

I. POLYGRAFIA

(NAJMÄ TEPELNÝ ROTAČNÝ OFSET, PUBLIKAČNÁ ROTAČNÁ HÍBKOTLAČ VRÁTANE KNÍHTLAČE, OSTATNÉ ROTAČNÉ HÍBKOTLAČE, FLEXOGRAFIA, ROTAČNÁ SIEŤOTLAČ NA TEXTIL, KARTÓN A LEPENKU, LAKOVANIE A LEPENIE, LAMINOVANIE)

Tlač je definovaná ako akákoľvek reprodukčná činnosť textu a/alebo obrázkov, pri ktorých sa pomocou nosiča obrázkov prenáša atrament na akýkoľvek druh povrchu. Zahŕňa súvisiace lakovanie, nanášanie a laminovanie.

Tepelná (akcidenčná) ofsetová rotačná tlač je definovaná ako tlač pomocou nosiča obrázkov, v ktorom je tlačiacia a netlačiacia oblasť v rovnakej rovine, kde podávač pod tlakom znamená, že materiál, ktorý sa má vytlačiť, je privádzaný do stroja z kotúča a nie vo forme samostatných listov (hárkov). Netlačiacia plocha je upravená tak, aby priťahovala vodu a tým odmietala atrament. Oblasť tlače je upravená tak, aby prijímala a prenášala atrament na povrch, ktorý sa má vytlačiť. Odparovanie prebieha v peci, kde sa vytlačený materiál zahrieva teplým vzduchom.

Nanášanie lepidiel a lakov je definované ako činnosť, ktorou sa na pružný materiál aplikuje lak alebo adhezívny náter (lepidlo) na účely neskoršieho utesnenia obalového materiálu. Lakovanie je definované ako akákoľvek činnosť, pri ktorej sa vytvára jedna alebo viacnásobná súvislá vrstva náteru.

Laminovanie súvisiace s tlačovou činnosťou je definované ako prífnutie dvoch alebo viacerých flexibilných materiálov na vytvorenie vrstvy.

Ďalšie bežné tlačiarenské techniky, ako je ofsetová tlač za studena alebo digitálna tlač, nespádajú do pôsobnosti prílohy č. 6 k vyhláške MŽP SR č. 410/2012 Z.z. v znp.

Nasledujúce tlačové činnosti, spadajúce do prílohy č. 6 k vyhláške MŽP SR č. 410/2012 Z.z. v znp, sú riešené v samostatných častiach:

- tepelná ofsetová rotačná tlač - pozri činnosť A.I,
- publikačná rotačná hĺbkotlač - pozri činnosť B.I,
- ostatná rotačná hĺbkotlač, flexografia, rotačná sieťotlač, lepenie, laminovanie a lakovanie - pozri činnosť C.I.

I.A AKCIDENČNÁ OFSETOVÁ ROTAČNÁ TLAČ

A.1.1 VŠEOBECNÝ OPIS ČINNOSTI A JEJ NAJČASTEJŠIE VYUŽITIE V PRIEMYSELNÝCH SEKTOROCH

Podľa definície je VOC akákoľvek organická zlúčenina, ktorá pri teplote 293,15 K (20°C) má tlak pár 0,01 kPa alebo viac alebo má zodpovedajúcu prchavosť za určitých podmienok použitia. V prípade ofsetovej technológie je dôležitá druhá časť definície VOC, pretože atramentové oleje sú v sušiarňi zahrievané a za týchto podmienok majú podobnú prchavosť ako látky s tlakom pary > 0,01 kPa pri 20°C.

Akcidenčná ofsetová rotačná tlač (Heat Set Web Offset – HSWO) sa používa na tlač výrobkov s nákladom viac ako 10 000 kópií. Približne 50 % všetkých katalógov a 40 % všetkých časopisov sa vyrába touto technikou tlače, zvyšok sa zvyčajne vyrába publikačnou rotačnou hĺbkotlačou (len v zahraničí). Ďalšími typickými produktmi heatsetovej ofsetovej rotačnej tlače sú cestovné brožúry, reklamný materiál a farebné knihy (len vo vysokých nákladoch, ináč sa knihy tlačia hárkovým ofsetom).

Heatsetové tlačiarenské stroje dokážu tlačiť 8 až 40 strán časopisu za každú otáčku. Tlač je realizovaná po obidvoch stranách (výsledkom je až 80 strán na každú otáčku) pomocou štyroch štandardných atramentov: čierna, modrá, žltá a purpurová. V niektorých strojoch je možné použiť ďalšie farby a laky.

Namiesto plnenia ustanovených emisných limitov sa prevádzkovatelia môžu rozhodnúť použiť schému znižovania emisií (redukčný plán) podľa špecifikácií uvedených v prílohe č. 6 k vyhláške MŽP SR č. 410/2012 Z.z. v znp.

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. Existuje všeobecná povinnosť nahradiť látky CMR - pokiaľ je to možné - menej škodlivými látkami alebo prípravkami v čo najkratšom čase. Ofsetová tlač však bežne nepoužíva VOC klasifikované ako látky CMR alebo halogénované VOC s označeniami rizika H351 alebo H341.

A.1.2 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 LÁTOK

A.1.2.1 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Hlavnými zdrojmi emisií VOC sú:

- proces sušenia,
- použitie rozpúšťadiel (zvyčajne izopropanolu) v tlmiacom roztoku,
- čistenie strojového zariadenia.

Oblasti tlačových a netlačových miest na tlačovej forme, ktoré sa používajú pri ofsetovej tlači, majú rôzne vlastnosti materiálu:

- hydrofóbne (olejofilné) oblasti, ktoré prijímajú tlačovú farbu a
- hydrofilné oblasti, ktoré priťahujú vodný vlhčiaci roztok a odpudzujú tlačovú farbu (tento prístup je v kontraste s inými tlačovými technikami, kde sú tlačové plochy voči netlačovým plochám vyvýšené pri tlači z výšky alebo zahĺbené pri hĺbkotlači).

Emisie je možné minimalizovať znížením podielu izopropanolu v tlmiacom roztoku použitím nízko prchavých alebo neprchavých čistiacich prípravkov a zavedením účinného koncového čistenia odpadových plynov pre emisie VOC z tlače (v súčasnosti sa vyvíjajú náhrady za atramenty emitujúce VOC). Ak je v tlmiacom roztoku nahradený izopropanol, môže sa vyžadovať zaučenie a určitá manuálna zručnosť personálu, aby sa predišlo chybám pri tlači, ktoré sa vyskytnú, ak je hladina izopropanolu nízka (< 3 obj.%).

Zníženie prchavosti čistiacich prípravkov vedie k zníženiu emisií VOC. Bezúdržbové čistiace prípravky môžu byť použité na automatické čistenie valčekových systémov a na ručné čistenie valčekov a zásobníkov atramentu. Pravidelné čistenie stroja je možné vykonať pomocou systémov bez VOC.

A.1.2.1.1 TLAČ

Heatsetová ofsetová rotačná tlač je charakterizovaná nasledovne:

- tlač na papier z kotúča (nie jednotlivých listov),
- prechod tlačovej farby nepriamo z tlačovej formy pomocou ofsetového valca (valca s gumovým návlekom) na tlačový papier. Táto nepriama technika zabraňuje obrusovaniu tlačovej formy ako nosiča tlačového obrazu,
- použitie ohriateho vzduchu (do 260°C) na urýchlenie sušenia tlačových farieb. (Iné metódy ofsetovej tlače používajú tlačové farby schnúce „za studena“, kde farba schne zapíjaním do papiera). Schnutie oxidačnou polymerizáciou (chemicky reakciou s okolitým vzduchom) sa využíva pri hárkových ofsetových tlačových strojoch.
- heatsetové ofsetové rotačné stroje tlačia na papier rýchlosťou 30 000 až 100 000 obrátov za hodinu. Rýchlosť určuje dĺžku sušiča (až 18 m), aby sa umožnila retenčná doba 1 sekundy potrebná na vysušenie tlačovej farby.

Tepelné (heatsetové) ofsetové rotačné tlačiarenské stroje majú zdvojené tlačové jednotky pre každú farbu – jedná sa teda o obojstrannú tlač. Tlačové farby a vlhčiaci roztok sa automaticky čerpajú do každej jednotky. Farebníkové valce a valce s vlhčiacim roztokom transportujú tlačovú farbu a vlhčiaci roztok z oddelených zásobníkov na tlačovú formu. Nános tlačovej farby na tlačovú formu sa realizuje viacerými pogumovanými nanášacími farebníkovými valcami až po nanosení vlhčiaceho roztoku na tlačovú formu.

Pretože vlhčiaci roztok počas tlače je neustále kontaminovaný papierovým prachom a tlačovou farbou, cirkulujúci vlhčiaci roztok musí prechádzať cez účinný filter pred tým, ako sa pridá čerstvá voda, izopropanol a ďalšie prísady, aby sa získali požadované vlastnosti pre tlač.

Vlhčiace valce, ktoré sú v styku s tlačovou formou majú na povrchu textilný návlak. Vlhčiaci systém je vybavený chladením. Na úpravu vlhčiaceho roztoku sa používajú prísady na úpravu tvrdosti vody, prípadne sa použije priamo demineralizovaná voda. Tiež sa používajú prísady na úpravu pH na 4,8 až 5,5, antimikrobiálne a antifungicídne prísady. Na úpravu povrchového napätia sa používa izopropylalkohol (izopropanol = IPA = 2-propanol)

Keď sa tlačiar dozvie o chybách pri tlači, tlačová forma a ofsetový valec sa vyčistia, aby sa odstránil prach z papiera alebo prebytočný atrament. Čistenie sa môže vykonať ručne alebo automatickým čistiacim systémom. Automatické systémy používajú čistiace prostriedky pomocou sprejových, kefových alebo tkanivových/utieracích mechanizmov. Okrem takéhoto „ad-hoc“ čistenia sa bežne vykonáva pravidelné čistenie stroja (napríklad po skončení tlače zákazky).

Po vytlačení papier prechádza cez sušiacie zariadenie. Odpadové plyny sa odvádzajú do systému úpravy odpadových plynov (koncové odlučovacie zariadenia). Stroje tepelných tlačiarň sú často uzavreté, hlavne z dôvodov ochrany proti hluku.

