

## III. CHEMICKÉ ČISTENIE ODEVOV

Činnosť "**chemické čistenie odevov**" je definovaná ako akákoľvek priemyselná alebo komerčná činnosť využívajúca VOC v zariadení na čistenie odevov, bytového textilu a podobného spotrebného tovaru s výnimkou ručného odstraňovania škvŕn a škvŕn v textilnom a odevnom priemysle. Uvedená štúdia zahŕňa všetky zariadenia, v ktorých sa táto činnosť vykonáva, nezávisle od ročnej spotreby organických rozpúšťadiel. Chemické čistenie prebieha v komerčnom sektore, ako aj v priemyselnom meradle v špecializovaných firmách.

Osobitné požiadavky platia pre VOC klasifikované ako látky CMR, ako aj pre halogénované VOCs, ktorým sú priradené výstražné upozornenia H351 (Podozrenie, že spôsobuje rakovinu.) alebo H341 (Podozrenie, že spôsobuje genetické poškodenie.). Vypúšťanie VOC je kontrolované ako emisie zo zariadenia v uzavretých podmienkach, pokiaľ je to technicky a ekonomicky možné na ochranu verejného zdravia a životného prostredia. Pre látky CMR existuje všeobecná povinnosť čo najskôr ich nahradiť menej škodlivými látkami alebo prípravkami v čo najkratšom čase.

### 3.1 VŠEOBECNÝ OPIS ČINNOSTI A JEJ NAJČASTEJŠIE VYUŽITIE V PRIEMYSELNÝCH SEKTOROCH

Pri použití moderných strojov na suché čistenie a suchých strojov vybavených chladičom a filtrom s aktívnym uhlím vzniká väčšina emisií pri napínaní pracovnej komory. Komora predstavuje približne 20-násobok objemu zataženia, čo znamená, že objem komory 1 m<sup>3</sup> je možné naplniť 50 kg odevov na jeden cyklus. Typicky je koncentrácia VOC v odpadovom plyne po dokončení cyklov čistenia a sušenia menšia ako 2 g/m<sup>3</sup>. Ak sa predpokladá, že všetky tieto VOC sú emitované pri čistení odevov, potom sú tieto emisie nižšie ako 0,04 g/kg. Emisie môžu tiež vzniknúť z destilačného zvyšku, ktorý môže obsahovať 10 až 15% PER.

Odpad s obsahom PER sa musí zhromažďovať a spracovávať vhodným spôsobom odborne spôsobilou spoločnosťou. Interval likvidácie cca 100 litrov kalu s obsahom PER je zvyčajne v intervale od 2 týždňov do 6 mesiacov. V tomto období musí byť kal zlikvidovaný. Časový interval likvidácie kalu sa mení v závislosti od rôznych faktorov, napr. druh čistených odevov, stupeň znečistenia, miera využitia stroja, a pod..

### 3.2 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU VRÁTANE BLOKOVEJ SCHÉMY A OPISU JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGICKÝCH ÚKONOV, PRI KTORÝCH SA POUŽÍVAJÚ ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ ALEBO KDE DOCHÁDZA K EMISIÁM PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKOV

#### 3.2.1 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Stroje na chemické čistenie majú typicky kapacitu od 10 do 50 kg odevov na jeden cyklus čistenia. Odevy sú umiestnené v perforovanom oceľovom bubne, ktorý sa otáča asi 38-krát za minútu. Moderné, tzv. suché stroje, sú schopné odev nie len vyčistiť, ale aj vysušiť, čím sa eliminuje potreba prenášať vlhké odevy z čistiaceho stroja do sušičky a tým sa aj znižujú emisie VOC. Zavedenie strojov s integrovanou funkciou sušenia umožňuje recyklovať takmer celý PER používaný počas čistenia.

