

II. ODMASŤOVANIE A ČISTENIE POVRCHOV

Čistenie a odmasťovanie povrchov výrobkov je nevyhnutné v mnohých priemyselných odvetviach, vrátane elektronického priemyslu, kovoobrábania a strojárstva, od výroby ťažkých strojov a vozidiel, až po výrobu lekárskeho, presných a optických prístrojov. Výber čistiaceho rozpúšťadla závisí od typu čistiaceho procesu, požadovaného stupňa čistenia, od spôsobu odstraňovania kontaminantu a od príslušných výrobkov.

Medzi látky, ktoré sa bežne používajú na čistenie povrchov, patria organické rozpúšťadlá (nehalogénované a halogénované uhľovodíky) a systémy na báze vody. Systémy na báze vody sú široko používané a v mnohých prípadoch už aj nahradili organické rozpúšťadlá.

Nehalogénované uhľovodíky sa používajú v niekoľkých priemyselných odvetviach na výrobu výrobkov z gumy/plastov, sklenených výrobkov, potrubných prác, strojov a dopravných zariadení. Existujú tiež aplikácie v oblasti presnosti/elektrotechniky, elektroniky a presnej optiky a vo výrobe dosiek s plošnými spojmi. Typ a veľkosť čistiaceho systému sa pohybuje od malých, otvorených a ručne ovládaných až po veľké uzavreté priemyselné prevádzky. Nehalogénované rozpúšťadlá sa používajú aj na odstraňovanie voskov z automobilov (v distribučných spoločnostiach alebo v predajniach automobilov) a v autoservisoch.

Rozpúšťadlá klasifikované ako látky CMR alebo halogénované rozpúšťadlá sa používajú na odstránenie znečistenia z kovov, skla, keramiky alebo kompozitných povrchov, ako sú dosky s plošnými spojmi. Halogénované rozpúšťadlá sú zvlášť účinné na odstránenie mastných kontaminantov. Nie sú vhodné pre väčšinu gumy a plastov, pretože tieto môžu byť rozpustné v týchto rozpúšťadlách.

Rozpúšťadlá bez halogénov a s obsahom halogénov používajú špecializované firmy na odstraňovanie náterov v automobilovom a leteckom priemysle.

2.1 VŠEOBECNÝ OPIS ČINNOSTI A JEJ NAJČASTEJŠIE VYUŽITIE V PRIEMYSELNÝCH SEKTORCH

Čistenie povrchu je proces, ktorý sa uplatňuje vo viacerých priemyselných odvetviach a zvyčajne prebieha pred alebo po inom výrobnom kroku (napríklad pred lakovaním, či inou povrchovou úpravou). Do tejto činnosti je zahrnuté odstraňovanie farby, či odstraňovanie vosku, resp. odstraňovanie starých náterov, okrem chemického čistenia. Táto činnosť sa netýka čistenia technologického zariadenia (čistenie výrobných nástrojov v rámci údržby), ale len čistenia povrchu výrobkov.

Odvoskovanie

Na ochranu automobilov, prípadne komponentov počas prepravy, sa môže použiť náter "vosku". „Odvoskovanie“ je potom potrebné na odstránenie vosku v mieste vykládky (napríklad u predajcov áut) a niekedy aj pri montáži vozidla počas výrobného procesu. Tieto vosky sa odstránia rozpúšťadlami pred ďalším spracovaním alebo predajom vozidla. Zvyčajne sa pri vysokotlakovom postreku aplikuje zmes rozpúšťadiel a vody (napríklad kerozín) pri teplotách približne 80°C (na odvoskovanie priemerného vozidla sa používa približne 6 až 10 litrov odparafínovej zmesi). Uvedená činnosť však už nie je často využívaná, na ochranu vozidiel, častí vozidiel alebo komponentov počas ich prepravy sa používajú recyklovateľné „textilné návleky“.

Odstraňovanie náterov (farieb a lakov)

Odstraňovanie chemických farieb sa zvyčajne vykonáva ponorením alebo, v menšej miere, striekaním. Odstraňovanie náterov prebieha v kúpeli s rozpúšťadlom (ponorná nádrž) pri teplotách okolo 80 - 90°C. Voľba stripovacej látky (látka, ktorá odstráni pôvodný náter) závisí od materiálu, ktorý sa má ošetriť. Čisté rozpúšťadlá sa často používajú pre ľahké kovy a neželezné kovy; na oceľ sa môže použiť zmes rozpúšťadiel alebo vodných alkalických roztokov.

2.2 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 LÁTKO.

2.2.1 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Čistenie na báze rozpúšťadla sa môže rozdeliť na tri typy procesov:

1. čistenie alebo odmasťovanie v parnej fáze: na povrchu výrobku kondenzujú pary rozpúšťadiel,
2. čistenie v kvapalnej fáze (alebo otvorené čistenie): znečisťujúce látky sú namočené / ponorené do rozpúšťadla,
3. ručné čistenie: kvapalné alebo aerosólové rozpúšťadlá sa nanášajú pomocou utierok, handier, kefy atď.