A.1.2.1.2 TLAČOVÉ FARBY A ADITÍVA

Tlačové farby na ofsetovú tlač sú založené na olejoch. Je to preto, lebo táto technika používa tlačové jednotky, ktoré priťahujú lipofilné látky (oleje) pre farebné oblasti a hydrofilné látky (na báze vody) pre bezfarebné oblasti.

Ofsetové tlačové farby - heatsety sú založené na minerálnych olejoch s vysokou teplotou varu, ktoré sa neodparujú pri teplote okolitého vzduchu a preto rýchlo nezasychajú. Preto môžu ostávať bez poškodenia v stroji aj niekoľko hodín, napr. počas prestávok na údržbu.

Väčšina obrázkov je vytvorená pomocou troch štandardných farieb a čiernej farby. Preto je čistenie farebných systémov nevyhnutné len vtedy, ak sa používajú ďalšie farby alebo pri bežnom čistení stroja. Heatsetové atramenty zvyčajne obsahujú približne 35% oleja. Asi 85% obsahu oleja v atramentoch sa v sušiarňi odparí pri 180°C - 300°C. Z toho dôvodu sa v sušiarňi odparí asi 30% celkového množstva vstupných VOC.

Pri bežných tlačových jednotkách musí procesná voda pevne priliehať k povrchu, aby oddelila tlač z netlačenej oblasti. To si vyžaduje konštantnú úroveň pH. Preto sa vo výrobnjej vode používajú aditíva na stabilizáciu rovnováhy vody na atramentovej tlačovej jednotke a na zníženie povrchového napätia vody.

Bežne sa používajú dve hlavné prísady:

- ISOPROPANOL A • izopropylalkohol, 2-propanol ("izopropanol" alebo "IPA") na zníženie povrchového napätia,
- soli na reguláciu úrovne pH.

Namiesto izopropanolu sa niekedy používa etanol. Ďalšími prísadami sú: roztok fosfátovej kyseliny, arabská guma, inhibítory korózie, zmáčacie činidlo, stimulátor sušenia, fungicíd, protipeniace činidlo. Izopropanol a etanol nielenže znižujú povrchové napätie, keď sa vlhký roztok prepravuje na tlačiarensku platňu, ale tiež ochladzujú tlačový systém (odparovaním) a zabraňujú tiež rastu mikroorganizmov v tlmiacom roztoku.

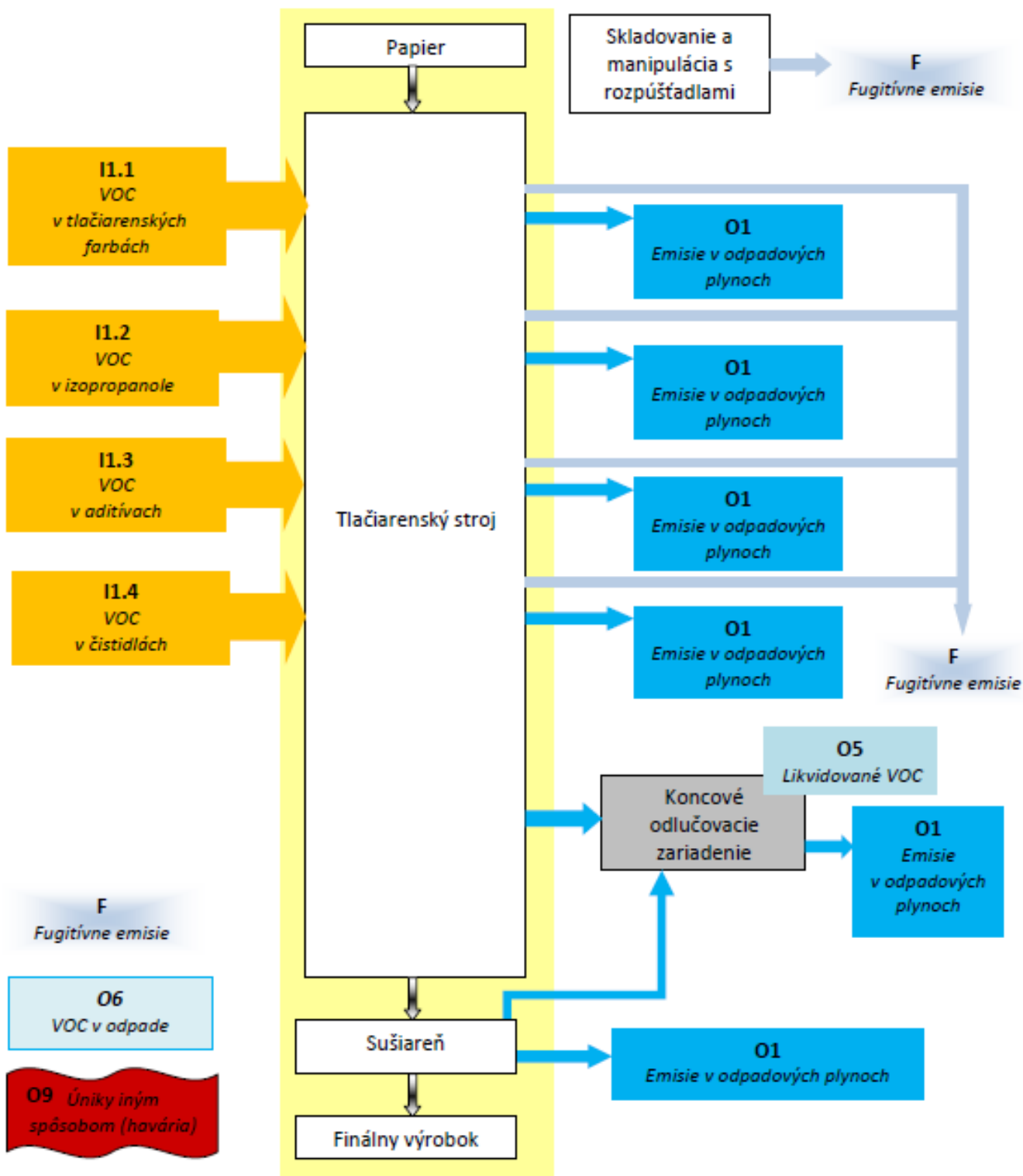
Za podmienok použitia (v sušiarňi) je prchavosť organických rozpúšťadiel v heatsetových atramentoch porovnateľná s prchavosťou látok s tlakom pár > 0,01 kPa pri 20°C.

Podľa smernice SPE sa zvyšky rozpúšťadiel v hotových výrobkoch nemajú považovať za súčasť fugitívnych emisií. VOC sú emitované v sušiarňi z atramentov, z tlmiaceho roztoku a - v prípade čistenia počas prepravy papiera - z čistiacich prípravkov. Odpadové plyny s obsahom VOC sú odvedené do termického oxidačného zariadenia. Ak nie je v odpadových plynch dostatočné množstvo VOC na udržanie minimálnej teploty plameňa (asi 2 g/m³), používa sa zemný plyn ako prídavné (nábehové a stabilizačné) palivo.

A.1.2.1.3 ČISTENIE

Prchavé organické rozpúšťadlá sa bežne používajú na čistenie stroja a všetkých jeho častí (hlavne tlačové jednotky, atramentové nádrže a početné valce). Väčšina ofsetových strojov s heatsetom má automatické systémy na čistenie farebníkových valcov. Dodatočné týždenné ručné čistenie celého stroja sa považuje za správnu prevádzkovú prax údržby.

A.1.2.2 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 1: Heatset web offset printing

A.1.3 POUŽITIE ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL A ICH CHARAKTERISTIKY (NAJMÄ BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ)

A.1.3.1 CHARAKTERISTIKA POUŽÍVANÝCH ROZPÚŠŤADIEL

Pri tejto tlačiarenskej technike sa používajú nasledujúce látky relevantné pre VOC:

- 1. **Atramenty – tlačové farby** sú zložené z približne 33 - 35% alifatických uhľovodíkov (rozpúšťadiel). Rozpúšťadlá sú vyrobené z minerálneho oleja. Nie sú prchavé pri teplotách okolia, ale v sušiarňi, vzhľadom na prevádzkovú teplotu sušiarne, sú prchavé. Približne 85% olejovej frakcie sa v sušiarňi odparí ako VOC (čo zodpovedá približne 30% celkového množstva VOC z farieb). Zvyšok rozpúšťadla v hotovom výrobku sa nepovažuje za súčasť fugitívnych emisií, pretože nie je prchavý pri okolitých teplotách.
- 2. **Tlmiaci roztok** pozostáva prevažne z vody. Všeobecne obsahuje približne 3% rozpustné soli a od 0% do 20% IPA. Menej často sa v tlmiacom roztoku, namiesto IPA, používa etanol. Pri 20°C má izopropanol tlak pár približne 4 kPa a etanol približne 5,9 kPa. Obidve sú preto klasifikované ako VOC.
- 3. Na zníženie obsahu izopropanolu v tlmiacom roztoku sa používajú **prísady** na báze menej prchavých alebo neprchavých organických zlúčenín (často glykolov). Obsah VOC týchto prísad môže kolísať od 0% do 30%. Zvyčajne je to približne 3%, čo vedie ku konečnej koncentrácii 0 - 1% VOC v tlmiacom roztoku.
- 4. **Čistiace prípravky** sú založené najmä na uhľovodíkoch. Aromatické uhľovodíky majú dobré čistiace vlastnosti, ale ich použitie bolo obmedzené z dôvodov ochrany zdravia. Spoločnými čistiacimi prostriedkami sú najmä alifatické uhľovodíky s tlakom pár 0,1 - 11 kPa pri 20°C (100% VOC, bod vzplanutia 30 - 80°C). V nižšej miere sa nachádzajú aromatické uhľovodíky. Olejové čistiace prostriedky sú založené na prírodných olejoch, vysokovriacich minerálnych olejoch alebo ich zmesiach (0% VOC, tlak pár < 0,01 kPa pri 20°C, bod vzplanutia > 100°C).