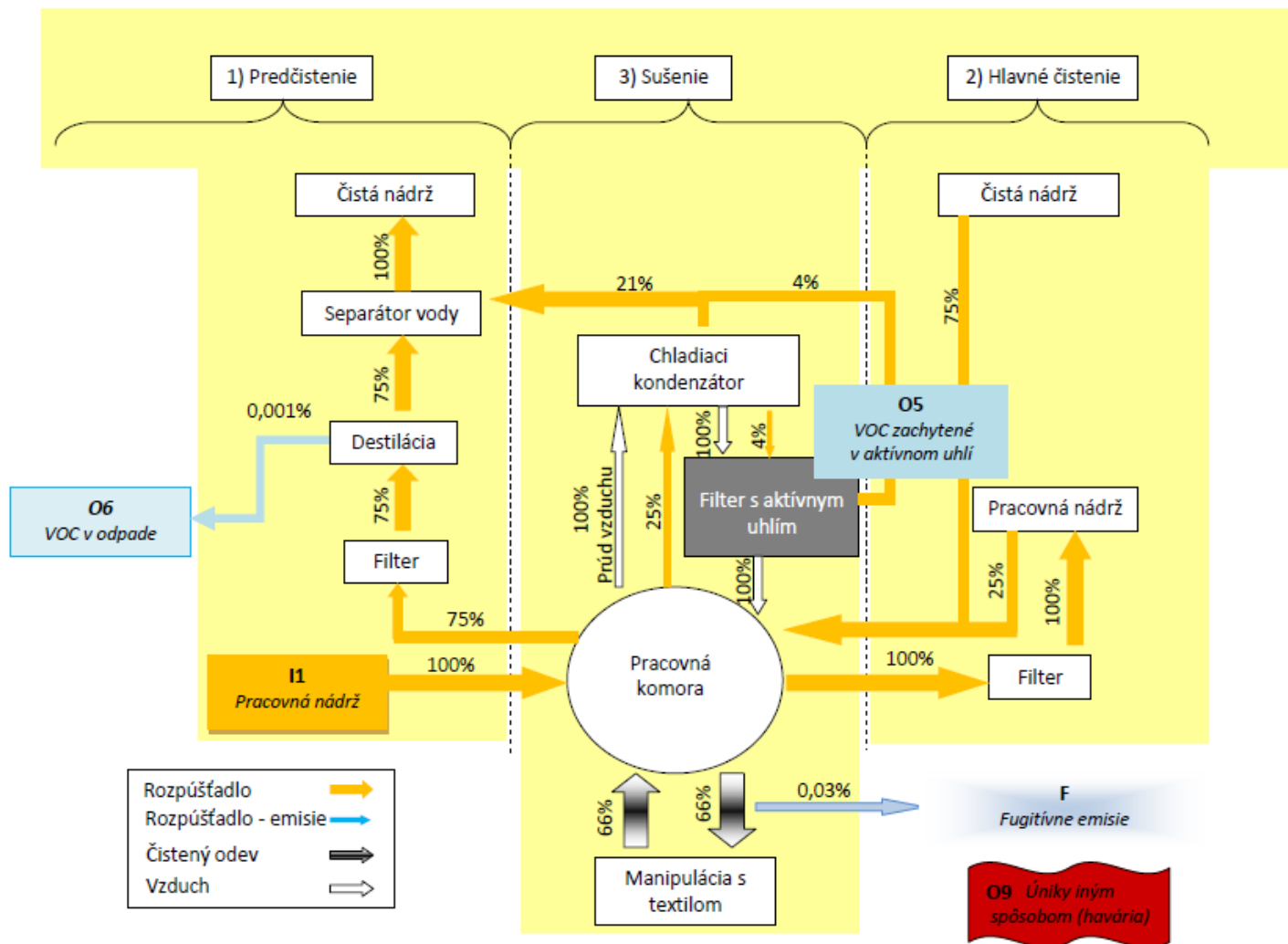
**Cyklus čistenia** pozostáva z dvoch krokov:

- *Prvým krokom* je cyklus predčistenia, pri ktorom je odstránená väčšina nečistôt. Rozpúšťadlo pre tento stupeň pochádza z pracovnej nádrže. Počas tohto cyklu sa PER stáva silne kontaminovaným. Potom nasleduje destilácia, aby sa znečistený PER získal na čisté rozpúšťadlo. Prečistený PER sa uskladní v čistiacej nádrži na opätovné použitie, zatiaľ čo kal sa zhromažďuje ako odpad. Ak nie je PER silne znečistený, je uložený v pracovnej nádrži.

- Druhý krok odstráni všetky zvyšné nečistoty. PER sa odoberá z čistiacej nádrže a pracovnej nádrže. Po dosiahnutí úrovne ponoru sa PER kontinuálne čerpá z čistiacej nádrže cez filter späť do bubna. Na konci druhého cyklu sa PER prefiltruje a uskladní v pracovnej nádrži.