Najbežnejšie technológie na čistenie povrchov s VOC sú popísané nižšie. Patria sem aplikačné systémy pre rozpúšťadlá používané na odstraňovanie starých voskov (odvoskovanie) a odstraňovanie starých náterov.

2.2.1.1 ČISTENIE ALEBO ODMASŤOVANIE V PARNEJ FÁZE

Tieto čistiace stroje ponúkajú najvyššie štandardy čistenia povrchu a znižovania emisií VOC. Počas čistenia sa emisia VOC znižuje na minimum pomocou vákuu. Všetky procesy, v ktorých sa môžu vyskytnúť emisie rozpúšťadiel, prebiehajú v uzavretej komore vo vákuu. Komora má integrovaný filter s aktívnym uhlím na čistenie odpadového plynu a automatické otváranie dverí, aby sa zabránilo emisiám VOC. Takéto zariadenia sú vybavené nízkoteplotným vákuovým destilačným systémom (na integrovanú recykláciu rozpúšťadiel), ktorý oddeľuje rozpúšťadlo od olejov a tukov na opätovné použitie. Stroj obsahuje bezpečnostné systémy, aby sa zabránilo emisiám - dokonca aj v prípade nesprávnej manipulácie. Použitie rozpúšťadla je obmedzené na určenú oblasť manipulácie, kde je možné znížiť mieru spotreby na minimum. Konštrukcia stroja je taká, že sa nevytvára žiaden odpadový vzduch a odstránené nečistoty sú zachytávané v utesnených filtroch, ktoré sa automaticky sušia.

Tieto stroje môžu pracovať buď s chlórovanými rozpúšťadlami alebo uhľovodíkovými rozpúšťadlami triedy A3 (bod vzplanutia je vyšší ako 55°C, čo znamená, že nie sú horľavé vo vákuových podmienkach). Pre vylepšené čistenie môžu byť tieto zariadenia vybavené aj ultrazvukovým čistením. Zvyčajne sú tieto zariadenia k dispozícii v rôznych štandardných rozmeroch s objemom čistiacej komory od 100 l do 5 000 l.

2.2.1.2 ČISTENIE V KVAPALNEJ FÁZE (ALEBO OTVORENÉ ČISTENIE)

Typické otvorené zariadenie má zásobník obsahujúci ohrievač na generovanie pary rozpúšťadla. Časti, ktoré sa majú čistiť, sú ponorené do parnej zóny a na obrobku (výrobku) kondenzuje rozpúšťadlo, až sa zohreje na teplotu pár. Zvyškové kvapalné rozpúšťadlo sa rýchlo odparuje, pretože vyčistené časti sa pomaly odstraňujú z parnej zóny. Čistenie je často doplnené rozstrekovaním rozpúšťadla na časti zhora alebo ponorením do kvapalného rozpúšťadlového kúpeľa. Takmer všetky parné odmasťovače sú vybavené odľučovačom vody, ktorý umožňuje (bez vody) rozpúšťadlo vracať späť do odmasťovača.

Na zníženie emisií VOC a na ochranu pracovníkov by mali byť takéto systémy aspoň okapotované a odpadové plyny odvádzané mimo pracovný priestor. Ideálne je, keď takéto odpadové plyny sú pred vypustením do vonkajšieho ovzdušia

aj čistené a VOC je zachytávané. Príklady vhodného odlučovacieho zariadenia, v závislosti od koncentrácie VOC v odpadovom plyne a objemového prietoku odpadového plynu sú uvedené v úvode tejto štúdie.

2.2.1.3 RUČNÉ ČISTENIE

Čistiace prostriedky na čistenie sú bežne používané tým, ktorí vykonávajú údržbárske a výrobné činnosti. Sú to hlavne vsádzkové dávky a - v porovnaní s čistením v parnej fáze - používajú odmasťovače rozpúšťadiel s vyššou teplotou varu.