A.1.3.2 BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

Pri akcidenčnej ofsetovej rotačnej tlači sa používa široká škála rozpúšťadiel, hlavne izopropanol, etanol, glykoly ako prísady tlmiaceho roztoku a prevažne alifatické uhľovodíky na čistenie. V prítomnosti slnečného žiarenia sú VOC emisie unikajúce do ovzdušia, spolu s emisiami NO_x, prekursorami tvorby prízemného ozónu.

Emisie VOC do ovzdušia môžu vznikáť z/zo:

- skladovania rozpúšťadiel,
- procesu tlače (hlavne z tlmiaceho roztoku),
- čistenia (automatické a ručné).

Emisie VOC vo vode sa vyskytujú pri zneškodňovaní vlhčiaceho roztoku.

Technologické a procesné úniky a úniky zo skladovacích priestorov môžu spôsobiť emisie do pôdy a podzemných vôd. Tento proces vytvára odpad obsahujúci rozpúšťadlá, ktorý je potrebné likvidovať takým spôsobom, aby sa zabránilo alebo obmedzilo úniku emisií do ovzdušia, pôdy a podzemných vôd.

Čistiace prostriedky môžu obsahovať aromatické uhľovodíky, ako je xylén a toluén. Tieto látky majú väčší vplyv na ľudské zdravie ako aromatické uhľovodíky.

V nasledovnej tabuľke sú uvedené príklady rozpúšťadiel, ktoré sa nachádzajú vo zvyčajne používaných tlačových farbách a čistiacich prostriedkoch používaných pri akcidenčnej ofsetovej rotačnej tlači:

Rozpúšťadlo	CAS	Riziková veta	Výstražné upozornenie
Izopropanol	67-63-0	H225 H319 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Etanol	64-17-5	H225	Veľmi horľavá kvapalina a pary.
Etylénglykol	107-21-1	H302 H373	Škodlivý po požití. Môže spôsobiť poškodenie orgánov.
Xylén	1330-20-7	H226 H312 H332 H315 H319 H335 H373 H304	Horľavá kvapalina a pary. Škodlivý pri kontakte s pokožkou. Škodlivý pri vdýchnutí. Dráždi kožu. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. Môže spôsobiť poškodenie orgánov. Môže byť smrteľný po požití a vniknutí do dýchacích ciest.
Toluén	108-88-3	H225 H351 H360	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Podozrenie, že spôsobuje rakovinu. Môže spôsobiť poškodenie plodnosti alebo nenarodeného dieťaťa
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.

A.1.4 NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY - NÁHRADY ŠTANDARDNÝCH TECHNÍK POUŽÍVAJÚCICH ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

Nasledujúce časti popisujú potenciálne náhrady za VOC (používajúce systémy bez VOC a s redukovaným obsahom VOC). Emisie VOC sú výsledkom núteného sušenia olejových uhľovodíkových rozpúšťadiel v tlačiarenských farbách (atramentoch). Týmto emisiám je možné sa vyhnúť iba prispôbením procesu tlače. V týchto tlačiarenských strojoch nie je možné používať UV atramenty (sušenie pomocou ultrafialového svetla bez emisií VOC), pretože rýchlosť tlače je príliš vysoká.

Nahradenie je teda možné pre tieto dva hlavné zdroje emisií:

- izopropanol v tlmiacom roztoku,
- čistiace prostriedky na báze VOC (pre čistenie technologického zariadenia).

Toto je možné vykonať nasledovne:

- vyhnite sa úplnému použitiu tlmiaceho roztoku - toto sa musí kombinovať s temperovaním valcov, použitím prispôbených atramentov, tlačových jednotiek a zariadení na vývoj dosiek,
- zníženie obsahu izopropanolu v tlmiacom systéme a jeho nahradenie špeciálnymi prísadami - vyžaduje si to presné meranie všetkých prísad, špeciálnych valcových materiálov, udržiavanie čistej a chladnej procesnej vody s konštantným obsahom soli a riadenie teploty a vlhkosti okolitého vzduchu v tlačiarňi,
- úprava tvrdosti vody a jej pH môže optimalizovať koncentráciu izopropanolu v tlmiacom roztoku a tým znížiť jeho spotrebu,
- používanie neprchavých výrobkov na čistenie technologického zariadenia, na tlačové valce a čistenie nádrží - nahradenie prchavých čističov prípravkov organickými látkami, ktoré majú tlak pár < 0,01 kPa; pre pravidelné ručné čistenie tlačového stroja je možné použiť techniku čistenia pomocou suchého ľadu (CO₂).

A.1.4.1 SYSTÉMY BEZ OBSAHU VOC

A.1.4.1.1 NAHRADENIE TLMIACEHO ROZTOKU BEZVODÝMI OFSETOVÝMI DOSKAMI

Nahradenie celého tlmiaceho roztoku (a súvisiacich emisií VOC z izopropanolu a iných prísad) sa môže dosiahnuť pomocou bezvodých ofsetových dosiek. Sú to dosky, ktoré majú špeciálny náter, čím sa eliminuje spotreba tlmiaceho roztoku (izopropanolu) a tým aj emisie VOC, dochádza tiež k zníženiu množstva odpadovej vody.

A.1.4.1.2 ÚPLNÁ SUBSTITÚCIA IZOPROPANOLU V TLMIACOM ROZTOKU

Nahradenie izopropanolu v tlmiacom roztoku môže byť praktickejšie ako zmena celého ofsetového tlačového systému. Zníženie izopropanolu na nulu, bez straty kvality tlače, je možná iba na strojoch inštalovaných po roku 2000, pretože staršie stroje nemajú vhodné systémy na aklimatizáciu valcov a staršie valce nie je možné nastaviť s dostatočnou presnosťou.

Tiež boli vyvinuté špeciálne aditíva – prísady, ktoré znižujú povrchové napätie vody a zabraňujú rastu mikroorganizmov. Prídavné látky obsahujú až 30% organických uhľovodíkov (najmä glykolov) a niektoré z nich sú klasifikované ako VOC. Na dosiahnutie celkového zníženia emisií VOC zo zariadenia, môžu byť, odpadové plyny s obsahom glykolov likvidované v termickom oxidačnom zariadení.

A.1.4.1.3 ČISTIACE PROSTRIEDKY BEZ VOC

Čistiace prostriedky bez VOC nielenže vylučujú emisie, ale taktiež výrazne zlepšujú zdravie a bezpečnosť na pracovisku kvôli zníženým rizikám horľavosti. Aj ich skladovanie je menej nákladné.

S čistiacimi prostriedkami, ktoré sú olejovitými látkami, treba zaobchádzať opatrne. Pri používaní týchto materiálov by pracovníci mali používať rukavice. Rozliatie môžu spôsobiť, že podlahy sú klzké a môže to viesť k väčšiemu riziku nehôd. Rozliatie môže tiež viesť k znečisteniu tlmiaceho roztoku a tlačových jednotiek. Môže to spôsobiť chyby tlače a čo môže vyžadovať opätovnú tlač a súvisiace zvýšenie emisií a odpadov. Vhodné školenie zamestnancov môže pomôcť zabrániť nesprávnej prevádzkovej praxi.

Zatiaľ čo automatické systémy na čistenie bez VOC vytvárajú veľké množstvo kvapalného odpadu (čistiace prostriedky zmiešané s vodou a nečistotami), predbežné čistiace systémy s VOC vytvárajú tuhý odpad (textil nasiaknutý špinavými čistiacimi prípravkami). Manipulácia a vhodná úprava odpadu je často jednoduchšia pri tuhom, ako kvapalnom odpade.

Na regeneráciu čistiacich prostriedkov je možné použiť membránovú filtráciu, čo je energeticky účinnejšie ako destilácia. Membránová filtrácia nie je ani zdrojom VOC, kvôli vysokej teplote varu čistiacich prostriedkov.

Namiesto obvyklých prchavých produktov (prípravkov na čistenie) sa môžu použiť bežné bezvzduchové, vysokovriace čistiace prostriedky ("HCA") alebo čistiace prostriedky na báze rastlinného oleja bez obsahu VOC. Na efektívne čistenie je potrebné menšie množstvo a môže sa zriediť až do 50% vody. Výsledné zníženie spotreby plne kompenzuje ich vyššiu cenu. Tieto čistiace prostriedky však vyžadujú nové pracovné postupy. Výrobky s nízkou prchavosťou často nepracujú ihneď, keď sa nanášajú na čistený povrch. Musia sa opláchnuť vodou - ako druhý krok. Preto prechod na netradičné látky na čistenie vyžaduje od pracovníkov, aby upravili svoje pracovné postupy. Keď sa takéto čistiace prostriedky aplikujú ručne, musia sa používať šetrne, pretože ak kvapkajú do stroja, môžu spôsobiť chyby tlače.

Automatické čistiace systémy sa často musia prispôbiť tak, aby umožňovali používanie čističov bez VOC, pretože sú potrebné oveľa menšie množstvá (asi 50%) a kanály a otvory musia byť prispôbené tak, aby poskytovali rovnaké množstvá po celej dĺžke valcov. Niektoré zariadenia z elastických materiálov nie sú odolné voči používaniu mastných čistiacich prostriedkov.

A.1.4.2 SYSTÉMY S REDUKOVANÝM OBSAHOM VOC

A.1.4.2.1 ČIASTOČNÁ SUBSTITÚCIA IZOPROPANOLU V TLMIACOM ROZTOKU

Miera, do akej je možná redukcia izopropanolu, závisí od jednotlivých strojov. Podiel organických zlúčenín v tlmiacich roztokoch by nemal vo všeobecnosti presiahnuť 10% v prípade starších zariadení a 5% v prípade nových zariadení. Používanie prídavkov s nízkym obsahom izopropanolu, môže byť obmedzené požiadavkou na kvalitu tlače.

Ďalšie zníženia možno dosiahnuť vtedy, ak sa optimalizujú podmienky procesu. Redukcie sa najlepšie stanovujú v malých krokoch, čím sa zaručuje, že každý redukčný krok sa testuje minimálne na obdobie 2 až 3 mesiace, pričom sa dodržiavajú tlačové charakteristiky pri každej redukčnej úrovni. Pre zníženie izopropanolu je nevyhnutné, aby sa charakteristiky tlmiaceho roztoku udržiavali konštantné. Zloženie roztoku musí byť stabilné. Na udržanie konštantnej teploty je potrebný chladič.