Počas **procesu sušenia** sa cez odevy cirkuluje teplý vzduch a zvyškové rozpúšťadlo sa odparuje a extrahuje z pracovnej komore. Vzduch s naloženým rozpúšťadlom prechádza chladeným chladičom, kde sa PER a voda získavajú pomocou chladiacich cievok. Pretože PER a voda sú nemiešateľné a rozdelené na dve fázy, voda môže byť jednoducho odstránená a PER recyklovaný.

### 3.2.2 BLOKOVÁ SCHÉMA PROCESU



Upravené podľa pôvodného zdroja: Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC) - Guidance 11: Dry cleaning

### 3.3 POUŽITIE ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL A ICH CHARAKTERISTIKY (NAJMÄ BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ)

#### 3.3.1 CHARAKTERISTIKA POUŽÍVANÝCH ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL

V súčasnosti sa na chemické čistenie používajú nasledujúce rozpúšťadlá:

##### **Perchlóretylén (Cl<sub>2</sub>C = CCl<sub>2</sub> alebo PER)**

PER je najrozšírenejším rozpúšťadlom v priemysle chemického čistenia. Je nehorľavý, schopný rozpúšťať škvvrny na báze oleja a s detergentmi rozpúšťať škvvrny bez oleja.

##### **Uhlíkovodíky**

Niektoré nehalogénované uhlíkovodíkové čistiace prípravky (napr.: DF-2000TMFluid, EcoSolv®- čistiace tekuté kvapaliny, Pure Dry®, Shell Sol 240 HT, Stoddard Solvent, SolvonK4), majú dobré čistiace vlastnosti a sú menej škodlivé ako PER. Sú však horľavé a vyžadujú použitie protipožiarnych opatrení. Stroje, ktoré na chemické čistenie používajú uhlíkovodíky, vyžadujú systémy vákuovej destilácie a nemôžu byť prevádzkované pomocou PER.

Výhoda čistiach prípravkov na báze uhlíkovodíkov spočíva v tom, že znižujú spotrebu energie, pretože na prevádzku čistiacich strojov sa vyžaduje menej pary, čistí 3 až 4-krát viac oblečenia a nie je potrebné ich tak často dopĺňať. Znamená to, že na 1 kg čistených odevov sa spotrebuje menej rozpúšťadla a vyprodukuje sa menej odpadu, ktorý už nie je tak nebezpečný v porovnaní s odpadom pochádzajúcim z rozpúšťadiel na báze halogénov.

Ďalšie výhody použitia prípravkov na báze uhlíkovodíkov sú nasledovné:

- sú šetrné k životnému prostrediu – sú netoxické, niektoré už aj biologicky odbúrateľné,
- majú porovnateľný čistiaci výkon a niekedy aj lepšie výsledky ako pôvodné suché čistiace systémy,
- sú šetrnejšie k čisteným odevom,
- sú dermatologicky testované, čím je zabezpečené, že môžu byť využívané aj pre zákazníkov s citlivou pokožkou,
- sú takmer bez zápachu - dôležitý aspekt pre osoby, ktoré sú veľmi citlivé na pachy.

##### **Tekutý silikón**

Kvapalný silikónový prípravok, dekametylcyklopentasiloxán, je rozpúšťadlo, ktoré sa počas niekoľkých dní degraduje na prírodné zložky: oxid kremičitý, vodu a oxid uhličitý. Nemá žiadne výstražné upozornenia/bezpečnostné vety, ale v niektorých krajinách sa skúma, pretože by to mohlo byť škodlivé pre životné prostredie.

##### **Iné**

Okrem vyššie uvedených rozpúšťadiel, môžu byť použité aj nasledujúce látky, ktoré sú bez VOC:

- voda a prípravky báze vody obsahujúce rôzne detergenty,
- vodná para,
- kvapalné CO<sub>2</sub>.

#### 3.3.2 BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

Procesné emisie rozpúšťadiel spolu s emisiami NO<sub>x</sub> sú, v prítomnosti slnečného žiarenia, prekurzormi tvorby prízemného ozónu.

Emisie VOC môžu vznikáť počas:

- procesu čistenia a sušenia,
- pri nakladaní a vykladaní čistených odevov z bubna.

Pracovné procesné úniky a úniky zo skladovacích priestorov môžu spôsobiť emisie do pôdy a podzemných vôd.

