük hatékony módszereinek tudatosításával csökkentse a munkahelyeken előforduló veszélyes anyagokat és az exponáltak létszámát.

©iStockphoto / sanjeri

A probléma leírása

A tulajdonságaik miatt a nanoanyagoknak számos potenciális toxikus hatásuk lehet. Kimutatták, hogy néhány – bár nem mindegyik – mesterséges nanoanyag nagyobb egészségi kockázatot jelent, mint ugyanaz az anyag más formában. Például az ultrafinom titán-dioxidnak (amely tartalmazhat nanorészecskéket) bizonyítottan erősebb hatása van, mint a durvább finomságú titán-dioxid-részecskéknek. Az MWCNT-7 típusú, többfalú szén nanocsövek osztályozásuk szerint emberre valószínűleg rákkeltő hatásúak, míg más szénrészecskék nem azok. Az osztályozás változik a különböző szén nanocsövek között.

Az Európai Unió munkahelyi egészségvédelemmel és biztonsággal kapcsolatos irányelvei és rendeletei a nanoanyagokra vonatkozóan

A vegyi anyagokkal foglalkozó irányelvek és rendeletek, amelyek kiterjednek a nanoanyagokra, például:

89/391/EGK irányelv (keretirányelv) (1989. június 12.) a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről;

98/24/EK irányelv (a vegyi anyagokról szóló irányelv) (1998. április 7.) a munkájuk során vegyi anyagokkal kapcsolatos kockázatoknak kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről;

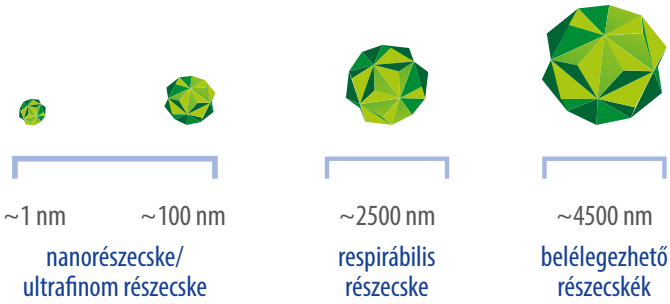
2004/37/EK irányelv (a rákkeltő anyagokról és mutagénekről szóló irányelv) (2004. április 29.) a munkájuk során rákkeltő anyagokkal és mutagénekkel kapcsolatos kockázatoknak kitett munkavállalók védelméről;

1907/2006/EK rendelet (a REACH-rendelet) (2006. december 18.) a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról;

1272/2008/EK rendelet (CLP-rendelet) (2008. december 16.) az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról.

A nemzeti jogszabályok szigorúbb rendelkezéseket tartalmazhatnak, mint az irányelvek és rendeletek, így tanulmányozni kell őket.

Mik azok a mesterséges nanoanyagok?



A mesterséges nanoanyagok olyan anyagok, amelyekben a részecskék legalább 50%-a egy vagy több, 1 nm és 100 nm közötti dimenzióval rendelkezik. A legkisebb nanorészecskék méretüket tekintve az atomokhoz és molekulákhoz hasonlítanak.

Az ilyen nagyságú részecskék más tulajdonságokkal rendelkezhetnek, mint az azonos anyagból álló durvább részecskék. Ezek a tulajdonságok a kis méretükből, ugyanakkor viszonylag nagy felületükből, alakjukból, oldhatóságukból, kémiai összetételükből, felületi funkciójukból és felületkezelésükből is erednek. E tulajdonságaik miatt egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a tudomány terén, valamint új termékek és technológiák fejlesztésére használják őket.