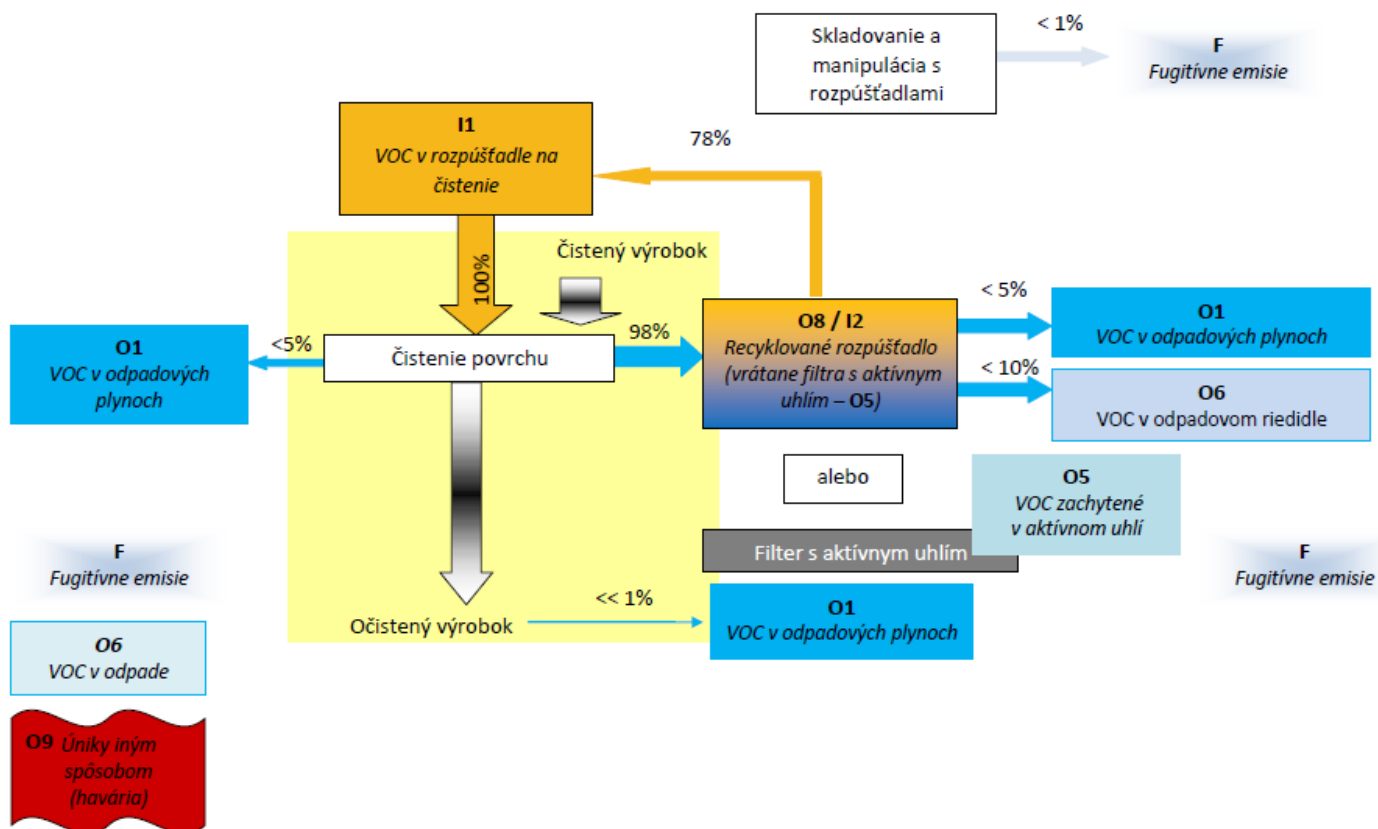
Operácie čistiaceho zariadenia zahŕňajú:

- postrek,
- čistenie,
- oplachovanie a
- ponorenie.

Aby sa zvýšil čistiaci účinok, znečistené časti sú často predčistené ručne (mechanicky) postrekom pred ponorením do nádrže. Po čistení sú časti buď zavesené nad nádrž alebo umiestnené na samostatnom stojane. Odečené rozpúšťadlo sa potom znovu použije.

Typické zariadenia tohto druhu sa značne líšia dizajnom, existujú však dva základné konštrukčné riešenia: jednoduchý rozprašovač a ponorná nádrž. Emisie VOC vznikajú v otvorenej nádrži počas procesu čistenia. Preto sa často používa tesne priliehajúci kryt na zatvorenie jednotky a zabráneniu emisiám VOC v čase, keď sa nádrž nepoužíva.

2.2.2 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 4/5: Surface cleaning

Väčšina emisií do ovzdušia vzniká počas čistenia a pri manipulácii a skladovaní prípravkov s obsahom rozpúšťadiel. Úniky zo skladovacích priestorov môžu mať za následok aj emisie do pôdy a podzemných vôd.

Tento proces vytvára odpad obsahujúci VOC, ktorý je potrebné likvidovať takým spôsobom, aby sa zabránilo alebo obmedzilo úniku emisií do ovzdušia, pôdy a podzemných vôd.

Typické je zachytávanie VOC v odpade, prípadne jeho ďalšie spracovanie formou recyklácie alebo regenerácie rozpúšťadla na opätovné použitie.

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

2.3.1 POUŽITIE ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL A ICH CHARAKTERISTIKA

2.3.1.1 VOC SO ŠPECIFICKÝMI H-VETAMI

Použitie látok CMR alebo halogénovaných rozpúšťadiel, ktoré nesú označenie špecifického rizika H351 (Podozrenie, že spôsobuje rakovinu.); H350 (Môže spôsobiť rakovinu.); H360fd (Môže poškodiť plodnosť. Podozrenie z poškodzovania nenarodeného dieťaťa.) podlieha osobitným požiadavkám. Halogénované rozpúšťadlá sú však stále široko používané, pretože majú vynikajúce čistiace vlastnosti. Majú vysokú schopnosť rozpúšťať veľké množstvo látok, nízke povrchové napätie, nehorľavosť, rýchle sa odparujú, majú dobrú recyklovateľnosť a sú vhodné pre široké spektrum materiálov.