Tento proces vytvára odpad obsahujúci rozpúšťadlá, ktoré je potrebné likvidovať takým spôsobom, aby sa zabránilo alebo obmedzilo emisiám do ovzdušia, pôdy a podzemných vôd.

PER je klasifikovaný ako karcinogénna látka kategórie 3 - čo znamená, že môže spôsobiť rakovinu. Je jedovatý/škodlivý pre vodné organizmy a môže spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky vo vodnom prostredí. Halogénované rozpúšťadlá, pri nevhodnom používaní a skladovaní, sú bežnými znečisťujúcimi látkami v podzemných vodách. V súčasnosti existuje niekoľko výskumných projektov zameraných na substitúciu PER. Jediné praktické alternatívy oproti PER sú ropné frakcie (zmesi alifatických uhľovodíkov).

Najčastejšie používané prípravky a ich možné náhrady

Chemická látka	Typická oblasť použitia	Možná náhrada	Poznámka
Perchlóretylén (PER), halogénované VOC	Chemické čistenie odevov	Modifikované alkoholy, tekutý silikón, kvapalnú CO <sub>2</sub> , voda a prípravky na báze vody alebo alternatívne technológie.	-
	Najbežnejšie používaným halogénovaným rozpúšťadlom na čistenie odevov v parnej fáze		

Ich veľkou nevýhodou je však skutočnosť, že sú horľavé a nemôžu sa používať v rámci jestvujúcich čistiacich strojov. Okrem toho substitúcia PER systémami na báze uhľovodíkov nezníži množstvo emisií VOC z tohto druhu priemyselného odvetvia. Ďalšou možnosťou je zavedenie nadkritických kvapalín, napr. je CO<sub>2</sub> pri 300 baroch, ale investičné a prevádzkové náklady sú veľmi vysoké.

V nasledovnej tabuľke sú uvedené príklady rozpúšťadiel, ktoré sa zvyčajne používajú na čistenie odevov:

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
Perchlóretylén (PER)	127-18-4	H351	Podозrenie, že spôsobuje rakovinu.
Izopropanol	67-63-0	H225 H319 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.

Podrobný opis čistiacich prostriedkov je uvedený v kapitole nižšie.

### 3.4 NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY - NÁHRADY ŠTANDARDNÝCH TECHNÍK POUŽÍVAJÚCICH ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

Najlepšie dostupné techniky:

- minimalizovať potrebu čistenia,
- odstránenie nečistôt ručne,
- použitie čistiacich prostriedkov s nízkou prchavosťou,
- čistenie v uzavretých pračkách min. 5.generácie so zabudovanou regeneráciou organického rozpúšťadla.

V nasledujúcich kapitolách sú ďalej uvedené potenciálne náhrady za VOC a súvisiace technológie. Sú tu zahrnuté aplikačné podmienky, ako aj výhody a nevýhody v porovnaní s VOC systémami.

#### 3.4.1 SYSTÉMY BEZ VOC

Táto časť opisuje spôsoby, akými sa môžu výrobky alebo systémy bez obsahu VOC používať na nahradenie bežne používaných organických rozpúšťadiel.

#### 3.4.1.1 MOKRÉ ČISTENIE

Pri mokrom čistení sa ako rozpúšťadlá používajú roztoky na báze vody obsahujúce rôzne detergenty. Tieto systémy sú úplne bez VOC, ale spôsobujú vypúšťanie kontaminovanej vody.

Technologický postup sa odlišuje od postupu prania v domácnostiach v použitých čistiacich prostriedkoch, veľkosti stroja a mechanického spracovania textílií. Čistiace prostriedky pozostávajú hlavne z tenzidov (alkylbenzénsulfonátov) na odstránenie škvŕn na báze oleja. Účinnosť čistenia závisí od skúseností čistiaceho personálu.

Mokrú čistenie je veľmi účinné pre škvŕny rozpustné vo vode, ako je krv alebo víno, a odstraňuje tieto škvŕny lepšie ako PER. Táto technika je menej vhodná pre odevy, ktoré majú vrstvy rôznych materiálov (napríklad obleky). Ďalšou nevýhodou mokrého čistenia v porovnaní so suchým čistením je to, že sa počas prania vytvárajú záhyby (čistené odevy sú „krčené“); preto je dokončovací proces rozsiahlejší (je potrebné hľadanie a žehlenie), čo zvyšuje energetické a ekonomické náklady na čistenie.