Néhány példa a nanoanyagokra:

- A nano-titán-dioxidot ultraibolya-sugárzást elnyelő anyagként használják, például a kozmetikumokban, festékekben és az ablaküvegen használt bevonatokban.
- A grafén egy vékony és rendkívül erős egyatomos szénréteg, amelynek nagyon jó a vezetőképessége és nagy lehetőségek rejlenek benne több iparág, főként az elektronika területén.
- A szén nanocsöveknek olyan tulajdonságaik vannak, amelyek jelentősnek számítanak az elektronikai iparban. Különféle típusú, például az építőiparban használt anyagok megerősítésére, valamint szerves fénykibocsátó diódákon (OLED) alapuló számítógép-képernyőkhöz is használják őket.
- A nanoezüstöt például gyógyszerekben, kozmetikumokban és élelmiszerekben, valamint antiszeptikumként használják különféle alkalmazásokban, mint például festékekben és bevonatokban, ruhákban, cipőkben és háztartási cikkekben.
- A kvantumpontok olyan félvezetők, amelyek különös jelentőséggel bírnak a különféle alkalmazások, például az orvosi képalkotás, diagnosztika és az elektronikus termékek terén.

A gyógyászatban a nanoanyagok iránt nagy érdeklődés mutatkozik, mivel például olyan eszközként használhatók, mely révén gyógyszer juttatható a célszervekhez, illetve hasznosnak bizonyulnak a képalkotásban (például: vas-oxidból álló mágneses nanorészecskék). Az új tulajdonságokkal rendelkező nanoanyagokat úgy fejlesztik ki, hogy különféle bevonatokkal látják el a nanorészecskék felületét.

A munkahelyi egészségvédelemre és biztonságra vonatkozó jogszabályok által előírt intézkedés

A nanoanyagok munkahelyen történő kezelésére vonatkozó követelmények megegyeznek a más veszélyes vegyi anyagok kezelésére vonatkozókkal, beleértve a munkavállalók tájékoztatását és képzését, a kockázatelemzések elvégzését és a biztonságos munkahely kialakítására tett intézkedéseket. Ugyanakkor e követelmények teljesítésének előfeltételei mások a nanorészecskéknél, mint a legtöbb más vegyi anyag esetében. A nanoanyagokhoz kapcsolódó kockázatokról szerzett tudás még mindig korlátozott, és rájuk vonatkozóan (még) nincsenek munkahelyi expozíciós határértékek, bár már léteznek javasolt referenciaértékek. Ezért az elővigyázatosság elvét kell alkalmazni ahhoz, hogy az expozíció olyan szinten maradjon, ahol a kockázat várhatóan irányítható marad, még akkor is, ha a nanoanyag a jelenleg ismertnél veszélyesebbnek bizonyul.

Ez az információs adatlap általános, gyakorlati tanácsokat ad arra vonatkozóan, hogyan kell alkalmazni az elővigyázatosság elvét a nanoanyagok kezelése során. További információ a „Nanoanyagok" c. OSHwiki cikkben található.

https://oshwiki.eu/wiki/Nanomaterials

A nanoanyagok egészségi kockázatai

Az egészségi kockázatok aszerint változnak, hogy miből áll a nanoanyag. Általánosságban a nanoanyagoknak ugyanolyan egészségi hatásai vannak, mint az ugyanabból az anyagból álló durvább részecskéknek, de előfordulhatnak más hatások is. A testbe bejutó nanoanyagok (mint más anyagok) felszívódhatnak, eloszlanak és az anyagcsere során átalakulhatnak. Nanoanyagokat találtak már például a tüdőben, a májban, a vesében, a szívben, a szaporítószervekben, az agyban, a lépben, a csontvázban és a lágy szövetekben, valamint a magzatokban.

Az egészségügyi kockázatok mögött álló mechanizmusok még nem teljesen átláthatóak, de néhányat közülük sikerült azonosítani.