Najčastejšie používané halogénované VOC na čistenie povrchu sú:

Chemická látka	Typická oblasť použitia	Možná náhrada	Poznámka
Perchlóretylén (PER, perc, tetrachlóretylén), halogénované VOC	Priemyselné čistenie hliníka, horčíka, zinku, mosadze a ich zliatin v uzavretých zariadeniach. Najbežnejšie používaným halogénovaným rozpúšťadlom na čistenie kovových pár v parnej fáze	Modifikované alkoholy alebo alternatívne technológie.	
dichlómetán (DCM, metylénchlorid), halogénovaný VOC	Zvyčajne sa používa na odstraňovanie farieb	Alternatívne technológie	
trichlóretylén (TRI, trike), látka CMR	Používa sa na parné čistenie a čistenie za studena. Používa sa hlavne na odstránenie mazív používaných pri zváraní, vosku, oleja a tuku z častí elektroniky, kovov a iných materiálov.	Modifikované alkoholy, PER alebo alternatívne technológie.	Zistilo sa však, že nájdenie vhodnej náhrady čistiacich prostriedkov pre čistenie výrobkov so zložitou geometriou (napr. nápravové ložisko) vedie k nekontrolovateľným stratám kvality.
N-propylbromid (nPB), látka CMR	Použitie nPB na čistenie povrchov je už zakázané	Modifikované alkoholy, PER alebo alternatívne technológie.	Používal sa v tých istých sektoroch a spôsobom ako trichlóretylén.

Ďalšie často používané VOC na čistenie povrchov sú:

Chemická látka	Typická oblasť použitia
alkány (izododekán, izo-parafíny, N-parafíny, petrolej)	odvoskovanie
alicykly (cyklohexán)	
alkoholy (izopropanol, 1-butoxypropan-2-ol)	odmasťovanie
polárne aprotické látky (N-metylpyrolidón)	odstraňovanie farieb
ketóny (acetón, diketón)	odmasťovanie
estery (N-butylacetát)	

Chemická látka	Typická oblasť použitia
étery (glykoléter)	odstraňovanie farieb

2.3.2 BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

Na čistenie povrchov sa používa široká škála rôznych rozpúšťadiel. Procesné emisie rozpúšťadiel, spolu s emisiami NO_x, sú, v prítomnosti slnečného žiarenia, prekursori tvorby prízemného ozónu.

2.3.2.1 VOC SO ŠPECIFICKÝMI H-VETAMI

Hlavné environmentálne a zdravotné problémy rozpúšťadiel označených CMR vyplývajú z ich klasifikácie ako karcinogénne, mutagénne alebo toxické pre reprodukciu.

Rozpúšťadlá trichlóretylén a N-propylbromid sú klasifikované ako látky CMR kategórie 2 a existujú určité obmedzené dôkazy o karcinogénnych účinkoch perchlóretylénu a dichlórmétánu.

Perchlóretylén a trichlóretylén sú jedovaté/škodlivé pre vodné organizmy a môžu spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky vo vodnom prostredí.

Halogenované rozpúšťadlá okrem látok znečisťujúcich ovzdušie sú toxické pre vodné prostredie.

Rozpúšťadlá 1-butoxypropan-2-ol, izopropanol, cyklohexán, N-metylpyrolidón a acetón sú klasifikované ako škodlivé a spôsobujú podráždenie očí a/alebo pokožky.

Izopropanol, cyklohexán, acetón a N-butylacetát sú klasifikované ako "Pary môžu spôsobiť ospalosť a závrat".

Cyklohexán, izododekán a petrolej sú škodlivé a pri požití môžu spôsobiť poškodenie pľúc.

Opakovaná expozícia **N-butylacetátu a acetónu** môže spôsobiť vysušenie alebo popraskanie pokožky.

Niektoré rozpúšťadlá sú tiež toxické vo vodnom prostredí. Cyklohexán je vysoko toxický pre vodné organizmy a môže spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky. Väčšina organických rozpúšťadiel je veľmi horľavá. Izopropanol, cyklohexán, acetón, izododekán sú klasifikované ako vysoko horľavé, zatiaľ čo N-butylacetát je klasifikovaný ako horľavý.

Opakovaný alebo dlhší kontakt pokožky s rozpúšťadlami môže spôsobiť, že prirodzené prostredie pokožky mizne a môžu spôsobiť vyrážky, vysušenie až popraskanie kože, svrbenie atď. Tieto rozpúšťadlá majú navyše tendenciu vyvolať alergie, dráždiť pľúca, oči a oči. a dýchacích ciest a ovplyvňujú krvný obraz.

Okrem toho, ak sa rozpúšťadlo používa v uzavretých priestoroch, existuje potenciálne nebezpečenstvo požiaru alebo výbuchu. Skladovanie týchto prípravkov je preto komplikované kvôli množstevným obmedzeniam.