Napriek tomu, z ekonomického hľadiska, je aspoň 35% oblečenia vhodné na mokré čistenie. Typický suchý prací cyklus trvá asi 21 minút (ale odevy sú predsušené a dokončenie suchého pracieho cyklus trvá 3-5 min), zatiaľ čo mokré čistenie zaberá asi 45 až 50 minút.

---

#### 3.4.1.2 ČISTENIE KVAPALNÝM CO<sub>2</sub>

Kvapalný oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) sa môže použiť ako rozpúšťadlo. CO<sub>2</sub>, ktorý môže existovať ako kvapalina pri izbovej teplote, ak je udržiavaný pri vysokom tlaku v uzavretom systéme, má plynovú konzistenciu a nízke povrchové napätie. Funguje ako veľmi účinný čistiaci prostriedok v kombinácii s čistiacimi prostriedkami na odstránenie nečistôt z odevov. Tekutý CO<sub>2</sub> je účinný na väčšine materiálov a môže odstrániť širokú škálu škvŕn a nečistôt. Je nehorľavý a úplne bez VOC. CO<sub>2</sub> sa tiež používa na čistenie odevov po požari a vode kvôli jeho účinnosti pri odstraňovaní toxických rezíduí, sadzí a súvisiaceho zápachu požiaru.

Keďže kvapalná technológia CO<sub>2</sub> pracuje pri izbovej teplote, akékoľvek škvŕny, ktoré zostanú na odevu po umývacom cykle, neboli vystavené teplu - ako tomu bolo v prípade tradičných systémov čistenia suchou cestou; teda odstraňovanie škvŕn po umývaní je veľmi účinné. Tekutý CO<sub>2</sub> má dobré vlastnosti na zachovanie farby, ktoré sa rovnajú alebo presahujú výkonnostným charakteristikám pre PER chemické čistenie pre širokú škálu farebných textílií.

Táto technika je však menej vhodná pre odevy vyrobené z triacetátových a acetátových tkanín, najmä ak sa použili žlté disperzné farbivá. Proces sa uskutočňuje vo vysokotlakej nádobe s hodnotou približne 30 až 40 barov, preto sú stroje relatívne nákladné.

Keďže neexistuje cyklus sušenia, systémy CO<sub>2</sub> majú zvyčajne celkový cyklus čistenia 30 minút alebo menej, čo je výrazne kratšie ako cyklus čistenia v PER. Pri výpadku kyslíka je potrebné nainštalovať alarm. Jedinou emisiou z tohto systému je CO<sub>2</sub>.

---

#### 3.4.2 NÁHRADA LÁTKO SO ŠPECIFICKÝMI H-VETAMI

K dispozícii sú nasledujúce alternatívy pre látky so špecifickými H-vetami: napríklad tekutý silikón. Hoci tieto alternatívy nie vždy vedú k zníženiu celkových emisií VOC, sú uprednostňované, pretože znižujú zdravotné riziká.

---

##### 3.4.2.1 ČISTENIE TEKUTÝM SILIKÓNOM

Tekutý silikónový produkt, dekametylcyklopentasiloxán, známy pod obchodným názvom GreenEarth®, je rozpúšťadlo VOC používané v tomto priemysle. Prípravok počas niekoľkých dní degraduje na prírodné zložky: oxid kremičitý, vodu a

oxid uhličitý. Na rozdiel od uhľovodíkových rozpúšťadiel nespôsobuje podráždenie pokožky alebo kontamináciu podzemnej vody. Toxikologické štúdie uvádzajú rôzne nálezy, od úplne neškodného až po pozorovanie malého, ale štatisticky významného zvýšenia rakoviny maternice u potkanov, v dôsledku veľmi vysokého vystavenia kvapalnému silikónu.

Účinnosť kvapalných silikónových výrobkov pri odstraňovaní škvŕn je menšia ako účinnosť PER, ale je porovnateľná s prípravkami rozpustnými vo vode. Pri každej záťaži (pracovnom cykle) sa automaticky vstrekuje 1% koncentrácie detergentu, aby sa zabezpečilo dobré odstránenie škvŕn.