- Néhány nanoanyag a tüdőkárosodás különféle típusaihoz, például heveny vagy krónikus gyulladásos válaszokhoz vezethet, amelynek kockázata növekszik a részecskeméret csökkenésével, valamint okozhat szövetkárosodást, oxidatív stresszt, krónikus toxicitást, citotoxicitást, fibrózist, valamint tumorképződést. Néhány nanoanyag a szív- és érrendszerre is hatással lehet.
- Kis méretük miatt a nanoanyagok oly módon juthatnak be a szervezetbe, ahogy a nagyobb, durvább részecskék esetében ez lehetetlen. Kimutatták például, hogy a fémek és a fémoxidok a szaglóidegen keresztül jutnak be a szaglógumóba, míg a szén nanocsövek a placentán áthaladva jutnak a magzatba.
- Az olyan szálas, hosszú, vékony és oldhatatlan nanoszálak, mint a szén nanocsövek tüdőkárosodást, például gyulladást, granulomaképződést és fibrózist okozhatnak. Ezek a hatások nem jelentkeztek a koromnak (ugyanaz az anyag, de nanoszálak helyett nanorészecskék formájában) kitett egereknél. Ez ahhoz a következtetéshez vezetett, hogy bizonyos típusú szén nanocsövek olyan egészségi hatásokat válthatnak ki, amelyek hasonlóak az azbeszt által okozott egészségkárosodásokhoz. A Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (IARC) osztályozása szerint az MWCNT-7 szén nanocsövek az emberre esetlegesen rákkeltő hatásúak (2B. csoport). Ugyanakkor az is bebizonyosodott, hogy nem minden szén nanocső vált ki ugyanolyan egészségi hatást. A felületi tulajdonságainak köszönhetően néhány szén nanocső nem okoz granulomát vagy fibrózist, és az is bebizonyosodott, hogy bizonyos körülmények között a szén nanocsövek metabolizálódnak és kiürülnek a szervezetből.

> *„A mesterséges nanoanyagok nagyobb egészségi kockázatot jelentenek, mint ugyanaz az anyag ömlesztett formában*

©iStockphoto / humur

Biztonsági veszélyt jelenthet néhány por formájú nanoanyag nagy robbanékonysága, gyúlékonysága és katalitikus potenciálja miatt; különösen a fém nanoporok mint mikroméretű porok hajlamosabbak erőteljesebben fellobbanni, és gyulladási érzékenységük a részecskék finomságával arányosan növekszik. Az öngyulladási hőmérséklet szintén kisebb lesz, ha a részecskék mérete kisebb.

A nanoanyagok hajlamosak felhalmozódni (lazán kapcsolódó klasztereket alkotva), ami megnöveli a méretüket, de a felhalmozódás nincs nagy kihatással a teljes felületükre. A felületük feltételezetten hatással van az egészségre, legalábbis néhány nanorészecske-típus esetében. Nem egyértelmű, hogy a felhalmozódás hatással van-e a nanoanyagok okozta egészségi veszélyekre, és ha igen, milyen formában.

Bár néhány mechanizmusra már fény derült, még mindig nagy szükség van arra, hogy többet tudjunk meg arról, mikor és miért hatnak a nanoanyagok az egészségre. Addig pedig figyelembe kell vennünk azt a bizonyítékot, hogy legalább néhány nanoanyag toxikusabb, mint az ugyanazon anyagból álló durvább részecskék, illetve óvintézkedéseket kell tennünk.

Több tanulmány is készült arról, hogyan hathatnak a nanoanyagok az egészségre, de ezeket nagyrészt sejttenyészeteken és laboratóriumi állatokon végezték el. Kevés bizonyíték áll rendelkezésre a mesterséges nanoanyagoknak való expozíciót követő, embereknél tapasztalt egészségi hatásokról. Ugyanakkor számos bizonyíték támasztja alá, hogy a természetes módon képződött nanoanyagokat tartalmazó légszennyező anyagoknak (mint például a hegesztési füst, a dízelmotorok kipufogógáza és más típusú füstök) való expozíció többféle módon lehet veszélyes. Azonban hiányosak az ismeretek arra vonatkozóan, hogy az egészségi hatásokat a nanorészecskék vagy pedig a velük egyidejűleg fennálló más, légszennyező anyagok okozzák-e.