V nasledovnej tabuľke sú uvedené príklady rozpúšťadiel obsiahnutých vo zvyčajne používaných odmasťovacích prípravkoch:

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
Acetón	67-64-1	H225 H319 H336 EUH 066	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty. Opakovaná expozícia môže spôsobiť vysušenie alebo popraskanie pokožky.
Perchlóretylén	127-18-4	H351	Podозrenie, že spôsobuje rakovinu.

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
dichlórmétán	75-09-2	H351	Podozrenie, že spôsobuje rakovinu.
trichlóretylén	79-01-6	H350	Môže spôsobiť rakovinu.
N-propylbromid	106-94-5	H360Fd	Môže poškodiť plodnosť. Podozrenie z poškodzovania nenarodeného dieťaťa.
Cyklohexán	110-82-7	H225 H304 H315 H336 H410	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Môže byť smrteľný po požití a vniknutí do dýchacích ciest. Dráždi kožu. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty. Veľmi toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami
Butylacetát	123-86-4	H226 H336	Horľavá kvapalina a pary. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Benzínové rozpúšťadlo (ropné), ľahká aromatická frakcia	64742-95-6	H226 H304 H411 H332 H315 H335	Horľavá kvapalina a pary. Môže byť smrteľný po požití a vniknutí do dýchacích ciest. Toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami. Škodlivý pri vdýchnutí. Dráždi kožu. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest.

2.4 NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY - NÁHRADY ŠTANDARDNÝCH TECHNÍK POUŽÍVAJÚCICH ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

Najlepšie dostupné techniky:

- minimalizovať potrebu čistenia,
- odstránenie nečistôt ručne,
- čistenie s vopred impregnovanými utierkami,
- použitie čistiacich prostriedkov s nízkou prchavosťou,
- čistenie v uzavretých pračkách,
- čistenie s regeneráciou rozpúšťadla,
- čistenie pomocou vysokotlakého vodného postreku, prípadne vodnou parou,
- čistenie ultrazvukom,
- čistenie suchým ľadom/snehom otryskávaním.

2.4.1 SYSTÉMY BEZ VOC

2.4.1.1 NÁHRADA ROZPÚŠŤADIEL VOC ZA ČISTIACE SYSTÉMY NA BÁZE VODY

Čistiace systémy na báze vody - roztok vody a čistiaceho prostriedku - sú vhodné pre veľké množstvo aplikácií. Vodné roztoky kyslých, alkalických alebo neutrálnych čistiacich prostriedkov sa môžu použiť na priemyselné čistenie niektorých tvrdých povrchov - kovových, ako je oceľ, hliník, horčík, meď atď., plasty, povrchy s povrchovou úpravou, sklenené a elektronické komponenty.

Neutrálne čistiace prostriedky (pH = 7) sa primárne používajú na čistenie medzifahlých a konečných povrchov, zatiaľ čo silne alkalické produkty (pH > 7) sa používajú na získanie veľmi čistých povrchov pred aktivovaním povrchu, fosfátovaním alebo potahovaním. Kyslé produkty (pH < 7) sa používajú v špeciálnych aplikáciách, ako je čistenie kovov, napr. hliník na odstránenie oxidov kovov, trosiek a anorganických zvyškov z povrchu.

Čistiace systémy na báze vody môžu nahradiť halogénované aj nehalogénované rozpúšťadlá.

Systémy založené na vode sú teraz dobre zavedené pre veľké množstvo priemyselných čistiacich prác - niektoré dokonca s lepšími výsledkami čistenia ako systémy na báze rozpúšťadiel, ktoré nahradili. Dve hlavné techniky, ktoré sa používajú pri vodných systémoch, sú ponorenie (od malých, ultrazvukových nádrží až po viacnásobné systémy) a striekanie / postrekovanie.

Náklady na investície pre inštaláciu zariadenia na báze vody sú zvyčajne o viac ako 50% nižšie ako porovnateľné systémy rozpúšťadiel (uzavreté s odsávaním vzduchu). Prevádzkové náklady na systémy založené na vode sú vysoko závislé od výberu čistiaceho média a potreby údržby kúpeľa. Okrem čistiacich systémov na báze vody môžu byť kvôli potrebe sušiaceho stupňa viac energeticky náročné ako čistenie na báze rozpúšťadiel. V niektorých prípadoch môže byť potrebné aj konečné čistenie pomocou deionizovanej vody. Systémy na báze vody môžu produkovať viac odpadu - obsah vody v ropnom odpade je často vyšší. Čistiace systémy môžu byť pravidelne udržiavané/vymenené, aby sa zabezpečila stála kvalita produktu (životnosť od 3 týždňov do 3 mesiacov), čo vedie k ďalšiemu odpadu.

Účinnosť čistenia na báze vody môže byť zvýšená ďalšími ultrazvukovými alebo megasonickými čistiacimi systémami. Tieto systémy pozostávajú z meniča schopného generovať určité zvukové vlny. Zvukové vlny sa prenášajú cez čistiaci roztok a vytvárajú malé parné bubliny (mikro-kavitácia), ktoré podporujú čistiacu činnosť. Megasonic systémy vytvárajú menšie bubliny a sú vhodnejšie na čistenie citlivých častí alebo čistenie, kde je potrebné odstrániť menšie množstvo kontaminantov. S touto technológiou je možné retrofitovať existujúce systémy.