Zníženie emisií vyplývajúce zo substitúcie izopropanolom závisí od použitých počiatočných úrovní. Keďže hlavná časť VOC z tlačových farieb je likvidovaná v termickom zariadení, fugitívne emisie z izopropanolu predstavujú približne 80% emisií VOC (zvyšných 20% je z čistiacich prostriedkov). Takže substitúciou izopropanolom sa dá vyhnúť väčšej časti emisií VOC. Ak sa napríklad úroveň koncentrácie izopropanolu v tlmiacom roztoku zníži z 10% na 5%, môže sa dosiahnuť zníženie celkových emisií VOC o 40%.

Substitúcia izopropanolu má nielen priame zdravotné výhody: skladovanie nehorľavých substitučných látok nesie menšie riziko, a preto si vyžaduje menej bezpečnostných opatrení. Pri použití náhradných látok sa spotrebuje viac energie v procese chladenia pracovného priestoru a valcov, pretože odparenie izopropanolu má chladiaci účinok v stroji. Okrem toho je potrebná energia na presnejšie meranie a filtrovanie vlhčiaceho roztoku, aby sa zabezpečila kvalita tlače.

Isopropylalkoholové náhrady, ako sú látky proti znečisteniu a niektoré glykoly, môžu mať škodlivé účinky na ľudské zdravie. Preto by sa mala venovať osobitná pozornosť kartám bezpečnostných údajov s cieľom zabezpečiť, aby sa používali najmenej škodlivé výrobky.

A.1.4.2.2 NAHRADENIE ČISTIACICH PROSTRIEDKOV VOC POMOCOU ČISTIACICH PROSTRIEDKOV S NÍZKYM OBSAHOM VOC

Prchavé organické rozpúšťadlá s nízkou prchavosťou sa môžu použiť namiesto tradičných čistiacich prostriedkov s vysokou prchavosťou (tlak pár 3 - 11 kPa pri 20°C s tlakom pary okolo 0,1 kPa pri 20°C a bodoch vzplanutia približne 60°-80°C).

Rovnako, ako pri čistiacich prostriedkoch, ktoré nie sú VOC, prechod na organické látky s nízkou prchavosťou vyžaduje flexibilné pracovné postupy, ale existujú prevádzkové výhody. Tieto produkty je možné riediť až do 50% vody, čo vedie k menšej spotrebe a zníženiu nákladov.

Automatické čistiace systémy môžu byť prispôsobené tak, aby používali nízke prchavé čistiace prostriedky ako flexibilné materiály a objem dávok nemusí byť dostatočný.

A.1.5 MOŽNOSTI PREVENČIE A ZNIŽOVANIA EMISIÍ PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTOK PRI ŠTANDARDNÝCH PROCESOCH

Ak nie je možná náhrada VOC v prípravkoch používaných na tlač a čistenie, pre zníženie emisií VOC sa môžu použiť aj preventívne opatrenia, optimalizácia procesov a rôzne techniky koncového znižovania. Bežne sa uplatňujú nasledujúce opatrenia:

A.1.5.1 OPTIMALIZÁCIA PROCESOV

Aby sa dosiahli nízke hladiny izopropanolu, je potrebné jeho presné dávkovanie, ako aj presné dávkovanie ostatných prísad. To si vyžaduje použitie presných meracích a dávkovacích zariadení. Tradičné metódy merania hustoty a konvenčné dávkovanie bez merania sú nedostatočné. Na trhu sú infračervené a ultrazvukové meracie systémy, ktoré sú presnejšie.

Akumulované znečistenie prachu a atramentu v tlmiaacom roztoku môže byť problémom, pretože pri nízkych hladinách izopropanolu hrozia častejšie chyby tlače. Filtre s vysokou účinnosťou znižujú kontamináciu, ale sú náchylné na upchatie, takže sa bežne používajú paralelné filtre s automatickým prepínaním. Alternatívne sa môžu použiť membránové filtre s automatickým čistiacim systémom.

Pri práci so zníženou hladinou izopropanolu je nevyhnutné udržiavať konštantný výkon valcov. To vyžaduje pravidelnú údržbu, vrátane kalibrácie, ako aj zabezpečenie hydrofilných vlastností povrchu valca, aby sa zaručil konštantný prívod vody.

Na dosiahnutie zníženej koncentrácie izopropanolu v tlmiaacom roztoku môžu byť konvenčné valce nahradené valcami potiahnutými špeciálnym povrchom hydrofilnej gumy alebo hydrofilnou keramikou. V záujme optimalizácie výsledkov s automatickým čistením sa v rôznych častiach čistiaceho zariadenia môžu použiť rôzne typy kefiek.

Celkové zníženie emisií VOC z izopropanolu a čistiacich prostriedkov sa môže tiež dosiahnuť uplatnením opatrení dobrej prevádzkovej praxe, napr.:

- školenie pracovníkov na posúdenie a zlepšenie podmienok procesu pred zvýšením hladiny IPA v tlmiaacom roztoku,
- školenie pracovníkov, aby pri ručnom čistení nosičov obrazov, častí strojov a strojov používali čo najmenšie množstvá čistiacich prostriedkov,
- školenie pracovníkov, aby sa zabránilo úniku čistiacich prostriedkov,
- školenie pracovníkov o tom, ako zabrániť emisiám z rozliatia počas manipulácie alebo prepravy a z otvorených kontajnerov (pôvodný materiál, ako aj použité čistiace prostriedky a handry),
- uchovávanie predimpregnovaných handier v uzavretej nádobe pred použitím a po ich použití.

A.1.6 PREHĽAD NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNÍK A MOŽNOSTÍ OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTOK

A.1.6.1 EFEKTÍVNE VYUŽÍVANIE EMISIÍ ROZPÚŠŤADIEL

Bežne sa používa tepelná úprava a využitie energie na sušenie tlačových farieb. Spätné získavanie rozpúšťadla nie je efektívna alternatíva, pretože regenerovaná frakcia by potrebovala ďalšiu úpravu na opätovné použitie (izopropanol z tlmiaaceho roztoku a zmes uhľovodíkov z atramentov a čistiacich prostriedkov okrem vody z tlmiaaceho roztoku). Najefektívnejšia metóda znižovania emisií VOC v odpadových plynch s účinnosťou > 95% - čo vedie k emisným hodnotám nižším ako 20 mg/m³.

Pre vyššiu energetickú účinnosť používajú najlepšie systémy energetický obsah prichádzajúcich VOC a získavajú energiu v odpadových plynch na vykurovanie sušiarne (rekuperácia tepla). Tento "integrovateľný" systém sa môže inštalovať aj v existujúcich zariadeniach. Autotermické spaľovanie je ťažké dosiahnuť pri strojoch s tlačou 16 strán za otáčku, ale je možné aj pre väčšie stroje (dĺžka valca 1,80 m - 2,25 m). V sušiarňach, po vykurovacích zónach, sú sušiacie zóny s teplotou okolo 180°C. V poslednej zóne pred chladiacou zónou, aby sa zabránilo výbuchu, musí byť zavedený riediaci vzduch. Riedenie odpadového plynu zabráni dosiahnutiu koncentrácie vyššej ako 25% dolnej medze výbušnosti. Meranie koncentrácie rozpúšťadla sa môže použiť na optimalizáciu riedenia a zriedovacie vzduch môže byť predhrievaný

vo výmenníku tepla s použitím odpadových plynov. Energia zo spaľovaných rozpúšťadiel minimalizuje spotrebu stabilizačného a nábehového plynu (zvyčajne zemný plyn), ktorý je potrebný na dosiahnutie potrebnej minimálnej prevádzkovej teploty 770°C termického koncového odlučovacieho zariadenia.

Energia vznikajúca pri oxidácii VOC vedie k prebytočnému teplu, ktoré je k dispozícii na iné účely, ako je napr. vykurovanie prevádzkových miestností/ohrev vody prostredníctvom účinnej výmeny tepla (tiež v kombinácii s integrovanými systémami používajúcimi spaľovanie VOC na sušenie atramentu).

Uzavreté stroje znižujú fugitívne emisie, najmä v kombinácii s klimatizačným systémom, ktorý extrahuje všetok okolitý vzduch z tlačiarne cez čistiaci systém odpadových plynov.

Čistiace prostriedky sa ťažko zachytia v systémoch čistenia odpadových plynov - z bezpečnostných dôvodov sa sušiareň počas čistenia zvyčajne vypne (teplota sušiarne je príliš vysoká a mohlo by dôjsť k výbuchu, ak by bola v prevádzke).

A.1.6.2 MINIMALIZÁCIA FUGITÍVNYCH EMISÍ

Ak sú stroje správne uzavreté a sušiarne pracujú s integrovaným čistením odpadových plynov, môže byť všetok odpadový plyn s obsahom VOC odvádzaný od tlačiarenskeho stroja cez sušiareň do systému na koncovú úpravu odpadových plynov. V takomto prípade môže byť miera odsávania regulovaná (kontrolovaná), aby sa zabezpečilo, že fugitívne emisie sú minimalizované.

ZHRNUTIE OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE EMISÍ VOC

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

Cieľ	Opis	
Systém bez VOC	Náhrada čistiaceho prípravku bez VOC	Použitie čistiacich prostriedkov s tlakom pár < 0,01 kPa pri 20°C.
	Upravená ofsetová potlač	Použitie špeciálnych tlačových platní a prispôbených atramentov, ktoré umožňujú tlač bez VOC.
	Bezvodý tlmiači roztok bez VOC	Použitie špecifických prísad bez VOC v kombinácii s opatreniami na optimalizáciu procesu.
Systémy s redukovaným obsahom VOC	Redukcia izopropanolu v tlmiačom roztoku	Postupné zníženie obsahu izopropanolu v tlmiačom roztoku na < 5% v kombinácii s opatreniami na zlepšenie procesu (pozri nižšie).
		Použitie špecializovaných prísad na tlmiače roztoky, ktoré napodobňujú funkčnosť izopropanolu.
	Čistiace prípravky s nižším alebo žiadnym obsahom VOC	Použitie čistiacich prostriedkov s tlakom pár okolo 0,1 kPa pri 20°C.
		Na bežné čistenie stroja použitie suchého ladu (CO ₂).
Optimalizačné procesy	Optimalizované dávkovanie a meranie	Použitie presných meracích a dávkovacích systémov pre izopropanol a prísady.
	Optimalizovaná kvalita tlmiačeho roztoku	Použitie regulácie teploty, efektívne filtre častíc, čistenie čerstvej vody
	Optimalizácia valcov tlmiačeho systému	Použitie špeciálnych valcov so špeciálnymi povrchmi (keramika, špeciálna guma).
	Optimalizácia čistenia	Použitie automatických čistiacich systémov pre všetky valce.