Expozíció és expozíciós módok

Az egészségi kockázatok olyan panaszokhoz vagy betegségekhez vezethetnek, amelyek csak nanoanyagoknak való expozíció után jelentkeznek. A nanoanyagokra vonatkozó fő expozíciós utak: belélegzés és a bőrrel való érintkezés, de lenyelés is előfordulhat.

A mesterséges nanoanyagokkal való expozíció a nanoanyagok életciklusának bármely szakaszában megtörténhet, többek között a nanoanyagok vagy nanokompatibilis termékek előállítása közben, a nanokompatibilis termékek használata (élettartama) alatt vagy azok leselejtezést követő újrahasznosítása, feldolgozása és ártalmatlanítása közben.

Belélegzés

Ha egy száraz nanoanyagot manuálisan, „szabad levegőn" kezelnek – például zsákból öntik ki, berakodják egy konténerbe vagy kirakodják onnan, illetve véletlenül kiöntik –, nagy lesz a nanoanyagnak való expozíció kockázata. Még akkor is, ha a nanoanyagokat zárt rendszerben kezelik, szivárgás vagy baleset révén lehetséges az expozíció. Nanoanyagokat tartalmazó hulladék kezelésekor is előfordulhat expozíció.

Sok nanoanyagot zagy, paszta vagy granulátum formájában, illetve egy szilárd állagú anyag szerves részeként kezelnek. A belélegzés útján történő expozíció korlátozott, de előfordulhat például olyankor, ha a zagyot úgy kezelik, hogy aeroszol képződhet, például permetezik vagy szórják, illetve ha a granulátumokat oly módon kezelik, hogy kisebb szemcsékké őrlik őket, és azok nanorészecskéket bocsátanak ki. Az expozíció akkor is lehetséges, ha a zagy vagy paszta kiszárad, száraz nanoanyagot eredményezve, amely felkavarodhat és belekerülhet a környező levegőbe. Még ha a nanoanyagot zagyként is kezelik, előfordulhat expozíció, például tisztítás és karbantartás során.

A nanoanyagoknak való expozíciót kezelni kell

©iStockphoto / DingaLT

Bőr

A bőr nanoanyagoknak való expozíciója előfordulhat, és néhány nanoanyag esetén ez egy gyakori expozíciós út, mivel ezek az anyagok összetevőként vannak jelen a bőrre kifejlesztett kozmetikumokban. A jelenleg ismertek alapján a nanoanyagok kisebb valószínűséggel szívódnak fel a bőrön keresztül, mint belélegzés útján. Azonban a például seb vagy ekcéma miatt sérült bőr átengedhet nagyon kis mennyiségű nanoanyagot. Bár ez jelenleg elhanyagolható vagy nagyon alacsony kockázatot jelent, óvatosságból a bőrexpozíciót el kell kerülni, amely így egyúttal megakadályozza a véletlenszerű lenyelést vagy az olyan anyagoknak való expozíciót, amely bőrön keresztül szívódik fel, anélkül, hogy ezt észrevennék.

Szájon keresztüli bejutás

A szájon keresztüli bejutás veszélye kevésbé valószínű a munkahelyen, bár a higiénés feltételek hiánya expozícióhoz vezethet, például amikor a munkavállalók a nanoanyagokkal való munka után nem mosnak kezet vagy nem öltöznek át és a szennyezett kezükkel fogják meg az ételt vagy italt, illetve a nanorészecskéket olyan környezetben szórják szét, ahol ételt és italt fogyasztanak. Az expozíció véletlenül is megtörténhet, például kézről szájba történő átvitellel.