Ďalším systémom, ktorý zlepšuje čistiaci účinok, je injekčné umývanie - kde sa v kvapaline používa prúd, ktorý vytvára silné turbulencie.

Existuje mnoho možností čistenia na báze vody - pre mnoho rôznych aplikácií. Vo všetkých prípadoch je však nevyhnutné, aby sa činidlá na báze vody dobre hodili na výrobky, ktoré sa majú ošetriť, dosiahli požadovanú čistotu a boli vhodné pre špecifické podmienky procesu, ktoré spoločnosť používa. Vo väčšine prípadov budú potrebné niektoré testy alternatívnych systémov na nájdenie správneho riešenia.

2.4.1.2 BIOLOGICKÉ ČISTIACE PROSTRIEDKY

Čistiaci proces je podobný inému štandardnému vodnému čisteniu. Kontaminanty sa odstraňujú z kovových povrchov povrchovo aktívnymi látkami a emulgátormi a prenesú sa do čistiaceho kúpeľa. Táto emulzia sa potom privádza do samostatnej nádrže. Ak je systém udržiavaný v teple (zvyčajne až do 38°C), mikroorganizmy v čističke rozkladajú oleje a masť na vodu a CO₂, čistiaca kvapalina sa regeneruje a obnovuje sa jej čistiaci výkon a životnosť čistiaceho prostriedku sa výrazne zvyšuje. Tento systém založený na vode generuje relatívne nízke množstvo odpadu v porovnaní s bežnými metódami čistenia za studena.

2.4.1.3 ČISTENIE SUCHÝM ĽADOM CO₂

CO₂ sa môže použiť ako rozpúšťadlo na odstraňovanie oleja, tuku a iných organických nečistôt. Pelety suchého ľadu sa fúkajú tlakovým vzduchom približne rýchlosťou 300 m/s na povrch, ktorý sa má čistiť. Táto technika je zvlášť vhodná pre odstraňovanie malých množstiev organických nečistôt - vo všeobecnosti nie je vhodné na odstraňovanie hrdze, práškových lakov, dvojzložkových farieb a väčšiny anorganických zlúčenín. Je dosiahnuteľný vysoký stupeň čistoty a nezostávajú žiadne zvyšky. Čistenie elektrických častí a citlivých častí je možné na mieste.

2.4.1.4 PLAZMOVÁ TECHNOLOGIA

Na odstránenie tenkých vrstiev organických nečistôt sa môže použiť plazmová technológia („bombardovanie“ čisteného povrchu pomocou iónov). K dispozícii sú dve technológie:

- nízkotlakový plazmový systém (LPPS) - je obzvlášť vhodný na spracovanie komponentov v dávkových procesoch,
- plazmový systém s atmosférickým tlakom (APPS) - je možné integrovať do automatizovaných systémov (kontinuálne procesy).

Ako procesný plyn sa používa buď kyslík alebo argón - v závislosti od materiálov, ktoré sa majú čistiť, a od zloženia kontaminantu.

Typickými oblasťami použitia je:

- odstraňovanie tukov, oxidov, olejov, silikónov v automobilovom a elektronickom priemysle,
- pred priemyselným lakovaním alebo na predbežné spracovanie pred lepením alebo spájkovaním.

Čistenie plazmou v kombinácii s povrchovou aktiváciou sa často používa ako predbežná úprava v priemysle plastov na zlepšenie príľnavosti farieb na báze vody. Čistenie plazmou nezanecháva na povrchu žiadne zvyšky, takže nie je potrebné odstreďovanie.

Vodné alebo polokvapalné čistenie sa často používa na krok pred čistením, ošetrením plazmou, pretože čistenie plazmou je účinné len na kontaminanty s tenkým filmom (<1 µm) a je neúčinné, ak sú prítomné anorganické materiály.

Investičné náklady závisia od veľkosti zariadenia a pohybujú sa v rozmedzí od 8 000 € do 400 000 € (pri obrobkoch do priemeru 2,5m). Zariadenia sú k dispozícii od 2 litrov (laboratórna stupnica) až po 13 000 l, ale sú k dispozícii aj zariadenia vyrábané "na mieru".

Prevádzkové náklady sú veľmi nízke, pretože nie sú potrebné žiadne špecifické chemikálie.

2.4.1.5 UV ČISTENIE

Ultrafialové (UV) svetlo a ozón sa môžu použiť na odstránenie organických kontaminantov z povrchu substrátov, ako sú fotorezisty a polovodiče. Čistiace prostriedky sú voľné radikály kyslíka, ktoré vznikajú pri rozklade ozónu a peroxidu vodíka; tieto reagujú a rozkladajú organické znečistenie. Rovnako ako pri čistení plazmy môže byť potrebný aj krok predčistenia.