Cieľ	Opis	
	Optimalizovaná spotreba izopropanolu	Školenie pracovníkov na zlepšenie podmienok procesu namiesto zvyšovania spotreby izopropanolu.
	Optimalizovaná manipulácia s čistiacimi prostriedkami a odpadmi z čistenia	Školenie pracovníkov, aby sa predišlo nadmernému použitiu, rozliatiu a emisiám z manipulácie s uskladnením.
Koncové odlučovacie zariadenia	Termická oxidácia	Systémy úpravy s účinnosťou > 95% a emisnými hodnotami < 20 mg/m ³ . Spätné získavanie odpadového tepla (pre integrovaný systém a pre vodný a/alebo miestny vykurovací systém).
	Odvod odpadového plynu do systému znižovania emisií	Odsávanie odpadového plynu z uzavretého tlačiarenskeho stroja, sušiarne a pod.

I.B PUBLIKAČNÁ ROTAČNÁ HÍBKOTLAČ

B.1.1 VŠEOBECNÝ OPIS ČINNOSTI A JEJ NAJČASTEJŠIE VYUŽITIE V PRIEMYSELNÝCH SEKTOROCH

Podľa definície je VOC akákoľvek organická zlúčenina, ktorá pri teplote 293,15 K (20°C) má tlak pár 0,01 kPa alebo viac alebo má zodpovedajúcu prchavosť za určitých podmienok použitia. V prípade rotačnej hĺbkotlače je dôležitá druhá časť definície VOC, pretože atramentové oleje sú v sušiarňi zahrievané a za týchto podmienok majú podobnú prchavosť ako látky s tlakom pary > 0,01 kPa pri 20°C.

Rotačná hĺbkotlač je definovaná ako tlač s využitím valcovej tlačovej formy, kde sú tlačové miesta zahĺbené pod netlačovými miestami, s použitím nízkoviskózných tlačových farieb, ktoré sa sušia odparením. Stieracím nožom sa do tlačových jamiek vtlačia tlačové farby a zároveň sa aj zotiera prebytok tlačovej farby. Tlačová farba sa prenáša kontaktom s potlačovaným materiálom, v prípade použitia potláčaného papiera sa farba z tlačových jamiek vsaje do papiera.

Publikačná rotačná hĺbkotlač je definovaná ako rotačná hĺbkotlač používaná na tlač papiera pre časopisy, brožúry, katalógy alebo podobné výrobky s použitím tlačových farieb na báze toluénu.

Nasledujúce tlačové činnosti, ktoré sú zariadeniami používajúcimi organické rozpúšťadlá, sú riešené v samostatných častiach:

- tepelný rotačný ofset – pozri činnosť A.I,
- ostatná rotačná hĺbkotlač, flexografia, rotačná sieťotlač, lepenie, laminovanie a lakovanie – pozri činnosť C.I.

Namiesto plnenia ustanovených emisných limitov sa prevádzkovatelia môžu rozhodnúť použiť schému znižovania emisií (redukčný plán) podľa špecifikácií uvedených v prílohe č. 6 k vyhláške MŽP SR č. 410/2012 Z.z. v znp.

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). Existuje všeobecná povinnosť nahradiť látky CMR - pokiaľ je to možné - menej škodlivými látkami alebo prípravkami v čo najkratšom čase. Publikačná rotačná hĺbkotlač nepoužíva VOC klasifikované ako látky CMR alebo halogénované VOC s označeniami rizika H351 alebo H341. Hoci toluén je klasifikovaný s H351, nevzťahujú sa naň obmedzenia smernice SPE, keďže nie je halogénované VOC.

B.1.2 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

B.1.2.1 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Hlavným organickým rozpúšťadlom používaným pri publikovaní rotačnej hĺbkotlače je toluén. Substitúcia tlačových farieb na báze toluénu atramentami na báze vody sa zatiaľ nedá dosiahnuť.

Toluén sa odparuje z hotového výrobku, z tlačového stroja a minimálne z odpadového plynu po regenerácii (rekuperácii aktívnym uhlím a spätným skvapalnením). V súčasnosti nie sú k dispozícii žiadne náhrady za toluén, ale použitie

rekuperačného zariadenia a systému uzatvorenia tlačového stroja v samostatnom priestore výrazne minimalizuje uvoľňovanie toluénu do ovzdušia. Systémy bez VOC existujú pre bežné čistenie stroja. Pre potlač fólií plastových obalov sa používajú tlačové farby na báze alkoholu, prípadne iné organické rozpúšťadlá.

Emisie sa môžu znížiť sušením hotových výrobkov tak dlho, ako je to možné, za kontrolovaných podmienok a zvýšením účinnosti odsávania odpadových plynov a systému spätného získavania rozpúšťadiel z odpadových plynov rekuperáciou. Zachytenie toluénu vo vnútri rekuperačného zariadenia – aby sa zabránilo fugitívnym emisiám – je možné dosiahnuť aj zvýšením teploty v tlačiarňi a zvýšením dĺžky sušiaceho zariadenia (platí len pre nové zariadenia).

V prípade mnohých navrhovaných opatreniach sa musia vziať do úvahy medzisektorové účinky, najmä zvýšená spotreba energie.

B.1.2.1.1 TLAČ

V porovnaní s inými spôsobmi tlače je publikačná rotačná hĺbkotlač spojená s najvyššími investičnými nákladmi na strojové zariadenia a najvyššími nákladmi na výrobu tlačovej formy. Publikačná rotačná hĺbkotlač je preto vo veľkej miere využívaná veľkými spoločnosťami, niekedy aj v prevádzke s heatsetovým ofsetovým tlačovým strojom v rovnakej prevádzke, aby bolo možné vytlačiť rôzne výrobky.

Približne 60% všetkých časopisov a 50% všetkých katalógov je vytlačených pomocou publikačnej rotačnej hĺbkotlače, zvyšok sa vyrába ofsetovou tlačou. Výrobky vytlačené publikačnou rotačnou hĺbkotlačou majú najmenej 200 000 výtlačkov, čo je náročné na výrobu tlačových foriem, ktoré sa zvyknú pochrómovávať alebo sa vyrobí nová tlačová forma, aby sa dokázali vytlačiť aj vysoké náklady. Tlačová forma dokáže tlačiť aj niekoľko miliónov kópií bez straty kvality.

Publikačná rotačná hĺbkotlač sa zvyčajne používa pri tlači na papier. V porovnaní s ofsetovou tlačou, môže publikačná rotačná hĺbkotlač tlačiť s veľmi dobrými výsledkami potláčať natierané aj nenatierané papiere.

Publikačná rotačná hĺbkotlač je charakterizovaná použitím gravírovaných valcov, tlačových farieb na báze toluénu a systému na zhodnocovanie rozpúšťadla pre toluén v odpadovom plyne (rekuperácia). Technika tlače pracuje s najvyššou výrobnou rýchlosťou do 15 m/s. Používa najdlhšie tlačové formy (max. 4,32 m) a je preto schopná vytlačiť najviac strán na jeden obrat v porovnaní s ostatnými tlačovými strojmi.

Zariadenia na publikačnú rotačnú hĺbkotlač pozostávajú najmä z:

- tlačovej jednotky (farebníkový systém, tlačová forma, tlakový valec),
- sušiacie jednotky (pracujúca pri 35 – 40 °C),
- systému odsávania odpadového plynu s jednotkami na regeneráciu rozpúšťadla (zvyčajne aktívne uhlie) – rekuperačné zariadenie.

Tlačiarenské stroje v publikačnej rotačnej hĺbkotlači používajú valce pozostávajúce z ocelevej základne s medeným povrchom. Obráz je vyrytý do medenej vrstvy digitálnym laserovým gravírovaním, menej často s elektromechanickým rytím. Ak je potrebné zabezpečiť odolnosť a stálosť gravírovaného valca, tlačové prvky sú chránené galvanickým pokovovaním tenkou vrstvou chrómu na povrchu valca.

Pri tlači je najskôr na tlačovú formu naniesie tlačová farba, potom sa povrch zotrie stieracím nožom, aby tlačová farba nezostala na netlačových miestach a odtiaľ sa prenáša na papier. Prenos tlačovej farby prebieha, keď je papier stlačený medzi tlačovou formou a tlakovým valcom. Množstvo atramentu prenášaného na papier je riadené zmenou hĺbky a veľkosti zapustených jamiek na valci. Farba sa prenáša procesom tlaku, osmózou a elektrostatickým ťahom.

Tlačiarenské stroje na rotačnú hĺbkotlač tlačia na obe strany v jednej fáze s použitím štyroch štandardných tlačových farieb: čierna, azúrová, žltá a purpurová. Len málo strojov je vybavených ďalšou tlačovou jednotkou pre tlač ďalšou

farbou (napr. Pantone) pre špecifické potreby zákazníka. Za každou tlačovou jednotkou je sušiareň. Po vytlačení jednej farby papier prechádza sušiacim zariadením, aby sa pred vstupom do ďalšej tlačovej jednotky vyparilo rozpúšťadlo (toluén). Aby sa zabránilo zmenám rozmerov papierového pásu (jeho zmršťovaniu), sušenie obvykle prebieha bez vykurovania prúdom vzduchu.

Na pracovisko sa musí privádzať dostatočný vzduch, aby sa zabránilo tomu, že koncentrácia toluénu presiahne 50% dolnej medze výbušnosti. Na tento účel sa uskutočňuje meranie koncentrácie rozpúšťadla aspoň na vstupe do systému na rekuperáciu rozpúšťadla. Na optimalizáciu aklimatizácie pracoviska, je možné vykonávať ďalšie merania koncentrácie rozpúšťadla v blízkosti stroja.