A munkahelyen kívül a nanoanyagok az étellel kerülhetnek a szervezetbe, mivel a csomagolóanyagok szándékosan tartalmazhatnak nanoanyagokat. A nanoanyagok esetében általánosan jellemző, hogy az egészségre gyakorolt hatás a nanoanyagok alkotóelemeitől függ. Egy friss tanulmány kimutatta, hogy az ezüst nanorészecskék lenyelése nem vezetett semmilyen klinikailag megfigyelhető hatáshoz annál a 60 embernél, akik részt vettek a kísérletben.

Kockázatértékelés

Elvben minden, száraz nanoanyag zárt közegen kívüli kezelésével kapcsolatos tevékenység magában rejtheti a munkavállalók expozíciójának kockázatát. Azonban még olyan esetekben is, amikor egy zárt közeget használnak, lehetséges az expozíció, például szivárgás esetén vagy tisztítási, illetve karbantartási tevékenységek során. Ezeket az expozíciókat figyelembe kell venni a kockázatértékelések és a végrehajtott megelőző intézkedések során. Mivel a nanoanyagok rendkívül apró részecskékből állnak, a nanorészecskepor nem látható úgy, mint bármely más típusú por. A kockázatértékelés során ezt is figyelembe kell venni.

A kockázatok a nanoanyag típusától függően változnak. A legnagyobb kockázatot az olyan oldhatatlan vagy gyengén oldódó nanoszálaknak való expozíció jelenti, amelyek 5 µm-nél hosszabbak, valamint esetükben a hosszúság-szélesség aránya (képarány) 3:1-nél nagyobb. A kockázat szintén magas más, gyengén oldódó vagy oldhatatlan nanoszálak és nanolemezkék esetében (például nanoméretű vékony lemezek, mint a grafén). A vízben oldódó nanoanyagoknak való expozíciót kevésbé kockázatosnak tekintik.

A kockázatokat gyakran expozíciós mérések alapján értékelik. Az ilyen mérések lehetségesek, bár nem egyértelműek és nem könnyűek, illetve kifinomult, közvetlen leolvasású készülékeket igényelnek. A kutatások során leginkább a levegőben szálló nanorészecskéket mérik. Kidolgoztak egy olyan mérési stratégiát, amely egyesíti a különböző részecskefrakciókhoz használt különféle, közvetlen leolvasású készülékeket alkalmazó méréseket a szűrési technikákat használó mérésekkel és egy pásztázó elektronmikroszkópot használó elemzéssel. Azonban a szűrők elemzésekor fennáll az a kockázat, hogy sok részecske fennakad a szűrő pórusain és nem lesz látható a pásztázó elektronmikroszkóppal. Továbbá a közvetlen leolvasású készülékeknek vannak korlátaik; például képesek elemezni a különböző méretű részecskéket, de azt nem, hogy milyen anyagokból állnak a részecskék. Emellett nincs egyetértés arra vonatkozóan, melyik változó bír a legnagyobb jelentőséggel a nanoanyagok egészségi hatásai szempontjából. Nincs előírás arra vonatkozóan, melyik paramétert kell mérni (például a levegőben szálló nanoanyag tömegkoncentrációját, számkoncentrációját vagy felületét) az egészségre gyakorolt hatás kiértékeléséhez. A legrelevánsabb paraméter a nanoanyag típusától és az egészségi hatástól függhet.

A közvetlen leolvasású készülékek a részecskék jelenlétét mérik, függetlenül a részecskében lévő anyagtól. Ezek a készülékek érzékenyek a szóban forgó mesterséges nanorészecskéktől eltérő nanorészecskék interferenciájára. Például a nanorészecskék méréseit befolyásolhatják a különféle égések folytán keletkezett kipufogógázokban, például cigarettafüstben, valamint hegesztési, forrasztási és hőszigetelési füstökben jelen lévő nanorészecskék. A nanorészecskék gyertyaégés, citrusfélék hámozása és vízgőz kondenzálása révén is a levegőbe kerülhetnek.