2.4.1.6 ČISTENIE LASEROM

Čistenie laserom je vhodné najmä pre vysokokvalitné povrchy v automobilovom, leteckom a elektronickom priemysle. Táto technika využíva impulzné laserové žiarenie na odstránenie organických ochranných vrstiev a náterov buď vrstvou po vrstve, alebo v celom rozsahu. Nie sú potrebné žiadne ďalšie čistiace prostriedky. Rovnako ako vhodná pre farby, lepidlá a iné nátery, táto technológia môže byť použitá na odstránenie plastových a gumových zvyškov a oxidových vrstiev.

Prevádzkové náklady tejto technológie sú veľmi nízke, ale existujú vysoké investičné náklady.

2.4.1.7 ODVOSKOVANIE

V automobilovom sektore samolepiace fólie (PVC alebo PU) fixované vodným filmom na povrchu a rozprašovacie filmy (vodné polyesterové polyuretánové disperzie), či textilné návleky nahrádzajú odvoskovanie organickými rozpúšťadlami z hospodárskych aj environmentálnych dôvodov.

2.4.1.8 TEPELNÉ ODSTRÁNENIE NÁTEROVEJ HMOTY

Odizolovanie farby sa aplikuje na všetky tepelne odolné materiály, ako je nehrdzavejúca oceľ, hliník atď. Proces prebieha v peci pri teplote 250 - 430°C po dobu medzi 3 a 12 hodín (v závislosti od materiálu). Farba prilnutá na výrobok sa spáli a po ochladení sa môžu použiť dodatočné úpravy, ako pieskovanie alebo vysokotlakové umývanie vodou, aby sa odstránil zostávajúci popol. Táto metóda nie je vhodná pre plasty a drevo. VOC sa zlikvidujú touto technikou, ale odpadové plyny sa musia spracovávať termickou oxidáciou. Na druhej strane nevzniká žiadna odpadová voda alebo kal, ktoré by sa mali likvidovať a náklady na údržbu sú nižšie ako pri systémoch založených na rozpúšťadlách, zatiaľ čo spotreba energie bude vyššia.

2.4.2 SYSTÉMY SO ZNÍŽENÝM OBSAHOM VOC

Ak je úplná náhrada organických rozpúšťadiel nepraktická, zmena na systémy so zníženým obsahom VOC, ako sú tie, ktoré sú opísané v tejto časti, môže znížiť emisie.

2.4.2.1 POUŽITIE PRÍPRAVKOV S NÍZKYM OBSAHOM VOC

Na trhu sú dostupné niektoré prípravky s nízkym obsahom VOC, ktoré by mohli nahradiť systémy s vyšším obsahom rozpúšťadiel. Okrem toho sú k dispozícii polokvapalné čistiace systémy, ktoré obsahujú len malé množstvo rozpúšťadla. Napríklad v mikrofázovom čistiacom systéme (MPC) sa zahrieva a premieša vodná zmes polárnych a nepolárnych zložiek (pri koncentrácii ~ 10%), odstránená nečistota sa neviaže s aktívnymi čistiacimi prostriedkami a môže byť odstránená filtráciou. Okrem zníženia emisií VOC má tento systém dlhú životnosť.

2.5 MOŽNOSTI PREVENČIE A ZNIŽOVANIA EMISÍ PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKOCH PRI ŠTANDARDNÝCH PROCESOCH

Ak sa tradičné prípravky používané na čistenie a odmasťovanie povrchov výrobkov, obsahujúce vysoké % VOC, používajú v otvorenom alebo polo-uzavretom procese s malým alebo žiadnym odvetrávaním odpadových plynov a bez aktívneho zachytávania organických plynov a pár, môžu byť zdrojom predovšetkým fugitívnych emisií.

Najefektívnejším substitučným opatrením pre zníženie emisií VOC je teda nahradenie rozpúšťadiel vodným systémom, osvedčilo sa predovšetkým čistenie parou, alebo vodným lúčom, prípadne nahradenie rozpúšťadla anorganickým roztokom – napr. roztokom NaOH (hydroxid sodný) alebo KOH (hydroxid draselný). Ako dobrý odmasťovací prostriedok pri čistení kovových výrobkov sa ukázala aj kys. fosforečná (H_3PO_4). V poslednej dobe sa do popredia dostáva aj čistenie laserom, ultrazvukom, či otryskávanie CO_2 . Hoci prevádzkové náklady sú pomerne nízke, tieto technológie často vyžadujú vysoké investičné náklady.

V prípadoch, keď sa na čistenie používajú čistiace prostriedky obsahujúce rozpúšťadlá so špecifickými H-vetami, ktoré nie je možné nahradiť menej škodlivými látkami, mal by sa použiť uzavretý komorový systém s integrovaným znižovaním a recykláciou rozpúšťadla nachádzajúceho sa v prípravku používanom na čistenie.

Pre rozpúšťadlá obsahujúce iba VOC, ktoré nemajú špecifické H-vety, by mali byť použité uzavreté čistiace stroje alebo kúpele s integrovanými technológiami znižovania a recyklácie rozpúšťadiel.