B.1.2.1.2 TLAČOVÉ FARBY - ATRAMENTY

Tlačové farby pre publikačnú rotačnú hĺbkotlač sú založené na toluéne. Majú veľmi nízku viskozitu, čo umožňuje rýchly prenos farieb z vyrytých jamiek na papier. Hĺbkotlačové farby zvyčajne obsahujú okolo 50 % toluénu. Viskozita atramentov je prispôsobená vnútru zásobníkov tlačovej farby strojov, ktoré sú vybavené miešačmi. Pred tlačou sa upraví množstvo zárezu a toluénu v tlačovej farbe.

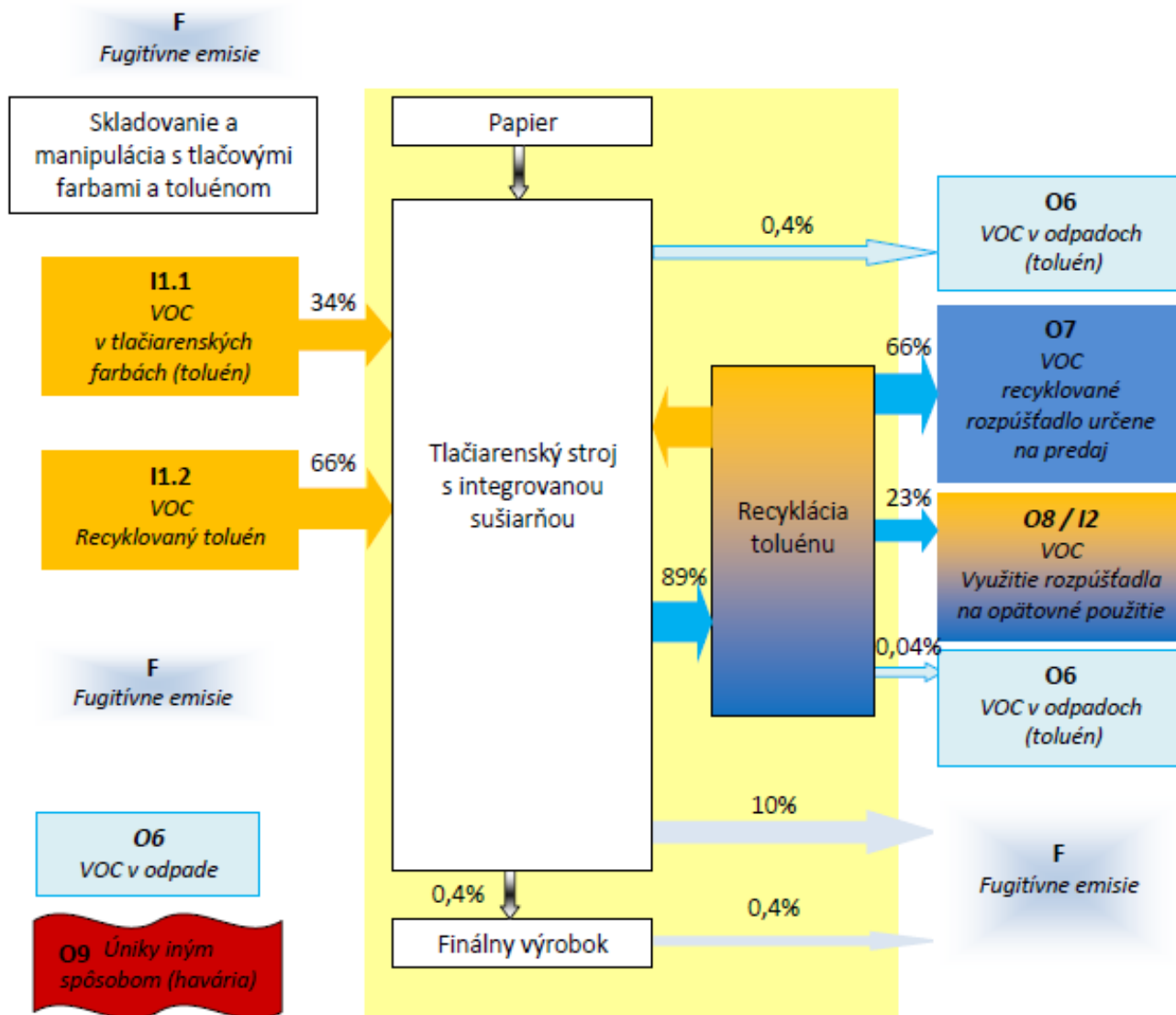
Väčšina obsahu toluénu v tlačových farbách sa v sušiarňi odparuje a odvádza do systému na rekuperáciu rozpúšťadla. Regenerácia sa uskutočňuje adsorpciou na niekoľkých jednotkách aktívneho uhlia (napríklad v priebehu 70 minút), desorpciou toluénu prechodom horúcej pary (asi 45 min) a sušením uhlíkom s extrahovaným vzduchom (1 – 7 min). Horúca para sa ochladí, výhodne s výmenou tepla a toluén, ktorý je ľahší ako voda, môže byť oddelený v gravitačnom separačnom systéme. Získaný toluén sa čiastočne používa na rozpúšťanie atramentov späť pri následnej tlači, čiastočne je predávaný výrobcovi tlačových farieb.

B.1.2.1.3 ČISTIACI SYSTÉM

Keďže väčšina tlačených výrobkov je vyrábaná v troch štandardných farbách a čiernej, čistenie nádrží je potrebné iba pri bežnom čistení stroja.

Ak farby uschnú vo vnútri stroja, môžu sa znovu rozpustiť toluénom. Preto je toluén aj hlavným rozpúšťadlom, ktoré sa používa na čistenie strojov (napr. tlačové formy a farebníkový systém). Okrem toluénu sa môže použiť acetón.

B.1.2.2 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 2: Publication rotogravure printing

B.1.3 POUŽITIE ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL A ICH CHARAKTERISTIKY (NAJMÄ BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ)

B.1.3.1 CHARAKTERISTIKA POUŽÍVANÝCH ROZPÚŠŤADIEL

V publikačnej rotačnej hĺbkotlačí je použitý toluén ako rozpúšťadlo pre atramenty a aj na čistenie technologického zariadenia a jeho častí.

B.1.3.2 BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

V prítomnosti slnečného žiarenia sú VOC emisie unikajúce do ovzdušia, spolu s emisiami NO_x, prekursorami tvorby prízemného ozónu.

Emisie VOC do ovzdušia môžu vznikáť z/zo:

- procesu tlače a jeho čistenia,
- systému na regeneráciu rozpúšťadla,
- tlačeného výrobku.

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

Procesné a technologické úniky a úniky zo skladovacích priestorov môžu spôsobiť emisie do pôdy a podzemných vôd.

Toluén dráždi pokožku. Výpary môžu spôsobiť ospalosť a závrat. Pracovný priestor preto musí byť dobre vetraný, aby bola zabezpečená bezpečnosť na pracovisku.

V nasledovnej tabuľke je uvedená charakteristika typického rozpúšťadla používaného pri publikačnej rotačnej hĺbkotlači:

Rozpúšťadlo	CAS	Riziková veta	Výstražné upozornenie
Toluén	108-88-3	H225 H351 H360	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Podozrenie, že spôsobuje rakovinu. Môže spôsobiť poškodenie plodnosti alebo nenarodeného dieťaťa

B.1.4 NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY - NÁHRADY ŠTANDARDNÝCH TECHNÍK POUŽÍVAJÚCICH ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

V nasledujúcom texte sa popisujú potenciálne náhrady za VOC (použitie systémov bez VOC a systémov s redukovaným množstvom VOC).

B.1.4.1 SYSTÉMY BEZ OBSAHU VOC

Publikačnú rotačnú hĺbkotlač s tlačovými farbami bez obsahu VOC nie je možné spustiť. Systémy bez VOC môžu byť použité iba na čistenie, pretože kvôli ich vysokej rýchlosti výroby, rotačná hĺbkotlač potrebuje atramenty s nízkou viskozitou a rýchlymi vlastnosťami. Toto je ťažké dosiahnuť s inými rozpúšťadlami ako toluoén alebo s tlačovými farbami na báze vody.

Pre bežné čistenie stroja možno použiť CO₂ ("suchý ľad"). Pelety suchého ľadu sa fúkajú tlakovým vzduchom rýchlosťou približne 300 m/s na povrch, ktorý sa má čistiť. Je dosiahnuteľný vysoký stupeň čistoty a nezostávajú žiadne zvyšky. Čistiace stroje stoja približne 9 000 až 14 000 EUR a suchý ľad asi 0,6 EUR/kg. Spotreba suchého ľadu je asi 30 - 50 kg/h. Ak používanie suchého ľadu presiahne asi 60 000 ton ročne, prenájom peletizujúceho stroja je ekonomickejšie riešenie (cenu za prenájom 900 €/mesiac). Keďže vysoké koncentrácie oxidu uhličitého predstavujú zdravotné riziko, na uzavretých pracoviskách je potrebná dostatočná ventilácia, aby sa zachovala bezpečnosť na pracovisku. Okrem iného je potrebné zabezpečiť aj ochranu proti hluku a prachu.

B.1.4.2 SYSTÉMY S REDUKOVANÝM OBSAHOM VOC

Keďže úplné nahradenie toluénu v tomto sektore nie je možné, znížiť emisie VOC môžu znížiť nasledovné náhrady:

B.1.4.2.1 RETENČNÉ ATRAMENTOVÉ SYSTÉMY

Retenčné farby boli vyvinuté na zníženie emisií z konečného výrobku (mimo zariadenia) s cieľom dosiahnuť obsah toluénu menej ako 300 mg na kilogram tlačených materiálov. V porovnaní s konvenčnými atramentmi sa 30 až 50% emisií toluénu z konečných produktov môže znížiť retenčnými farbami.

System retenčného atramentu sa odlišuje od bežných atramentov tým, že vytvára sušený povrch filmu neskôr než bežné atramenty. Tento efekt umožňuje vyššiu rýchlosť odparovania rozpúšťadiel z tlačiarenských farieb (toluénu) vo vnútri zariadenia. V dôsledku toho je obsah toluénu v konečnom produkte nižší a znižujú sa emisie VOC. Za predpokladu celkových emisií VOC okolo 5 - 7% zo vstupného rozpúšťadla, môžu retenčné farby znížiť celkové emisie približne o 10%. Výhodou je, že ak sa používajú retenčné atramenty, je spotreba atramentov nižšia, pričom retenčné farby majú rovnakú cenu ako bežné atramenty. Pri použití retenčných farieb sa znižujú aj náklady na regeneráciu toluénu v adsorpčnej jednotke, čo vedie k zvýšeným výhodám pri predaji alebo opätovnom použití opätovne získaného rozpúšťadla.