Összefoglalva, amikor nanoanyaggal kapcsolatos kockázatértékelést végeznek egy munkahelyen, az alábbiakkal kapcsolatos nehézségekbe ütköznek:

1. nem áll rendelkezésre elegendő információ a nanoanyagok veszélyes tulajdonságairól;
2. az expozíciós szintek mérésére, valamint a nanoanyagok és a kibocsátó források azonosítására használható módszereknek és eszközöknek vannak korlátai.

Szintén hiányos lehet az információ a nanoanyagok jelenlétére vonatkozóan, különösen a keverékekben vagy árucikkekben, továbbá később az olyan felhasználói láncban, amelyben nanoanyagokat és nanoanyagokat tartalmazó termékeket használnak vagy dolgoznak fel.

A mesterséges nanoanyagok kockázatértékelése az alábbiakat foglalja magában:

1. a munkahelyen tárolt és használt nanoanyagokról készült leltár;
2. a nanoanyagok egészségi kockázataira vonatkozó információk, amelyeket általában a biztonsági adatlapok tartalmazzák;
3. a belélegzésen, bőrrel való érintkezésen és szájon keresztüli expozíció értékelése;
4. az expozíció csökkentéséhez szükséges intézkedésekről hozott határozat és egy cselekvési terv, amely meghatározza, mit, kinek és mikor kell megtenni;
5. a sérülékeny csoportba tartozó munkavállalókra, például a fiatal dolgozókra, a terhes vagy szoptató nőkre vonatkozó kockázatok figyelembevétele, valamint annak fontolóra vétele, hogy szükséges-e egyedi intézkedést tenni a védelmük érdekében;
6. a kockázatértékelés rendszeres felülvizsgálata;
7. a megtett intézkedések értékelése és, amennyiben szükséges, a cselekvési terv javítása.

A kockázatértékelésnek az elővigyázatosság elvén kell alapulnia, figyelembe véve az alábbi szempontokat:

- A nanoanyag olyan típusú, amely magas kockázatúnak minősül?
- Valószínű, hogy a munkahelyen vagy véletlenül előfordul a nanoanyagnak való magas mértékű expozíció?

A magas kockázatú nanoanyagok és magas mértékű expozíció nagyon nagy kockázatot jelent, illetve azonnali intézkedésre van szükség az expozíció csökkentésére. Az alacsony kockázatú nanoanyagok és alacsony szintű expozíció esetén kevésbé gyors intézkedésre van szükség, illetve akár nem is kell lépéseket tenni.

Sokféle, a nanoanyagok kockázatértékeléséhez használt eszköz és támogatás rendelkezésre áll.

Ezekről áttekintést nyújt az Európai Bizottság „Útmutató a munkavállalók egészségének és biztonságának munkahelyen található nanoanyagokkal kapcsolatos potenciális kockázatokkal szembeni védelmére vonatkozóan” (angolul: „Guidance on the protection of the health and safety of workers from the potential risks related to nanomaterials at work”) c. kiadványa.

További információk elérhetők az Európai Vegyianyag-ügynökség, az Egészségügyi Világszervezet, valamint a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet honlapjain.

Intézkedések és a kockázatok kezelése

A munkaadók kötelesek biztonságos és egészséget nem veszélyeztető munkakörnyezetet biztosítani munkavállalóik számára, amibe beletartozik védelmük a nanoanyagok jelentette kockázatok ellen.

A munkavállalók veszélyes anyagokkal történő érintkezésének megelőzése vagy csökkentése érdekében az európai munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági jogszabályok az intézkedések „hierarchiáját” írják elő (a vegyi anyagokról szóló irányelv 6. cikke). Ez a fontossági sorrend – ahogy az irányelvben nevezik – a betűszót alkotó angol kifejezések alapján „STOP”-elvként is ismert:

S = Substitution, azaz helyettesítés (ami felöleli a veszélyes anyag teljes kiküszöbölését is)

T = Technological measures, azaz technológiai intézkedések

O = Organisational measures, azaz szervezeti intézkedések

P = Personal protective measures, azaz egyéni védőintézkedések.