Zmena čistiaceho stroja z PER na stroj GreenEarth® je možná, avšak je potrebné počítať s istými technickými a obchodnými obmedzeniami/resp. ťažkosťami. Prevádzkové náklady pri čistení tekutým silikónom sú vyššie v porovnaní s čistením PER. Trvanie cyklu prania je 53 - 58 minút, čo je o 10 minút dlhšie ako pri chemickom čistení.

#### 3.4.2.2 SYSTÉMY NA BÁZE UHLĽOVODÍKOV

Čistiace systémy na báze uhľovodíkov, ktoré sa používajú na chemické čistenie, sú zmesou rôznych halogénovaných zložiek - typicky n- a izo-parafíny. Niektoré uhľovodíky sú horľavé, a preto je potrebné vziať do úvahy zodpovedajúce bezpečnostné opatrenia. Hlavný rozdiel medzi čistiacími strojmi pracujúcimi so systémami na báze uhľovodíkov a tými, ktoré používajú PER, spočíva v tom, že prvé používajú vákuovú destiláciu na regeneráciu uhľovodíkového rozpúšťadla, ktorá v prípade PER nie je potrebná.

Niektoré, ale nie všetky, čistiace stroje PER môžu byť prevedené na použitie systémov na báze uhľovodíkov. Vo všeobecnosti je takýto čistiaci stroj o 40% drahší. Účinnosť a efektívnosť čistenia sa blíži k PER, ale sušenie odevu vyžaduje viac energie najmä pre hrubé odevy. Výhodou systémov na báze uhľovodíkov je ich minimálna pachová stopa. Čistiace cykly sú približne rovnaké. Čistiace prípravky na báze uhľovodíkov, na rozdiel od PER, nenesú označenie špecifického rizika. V jednom čistiacom stroji môžu byť inštalované viaceré pracovné a zásobné nádrže na rôzne druhy uhľovodíkov:

Príklad uzavretej pračky 5.generácie so zabudovanou regeneráciou organického rozpúšťadla:



Zdroj: <http://www.laundryandcleaningnews.com/features/featuretechnology-creates-greater-choice-6063555//featuretechnology-creates-greater-choice-6063555-492477.html>

### 3.5 MOŽNOSTI PREVENČIE A ZNIŽOVANIA EMISÍ PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO PRI ŠTANDARDNÝCH PROCESOCH

Existuje niekoľko možností chemického čistenia bez VOC vrátane mokrého čistenie a čistenia kvapalným CO<sub>2</sub>. Žiadne z nich však nemajú úplne rovnakú schopnosť odstraňovať škvrny ako najbežnejšie používané rozpúšťadlo, perchlóretylénu (PER) a môžu byť drahšie.

Uzavreté stroje, vybavené chladičom a filtrom s aktívnym uhlím na získanie rozpúšťadla, majú nižšiu spotrebu PER a emisie sú zvyčajne nižšie ako 10 g/kg. Použitie uzavretých jednotiek na zber destilačných zvyškov ešte viac znižuje emisie VOC. Pri manipulácii s kalom (uzavreté nádoby) je dôležitá dobrá prevádzková prax.

Ďalšie možnosti prevencie a znižovania emisí VOC je možné nájsť aj v príručke pre dobrú prevádzkovú prax pre chemické čistenie:

[http://ec.europa.eu/environment/archives/air/stationary/solvents/activities/pdf/d017\\_best\\_practice\\_dry\\_cleaning.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/air/stationary/solvents/activities/pdf/d017_best_practice_dry_cleaning.pdf)

### 3.6 PREHĽAD NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNÍK A MOŽNOSTÍ OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO

Iné opatrenia na prevenciu emisí VOC a techniky znižovania emisí VOC. Pre zníženie emisí VOC sa môžu použiť preventívne opatrenia, zlepšenia procesov a techniky znižovania, ak nie je možná náhrada VOC.

#### 3.6.1 NASLEDUJÚCE OPATRENIA SA BEŽNE POUŽÍVAJÚ PRI PROCESE ČISTENIA

##### 3.6.1.1. UZAVRETÁ DESTILAČNÁ JEDNOTKA A BUBON

Uzavreté destilačné jednotky sa môžu použiť, aby sa zabránilo emisiám počas odstraňovania zvyškov destilácie. Tieto systémy poskytujú alternatívu k ručnému odstraňovaniu škvŕn a flakov. V uzavretej destilačnej jednotke sa zvyšok čerpá priamo do bezpečnostnej nádoby. Uzavretý bubon zabraňuje emisii počas cyklu prania. Pri použití v kombinácii s monitorovacím zariadením PER, ktoré zabraňuje predčasnemu otvoreniu komory, je možné zabrániť emisiám spôsobeným operátorom. Kombinácia kondenzátora a filtra s aktívnym uhlím môže znížiť emisie počas kroku výmeny odevu o viac ako 80%.