B.1.5 MOŽNOSTI PREVENIE A ZNIŽOVANIA EMISIÍ PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO PRI ŠTANDARDNÝCH PROCESOCH

Na zníženie emisií VOC spolu s náhradným prípravkom s obsahom VOC, resp. so zníženým obsahom VOC, sa môžu použiť preventívne opatrenia, zlepšenia procesov a techniky znižovania emisií. V prípade publikačnej rotačnej hĺbkotlače možno použiť nasledujúce opatrenia:

B.1.5.1 OPTIMALIZÁCIA PROCESOV

B.1.5.1.1 PREDĹŽENIE SUŠIARNE

Zvýšením dĺžky sušičky sa dosiahne predĺžený retenčný čas pásu pre odparovanie toluénu. Toto platí len pre nové zariadenia, pretože dodatočné vybavenie nie je možné. Na zvýšenie kapacity sušiarne je potrebná ďalšia energia. Vyššie emisie toluénu budú vyžadovať viac energie na desorpciu, ale povedú k ekonomickému prínosu zo zvýšenia regenerácie toluénu.

B.1.5.1.2 INŠTALÁCIA SKLADOVACÍCH PRIESTOROV S ODSÁVACÍMI SYSTÉMAMI

Samostatné skladovacie priestory pre handry a odpadové farby na pracovisku môžu byť vybavené účinným odsávaním, ktoré je spojené so systémom na regeneráciu rozpúšťadla. Tým sa zabráňuje emisiám do ovzdušia pri manipulácii s rozpúšťadlom, čistiacimi handrami naplnenými toluénom a odpadom z atramentu.

Pre zabezpečenie bezpečnosti na pracovisku je potrebná dostatočná ventilácia na oddelených skladoch. Väčšia emisia toluénu v zariadení vyžaduje účinnejšiu adsorpciu, aby sa zabránilo zvyšovaniu emisií zo zásobníka. Vyššia adsorpcia toluénu vyžaduje viac energie na desorpciu, ale vedie k zvýšeným výhodám pri predaji alebo opätovnom použití regenerovaných rozpúšťadiel.

B.1.5.1.3 KONTINUÁLNE ODSÁVANIE ODPADOVÉHO PLYNU OD TLAČIARENSKÉHO STROJA A SUŠIARNE

Kontinuálne odsávanie odpadového plynu od tlačiarenského stroja a zo sušiarne, umožňuje extrakciu toluénu nielen počas výroby, ale aj pri zastavení strojov počas prípravy, údržby alebo čistení.

B.1.5.1.4 KONTINUÁLNE ODSÁVANIE ODPADOVÉHO PLYNU Z CELEJ TLAČIARNE

Ďalšie zníženie emisií VOC je možné dosiahnuť, ak je odpadový plyn odsávaný nie len od tlačiarenského stroja a sušiarne, ale zo všetkých prevádzkových priestorov tlačiarne. Takto odsávaný odpadový plyn obsahuje veľké množstvo toluénu, ktoré môže byť v regeneračnej jednotke opätovne získané pre ďalšie použitie alebo predaj. Nevýhodou je, že tento systém potrebuje adaptáciu systému aktívneho uhlia, aby mohol účinne adsorbovať a desorbovať nižšie koncentrácie toluénu z veľkého množstva odsávaného plynu. Nevýhodou je, že desorpcia aktívneho uhlia je v tomto

prípade menej účinná (energeticky náročnejšia), pretože nízke koncentrácie odpadového plynu nemôžu dosiahnuť rovnaké zaťaženie. Systémy kontinuálneho odvádzania odpadového plynu sú schopné neustále udržiavať podtlak na vstupe a výstupe papierového pásu. Týmto opatrením sa znižujú emisie VOC z atramentových nádrží a zásobníkov.

B.1.6 PREHLÁD NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNÍK A MOŽNOSTÍ OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTOK

B.1.6.1 KONCOVÉ ODLUČOVACIE ZARIADENIA

B.1.6.1.1 ÚČINNÁ ADSORPCIA A DESORPCIA

Regeneráciou rozpúšťadla je možné dosiahnuť vysokú úroveň adsorpcie toluénu. Najefektívnejšie techniky na regeneráciu toluénu z rotačnej hĺbkotlače dosahujú hodnoty výťažnosti > 95% z prichádzajúceho toluénu a približne > 96% zo vstupného množstva rozpúšťadla. Tieto úrovne sa dosahujú inštaláciou väčšieho množstva aktívneho uhlia a tým, že sa pracuje s desorpciou v kratších intervaloch.

Intervaly desorpcie je možné optimalizovať konštantným monitorovaním výstupnej koncentrácie toluénu z regeneračného systému a presmerovaním extrakčného vzduchu do druhej, nezaťaženej adsorpčnej jednotky, ak je aktívne uhlie v prvej jednotke nasýtené. Vstupné aj výstupné monitorovanie adsorpčnej jednotky sa môže použiť aj na riadenie adsorpčnej kapacity a určenie okamihu, kedy sa má extrakčný vzduch smerovať do inej adsorpčnej jednotky.

Desorpcia aktívneho uhlia je energeticky náročná. Hoci efektívne systémy vedú k vyššej recyklácii toluénu a k zníženiu emisií, energetická náročnosť desorpcie musí byť vyvážená výhodami vyššej účinnosti spätného získavania.

B.1.6.1.2 ZACHYTÁVANIE EMISÍ DO OVZDUŠIA POČAS SUŠENIA AKTÍVNEHO UHLIA PO DESORPCII

Pri desorpcii VOC z aktívneho uhlia sa aktívne uhlie stáva vlhké a potrebuje dobu sušenia asi 30 - 60 sekúnd na zotavenie jeho adsorpčnej kapacity. Počas tejto doby sa odpadový plyn z tlačiarne odvádza mimo adsorpčného systému. Aby sa zabránilo emisiám toluénu počas sušenia aktívneho uhlia, môžu byť emisie z adsorpčnej jednotky nasmerované späť do zariadenia, až kým sa neobnoví plná adsorpčná kapacita aktívneho uhlia.

B.1.6.1.3 SYSTÉM UZATVORENEJ SLUČKY

Systém potrebuje vysokú kapacitu systému na znovuzískanie rozpúšťadla, aby získal nízku koncentráciu VOC v recirkulovanom vzduchu. To sa dá dosiahnuť zvýšením kapacity aktívneho uhlia a/alebo častejšími desorpčnými cyklami. Systém je použiteľný iba pre nové tlačiarne v kombinácii s novým systémom na znovuzískanie rozpúšťadiel. Častejšia desorpcia vytvára viac odpadovej vody a vyžaduje spotrebu energie. Dodatočná energia je tiež potrebná z dôvodu zvýšenej adsorpčnej kapacity. Výhody možno získať, ak sa generuje chladiaca energia z odpadového tepla, napr. z kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie na mieste.

ZHRNUTIE OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE EMISÍ VOC

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté opatrenia na zníženie emisií VOC:

Cieľ	Opis	Aplikovateľnosť
Systém bez obsahu VOC	Čistiace prípravky bez obsahu VOC	Použitie suchého ľadu (CO ₂) na čistenie.
Systémy so zníženým obsahom VOC	Použitie retenčných tlačiarenských farieb	Použitie atramentov s neskoršími filmotvornými vlastnosťami – retenčné farby.
Optimalizácia procesov	Predĺženie sušiarne	Dlhší čas sušenia pre efektívnejšie odvádzanie emisií toluénu z tlačiarne.
	Sklady – pridať k odsávaným priestorom	Samostatné skladovacie priestory s odsávaním odpadového plynu a odvádzanie do systému na čistenie a regeneráciu toluénu.
	Kontinuálne odsávanie odpadového plynu z tlačiarenskeho stroja, aj zo sušiarne	Opätovné získavanie toluénu aj pri odstavkách tlačiarenskeho stroja, počas jeho údržby a čistení.
	Kontinuálne odsávanie odpadového plynu z tlačiarenskeho stroja, zo sušiarne a aj z ostatných prevádzkových priestorov tlačiarne	Opätovné získavanie toluénu aj z miest s nižšou koncentráciou toluénu.
Koncové odlučovacie zariadenia	Efektívna adsorpcia	Inštalácia dostatočnej adsorpčnej kapacity, efektívne desorpčné intervaly, meranie koncentrácie toluénu na vstupe aj výstupe z extrakčnej jednotky na spätné získavanie toluénu.
	Zachytávanie emisií toluénu aj počas sušenia aktívneho uhlia	Odpadový plyn z extrakcie je opätovne nasmerovaný späť do zariadenia, až kým sa neobnoví aktívna adsorpčná kapacita aktívneho uhlia.
	Systém uzavretej slučky	Vyčistený odpadový plyn z adsorpčnej jednotky je nasmerovaný späť do tlačiarne.

I.C OSTATNÁ ROTAČNÁ HÍBKOTLAČ, FLEXOGRAGIA, ROTAČNÁ SIEŤOTLAČ, LEPENIE, LAMINOVANIE A LAKOVANIE

C.1.1 VŠEOBECNÝ OPIS ČINNOSTI A JEJ NAJČASTEJŠIE VYUŽITIE V PRIEMYSELNÝCH SEKTOROCH

Podľa definície je VOC akákoľvek organická zlúčenina, ktorá pri teplote 293,15 K (20°C) má tlak pár 0,01 kPa alebo viac alebo má zodpovedajúcu prchavosť za určitých podmienok použitia. V prípade ofsetovej technológie je dôležitá druhá časť definície VOC, pretože atramentové oleje sú v sušičke zahrievané a za týchto podmienok majú podobnú prchavosť ako látky s tlakom pary > 0,01 kPa pri 20°C.