S = Substitution, azaz helyettesítés

©iStockphoto / Artem Egorov

A nanoanyagokat gyakran az egyedi technikai tulajdonságaik miatt használják, így nehéz lehet őket helyettesíteni. Azonban még ha teljesen nem is lehet felszámolni a nanoanyag használatát, lehetséges olyan formában kezelni azt, amely esetében az expozíció minimálisra csökken, ilyen például a folyékony állag, a zagy vagy paszta, illetve a megszilárdult forma. Ez jelentősen csökkenti különösen a belélegzésen keresztüli expozíciót. Ugyanakkor el kell kerülni a nanoanyagok folyékony közegben történő permetezését, mivel a nanoanyagok az aeroszolon keresztül belélegezhetők.

„A nanoanyagokra vonatkozó fő expozíciós utak a belélegzés és a bőrrel való érintkezés

T = Technological measures, azaz technológiai intézkedések

Elvben a levegőben szálló nanoanyagok hasonlóak az aeroszolokhoz, és hasonló intézkedésekkel lehet őket ellenőrzés alá vonni, mint amelyek az aeroszolok esetében használatosak. Ugyanakkor a nanorészecskék kis tömege miatt a kinetikus energiájuk nagyon alacsony, ezért inkább gázként, mintsem porként viselkedő anyagnak számítanak. Az, hogy milyen technológia kerül kiválasztásra, az expozíció mértékétől függ, amely viszont a porlékonyságtól, valamint a nanoanyag kibocsátási szintjétől függ. Szükség lehet arra, hogy az expozíció és kockázat kezelésére több módszer kombinációját használják. A folyamat zárt technológiában történő végzése és szellőztetése hatékony mód az expozíció csökkentésére. Ugyanakkor a szivárgások kockázatát kezelni kell, valamint szintén figyelembe kell venni és kezelni kell a karbantartással, javítással és tisztítással kapcsolatos kockázatokat.

A zárt technológiai rendszereket gyakran választják olyan folyamatokhoz, amelyekben nanoanyagokat kezelnek, mivel szükség van a folyamat szennyeződéstől való megvédésére. Egy zárt rendszer előnyös és jó technológiai intézkedésnek számít, mivel a nanoanyagok közvetlen környezetbe és a munkavállalók felé történő kibocsátását is megakadályozza. A zárt rendszer használata különösen ajánlott olyan tevékenységekhez, mint a mesterséges nanoanyagok mérése, azok gyártó- vagy feldolgozó berendezésekbe való öntése (beleértve összekeverésüket), valamint az ilyen berendezésekből való kigyűjtése, a tárolóeszközök tisztítása és hulladékfeldolgozás, hacsak nem áll fenn az expozíció lehetősége.

Ha a helyettesítés vagy zárt rendszerben történő kezelés nem megoldható, az expozíció csökkentése érdekében műszaki ellenőrzések (például elhatárolás, helyi elszívás, általános szellőztetés) alkalmazását kell fontolóra venni. A műszaki ellenőrzési intézkedések az egyes munkahelyek követelményeitől függnek, és figyelembe kell venniük a kibocsátó forrást, a kockázatot, valamint a kibocsátás és expozíció csökkentésének szükségességét, illetve a nanoanyag mennyiségét és fizikai formáját, valamint a feladat időtartamát és gyakoriságát.

A helyi szellőztetés és általános szellőztetés segít megelőzni a levegőben szálló nanoanyagok szétszóródását a munkaterületen és a szomszédos terekben. A távozó levegőből a nanoanyagokat megfelelő szűrőrendszerrel kell eltávolítani. Ez lehet egy nagy hatékonyságú szűrőrendszerrel (HEPA-szűrő) vagy ultra-kis légbehatolású szűrőkkel (ULPA-szűrő) felszerelt többlépcsős rendszer.