##### 3.6.1.2 REGENERÁCIA AKTÍVNEHO UHLIA

Regenerácia aktívneho uhlia je najúčinnnejšou technológiou, ktorá sa v súčasnosti používa na zníženie emisí z čistiacich strojov PER alebo uhľovodíkov. Ak je nainštalovaný systém na rekuperáciu aktívneho uhlia, môže byť navrhnutý menší chladiaci kondenzátor.

V priebehu umývacieho cyklu sa PER cirkuluje v uzavretom systéme, ale keď sú odevy vybraté, systém sa otvorí a môžu sa uvoľňovať pary PER. Koncentrácia PER v pracovnej komore stroja, ktorý nie je vybavený aktivovaným filtrom, je asi 10 až 14 g/m<sup>3</sup>. Stroje s filtrom s aktívnym uhlím recirkulujú vzduch v pracovnej komore cez uhlíkový filter, kým nedosiahne prednastavenú (nízku) prahovú koncentráciu PER - preto je potrebné meracie zariadenie. Pomocou tejto techniky môže byť dosiahnutá výsledná koncentrácia PER < 2 g/m<sup>3</sup>. Nákupná cena filtračného systému s aktívnym uhlím, ktorá sa automaticky regeneruje, je približne 6 000 až 7 000 EUR pre čistiaci stroj s kapacitou 10kg a približne 22 000 EUR čistiaci stroj s kapacitou 70kg. Z prevádzkových dôvodov je užitočné namontovať do jedného čistiaceho stroja dva jednotky s aktívnym uhlím. V tomto prípade sa znižujú prestoje, pretože vždy pracuje jedna jednotka (filter) a druhá sa automaticky regeneruje.



### 3.6.1.3 KONDENZÁCIA

Chladiace zariadenia a chladiče sa používajú na izoláciu rozpúšťadiel z obidvoch strojov – systémy s PER aj na báze uhľovodíkov. Počas procesu čistenia a pred otvorením bubna na vybratie vyčistených odevov, preteká cez kondenzátor teplý vzduch obohatený rozpúšťadlom. Kondenzátor znižuje teplotu vzduchu, čím spôsobuje kondenzáciu väčšiny rozpúšťadla a jeho odstránenie z prúdu vzduchu. Chladené kondenzátory (kondenzátory s integrovaným chladičom) sú približne o 60% účinnejšie ako len vodou chladené kondenzátory. V prípade chladených kondenzátorov je možné dosiahnuť zníženie koncentrácie VOC z približne 1 100 ppm na 450 ppm.

### 3.6.1.4 PRAKTICKY BEZVODÁ PRÁČKA

V posledných rokoch sa vyvinulo mnoho nových technológií, ktoré nahrádzajú používanie PER. Technológia, ktorá je pripravená na trh, je prakticky bezvodá práčka.

Tento stroj používa o 98% menej vody (asi 100 ml vody na kg čisteného odevu) a energie ako bežná práčka. Spôsob je založený na použití plastových granúl (alebo čipov), ktoré sa prepádajú s odevom na odstránenie škvŕn. Tento proces dokáže prakticky odstrániť všetky typy každodenných škvŕn rovnako efektívne ako existujúce procesy, pričom necháva oblečenie rovnako čisté a svieže pri bežnom praní. Navyše oblečenie je hneď po vyčistení takmer suché, čo znižuje energetickú náročnosť celého procesu a znižuje potrebu bubnových sušičiek.

## ZHRNUTIE OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE EMISIÍ VOC

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté opatrenia na prevenciu a znižovanie emisií VOC:

Cieľ	Opis
Systém bez VOC	Mokrú čistenie. Čistenie tekutým CO <sub>2</sub> .
Nahradenie CMR látok	Systém na báze uhľovodíkov. Čistenie kvapalným silikónom.
Optimalizačné procesy	Uzatvorené čistiace jednotky.
Znižovanie emisií v koncových odlučovacích zariadeniach	Filter s aktívnym uhlím. Kondenzačné chladenie.