Dôležitými opatreniami na zníženie emisií VOC z čistenia povrchov, ktoré môžu viesť k významnému zníženiu emisií VOC je aj:

- minimalizácia manipulácie s čistiacim prípravkom (napr. jeho dávkovanie, dopĺňanie a pod.),

- optimalizácia a automatizácia technologického procesu čistenia (čistiť len na nevyhnutne nutný stupeň čistoty),
- a/alebo reorganizácia výrobného procesu, aby sa zabránilo dočasným, prípadne nadbytočným „čistiacim krokom.

2.6 PREHĽAD NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNÍK A MOŽNOSTÍ OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO

Nie vždy je možná úplná náhrada VOC, ale v mnohých prípadoch existujú ďalšie možnosti na zníženie emisií VOC. Na zníženie emisií VOC z procesov čistenia povrchu sa bežne používajú tieto opatrenia:

- použitie postreku na zlepšenie namáčania za studena a odmasťovanie parou - striekanie môže zvýšiť účinnosť čistenia za studena a odmasťovania parou. (Emisie sa však môžu zvýšiť, ak sa vykonajú nesprávne - mal by sa použiť postrek s nízkym tlakom a mal by sa vykonávať pod hornou hranicou výparov.),
- vylepšená izolácia dosiahnutá lepšou krycou vrstvou - odparovanie z chladiacich čistiacich kúpeľov je možné kontrolovať pomocou krytu, umožnením dostatočnej výšky voľného boku a predchádzaním nadmerného ponoru v dielni,
- zlepšená manipulácia s rozpúšťadlami - rozpúšťadlá by sa mali skladovať v samostatných bezpečnostných kontajneroch - jeden pre čerstvé a jeden pre použité rozpúšťadlo. Spojky suchého brzdenia môžu byť použité na zabezpečenie neprepúšťajúceho presunu rozpúšťadiel z kontajnerov do uzavretých čistiacich strojov. Vo všeobecnosti by všetky nádoby (vrátane nádob na odpad) mali mať kryty na zabránenie stratám spôsobeným odparovaním.,
- návrh výrobku / procesu na zníženie potreby čistenia - pravidelné prehodnocovanie výrobného procesu môže zlepšiť účinnosť výroby a pomôcť minimalizovať emisie VOC tým, že identifikuje príčiny kontaminácie a eliminuje alebo minimalizuje ju pri zdroji. Typické opatrenia, ktoré je potrebné zvážiť, zahŕňajú:
 - sledovanie zdroja znečistenia (napríklad nečistôt v olejoch) a podľa možnosti odstránenie, zmenu alebo zníženie úrovne znečistenia, aby sa predišlo čisteniu alebo znížilo čistenie,
 - eliminácia alebo úprava priebežných procesov čistenia;
 - zníženie času medzi čistením a ďalším spracovaním;
 - predčistenie, napr. manuálne odstránenie prebytočného oleja pred čistením;
 - použitie protiprúdového čistenia.
- optimalizované čistenie - optimálne výsledky čistenia s minimálnymi emisiami VOC sa dajú dosiahnuť len vtedy, keď sa technológia a použité výrobky zhodujú s požiadavkami na čistenie. Výber by sa mal týkať:
 - druh povrchu (napríklad kov, guma);
 - geometria povrchu, ktorý sa má čistiť;
 - rozmanitosť častí, ktoré sa majú čistiť;
 - požadovaná "čistota" povrchu;
 - typ prítomných kontaminantov;
 - pridružené procesné technológie;
 - množstvo častí, ktoré sa majú čistiť;
 - priebežný alebo dávkový proces,
 - mnoho dodávateľov rozpúšťadiel a zariadení má optimalizované riešenia pre rôzne sektorové aplikácie a poskytuje informácie na internete.

ZHRNUTIE OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE EMISÍ VOC

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté opatrenia na zníženie emisií VOC:

Cieľ	Opis
Systém bez obsahu VOC	Odmasťovacie systémy na báze vody bez VOC (napr. alkalické systémy)
Náhrada CMR prípravkov	Systémy s čiastočnou náhradou prípravkov na báze vody (semivodné čistiace systémy) Biologické systémy Technológie čistenia plazmy Technológie čistenia CO ₂ Technológie čistenia UV Čistenie laserom Vyhnutie sa potrebe odparafínovania Tepelné odstraňovanie náterov
Systémy so zníženým obsahom VOC	Systémy s čiastočnou náhradou prípravkov na báze vody (semivodné čistiace systémy) Používanie prípravkov so zníženým obsahom VOC
Optimalizácia procesov	Použitie uzavretých systémov Použitie postreku na zlepšenie namáčania za studena a odmasťovanie parou Zlepšenie manipulácie s rozpúšťadlami Zníženie potreby čistiacich činností Výber najlepších technológií
Koncové odlučovacie zariadenia	Filter s aktívnym uhlím Termická oxidácia VOC (regeneratívne / rekuperatívne systémy)