A folyamat kialakításának és az üzemeltetési gyakorlatok oly módú optimalizálása, hogy a veszélyes melléktermék- és hulladékkeletkezés minimálisra csökkenjen, mérsékeli a munkahelyi expozíciót.

A nanorészecskék által okozott robbanások kockázata csökkenthető a következő négy „egyedi biztonsági akadály” alkalmazásával:

- megelőzési akadály: egy baleset előfordulása valószínűségének csökkentése az olyan karbantartási eljárások megerősítésével, amelyek megakadályozzák az illékony kibocsátásokat, a robbanásveszélyes légkör véletlenszerű kialakulását, a statikus elektromosság, valamint a gyújtóforrások véletlenszerű kialakulását;
- mérséklési akadály: a folyamattal kapcsolatos kockázati tényezők csökkentése a folyamat során fellépő hőmérséklet és nyomások mérséklésével;
- mérséklési akadály: a nanopor robbanási súlyosságára vonatkozó paraméterek csökkentése helyettesítés vagy hígítás révén;
- védelmi akadály: a kockázatnak kitett munkavállalók védettségének növelése.

O = Organisational measures, azaz szervezeti intézkedések

A szervezeti intézkedések közé tartozik például a munkavállalók tájékoztatása a kockázatokról, az alkalmazandó megelőző intézkedésekről, valamint a követendő szabályokról.
A munkavállalóknak adott tájékoztatásnak magában kell foglalnia a nanoanyagok veszélyeire és az elővigyázatosság elvére vonatkozó információkat, mivel még mindig korlátozottak az ismeretek a nanoanyagok egészségi és biztonsági veszélyeiről.
A nanoanyagokkal foglalkozó folyamatokra vonatkozó biztonságos eljárások és munkaelőírások dokumentálása és azok elérhetővé tétele a munkahelyen megteremti az alapot a megfelelő munkamódszerek számára, valamint referenciapontot biztosít a folyamatos fejlődéshez.

A szervezeti intézkedések szintén magukban foglalhatják a munkahelyen nanoanyagoknak kitett munkavállalók számának minimalizálását, valamint a nanoanyagok okozta potenciális expozíciós idő csökkentését. Korlátozni kell az azokra a területekre való belépést, ahol előfordulhat az expozíció; a biztonsági és veszélyt jelző táblákat megfelelően kell alkalmazni.

P = Personal protective measures, azaz egyéni védőintézkedések

Végső megoldásként, ha nem lehet alkalmazni a fent leírt intézkedéseket, vagy azok nem elegendőek, egyéni védőeszközöket kell használni. Sok iparágban a munkaruhák szükség esetén kesztyűvel és védőszemüveggel egészülnek ki.

Az ajánlott egyéni védőeszközökre vonatkozó információkat fel kell tüntetni a nanoanyagokat tartalmazó vegyi termékekről szóló biztonsági adatlapokon. Ha a megfelelő típusú egyéni védőfelszerelést választják ki, az jó védelmet biztosít a nanoanyagokkal szemben.

További információk

Minden hivatkozás, illetve részletesebb információk az OSHwiki nanoanyagokról szóló cikkében olvashatók:
https://oshwiki.eu/wiki/Nanomaterials

#Euhealthyworkplaces

© Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, 2019
Sokszorosítása a forrás megjelölésével engedélyezett.
A képek sokszorosítása vagy felhasználása esetén közvetlenül a jogtulajdonosokhoz kell fordulni engedélyért.
Az ebben a kiadványban felhasznált fényképeken különféle munkatevékenységek láthatók, amelyek nem feltétlenül a helyes vagy a jogszabályi előírásoknak megfelelő gyakorlatokat ábrázolják.

www.healthy-workplaces.eu/hu

Print: ISBN 978-92-9496-974-3, doi:10.2802/757255, TE-01-18-896-HU-C • PDF: ISBN 978-92-9496-968-2, doi:10.2802/478901, TE-01-18-896-HU-N