Tlač je definovaná ako akákoľvek reprodukčná činnosť textu a/alebo obrázkov, pri ktorých sa pomocou nosiča obrázkov prenáša atrament na akýkoľvek druh povrchu. Zahŕňa súvisiace činnosti ako je lakovanie, nanášanie farieb a laminovanie.

Rotačná hĺbkotlač je definovaná ako tlačiarenská činnosť, pri ktorej sa používa valcový nosič obrazu, pri ktorej je tlačiacia plocha pod netlačiacou plochou, za použitia tekutých tlačiarenských farieb schnúcich vyparovaním. Priehlbiny sú vyplnené farbou a zvyšná farba sa z netlačiacej plochy odstráni skôr, ako sa povrch, na ktorý sa má tlačiť, dostane do kontaktu s valcom a nasaje farbu z priehlbínok.

Flexografia je definovaná ako tlač z výšky, ktorá ako nosič obrazu využíva flexibilnú gumu alebo elastické fotopolyméry a pri ktorej sú tlačiace plochy nad netlačiacimi plochami. Tlačí sa nízkoviskóznymi (kvapalnými) tlačovými farbami, ktoré sa sušia odparovaním.

Rotačná sieťotlač je definovaná ako tlačová technika, pri ktorej tlačová farba prechádza cez tlačovú formu, pričom netlačiace miesta sú tvorené exponovanou svetloutilivou vrstvou a tlačové miesta sú od neexponovanej svetlocivlivej vrstvy vymyté. Viskózne tixotropné tlačové farby sa sušia len odparovaním. Rotačná sieťotlač potláča kotúč papiera, textilie alebo iného materiálu v kotúči. .

Nanášanie lepidiel a lakov je definované ako činnosť spojená s tlačou, pri ktorej sa lak alebo lepidlo nanáša na účel nalepenia obalového materiálu na flexibilný materiál.

Laminovanie spojené s tlačou je proces zošľachťovania tlačoviny, pri ktorom sa povrch potlačeného papiera pokrýva priehľadnou polymérou fóliou.

Ďalšie bežné tlačiarenské techniky, ako je ofsetová tlač, ofsetová tlač za studena - coldsetová ofsetová tlač (novinová tlač), digitálna tlač alebo sieťotlač, nespádajú medzi rozpúšťadlové činnosti.

Nasledujúce činnosti sú riešené v samostatných častiach:

- tepelná (heatsetová) rotačná ofsetová tlač – pozri činnosť I.A,
- publikačná rotačná hĺbkotlač - pozri činnosť I.B,
- laminácia - nesúvisiaca s tlačiarenskou činnosťou - pozri činnosť XVI.

Rotačná hĺbkotlač a flexografia sa používajú pre potlač veľkého množstva obalov. V Potlačené sú flexibilné materiály (plastové fólie, papier, lepenka), ako aj tvrdé materiály (sklo, kovy, lamináty rôznych materiálov, napr. lepenka, drevovláknité dosky, plasty, kovy).

Rotačná sieťotlač sa používa hlavne pre textílie a obklady stien (napr.: papier, plastové podklady).

Flexografiou sa potláča väčšina TETRAPACKových obalov a asi polovica všetkých flexibilných obalov. Druhá polovica flexibilných obalov sa potlačí pomocou rotačnej hĺbkotlače. Ďalšie typické produkty flexografie sú darčkové obaly, skladacie kartóny, etikety, pásky a obálky, papierové šálky a dosky.

Požiadavky na kvalitu potlače balenia sa značne líšia – od nízkej kvality (napr. pri obaloch hnojív) až po vysokú kvalitu (napríklad pri balení potravín alebo pri označovaní kozmetických výrobkov). Požiadavky na vysokú kvalitu atramentu pri tlači obalov sú napr. v potravinárskom alebo farmaceutickom priemysle, aby sa zabránilo kontaminácii potravín migráciou atramentových látok cez obal.

Namiesto plnenia ustanovených emisných limitov sa prevádzkovatelia môžu rozhodnúť použiť schému znižovania emisií (redukčný plán) podľa špecifikácií uvedených v prílohe č. 6 k vyhláške MŽP SR č. 410/2012 Z.z. v znp.

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). Existuje všeobecná povinnosť nahradiť látky CMR - pokiaľ je to možné - menej škodlivými látkami alebo prípravkami v čo najkratšom čase. Tlačové farby a laky by nemali obsahovať VOCs, ktorým sú priradené výstražné upozornenia H350 a/alebo H350i (Môže spôsobiť rakovinu.), H340 (Môže spôsobiť genetické poškodenie.), H360Fd (Môže poškodiť plodnosť. Podozrenie z poškodzovania nenarodeného dieťaťa.).

C.1.2 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 LÁTKOK

C.1.2.1 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Hlavnými zdrojmi emisií VOC z týchto činností sú:

- fugitívne emisie z tlačiarenských strojov a iných zariadení,
- VOC z atramentových rozpúšťadiel zostávajúcich na tlačených výrobkoch,
- VOC v odpadovom plyne.

Nahradenie atramentov na báze rozpúšťadiel atramentmi na báze vody alebo vytvrdzované žiarením je možné pri tlači na papieri a – s určitými obmedzeniami - na plastových fóliách.

Pravidelné čistenie stroja je možné vykonať pomocou systémov bez VOC. Každodenné čistenie častí sa môže vykonávať pomocou ultrazvukových čistiacich prostriedkov na báze vody a v uzavretých automatických práchkach. Práčky môžu použiť namiesto rozpúšťadiel aj alkalické čistiace systémy. Pre atramenty založené na vodnej báze, môže byť na denné čistenie používaná voda. Rozpúšťadlá používané na manuálne alebo automatické čistenie sa môžu následne regenerovať destiláciou a opätovne použiť na čistenie.

Emisiám z atramentu je možné zabrániť prekrytím skladovacích nádob a zásobníkov s obsahom rozpúšťadla, ako aj priamym spojením nádrží s rozpúšťadlom so zásobníkmi atramentu. Emisie VOC môžu byť tiež znížené použitím účinného systému na čistenie odpadových plynov.

Typické zariadenia v tomto sektore pozostávajú najmä z/zo:

- tlačovej jednotky (farebníkový systém, tlačová forma a tlakový valec),
- sušiacej jednotky (ohrievanej vzduchom),
- systému odsávania odpadového plynu (s/bez úpravy odpadového plynu).

C.1.2.1.1 OBALOVÁ HÍBKOTLAČ

Rotačná hĺbkotlač je charakteristická použitím gravírovaných valcov vyrobených z oceľového jadra (telo valca) a medeneho povrchu. Obraz je vyrytý do medenej vrstvy, hlavne digitálnym laserovým rytím, alebo menej často elektromechanickým rytím. Na zabezpečenie odolnosti voči opotrebovaniu počas dlhých cyklov je obraz chránený tenkou vrstvou chrómu, ktorá sa na povrch valca nanáša elektrolyticky.

Počas tlače sa na rotujúcu tlačovú formu nanáša tlačová forma, pričom sa nepotrebný zvyšok tlačovej farby zotiera stieracím nožom z netlačových miest. K prenosu tlačovej farby dochádza v mieste styku tlačovej formy s tlakovým valcom, medzi ktorými prechádza tlačový papier.

Množstvo tlačovej farby prenesenej na papier alebo fóliu je regulované zmenou hĺbky a veľkosti zapustených jamiek tlačovej formy. Rotačné hĺbkotlačové stroje môžu tlačiť 6 – 10 tlačovými farbami a lakmi na jednej strane materiálu. Používajú sa štyri štandardné farby (CMYK), laky a farby špecifické pre zákazníka (napr. Pantone farby). Stroje sa líšia podľa konštrukcie tlačových jednotiek:

- konštrukcia môže byť riešená centrálnym tlakovým valcom (satelitný systém),
- alebo
- tlačové jednotky sú v sérii, čo tiež umožňuje kombinovať ofset a flexografiu.

Rotačná hĺbkotlač s obratom do 10 000 hárkov za hodinu sa využíva pre vysoko kvalitné dekoratívne efekty, ako je použitie kovových farieb na metalizovaných papieroch a fóliách.

C.1.2.1.2 FLEXOGRAFIA

Flexografická tlač používa flexibilné tlačové formy vyrobené z fotopolyméru, ktoré sú prilepené na kovový tlačový valec pomocou obojstrannej samolepiacej pásky alebo sa používajú ako návleky. Tlačové miesta sa vytvrdia vystavením UV žiareniu a po odstránení netlačiacich miest vzniká reliéf s vyvýšenými tlačovými prvkami.

Pri tlači sa na tlačovú formu prenáša tlačová farba z aniloxového valca (valec s presne definovaným zahĺbením jamiek a počtom jamiek). Nadbytok tlačovej farby sa z aniloxového valca odstraňuje stieracím nožom. Staršie systémy navaľovania tlačovej farby na tlačovú formu sa už nepoužívajú. Z tlačovej formy sa pomocou tlakového valca prenáša tlačová farba na potlačovaný materiál.

C.1.2.1.3 ROTAČNÁ SIEŤOTLAČ

Rotačná sieťotlač je charakterizovaná použitím šablóny, ktorá čiastočne pokrýva kovovú sieťovinu tlačovej formy umiestnenej na rotačnom tlačovom valci. Šablóna môže byť rezaná počítačom ovládanou čepeľou (ploterom), fotochemicky alebo ručne. Šablóna zabraňuje prechodu tlačovej farby tlačovou formou v netlačiacich miestach. Vo vnútri tlačovej formy je upevnená stierka, ktorá pretláča tlačovú farbu cez časti sita, ktoré nie sú blokované šablónou na potlačovaný materiál. Potlačovaný materiál prechádza postupne jednotlivými tlačovými jednotkami, na ktorých sa tlačí potrebnou tlačovou farbou. Dávkovací systém zabezpečuje stály prísun tlačovej farby do formového valca.

C.1.2.1.4 POUŽÍVANÉ TLAČOVÉ FARBY

Tlačové farby pre rotačnú hĺbkotlač, flexografiu a sieťotlač môžu byť na báze rozpúšťadiel, na báze vody alebo sú vytvrdzované UV žiarením. Na vysušenie konvenčných tlačových farieb na báze rozpúšťadiel a tlačových farieb na báze

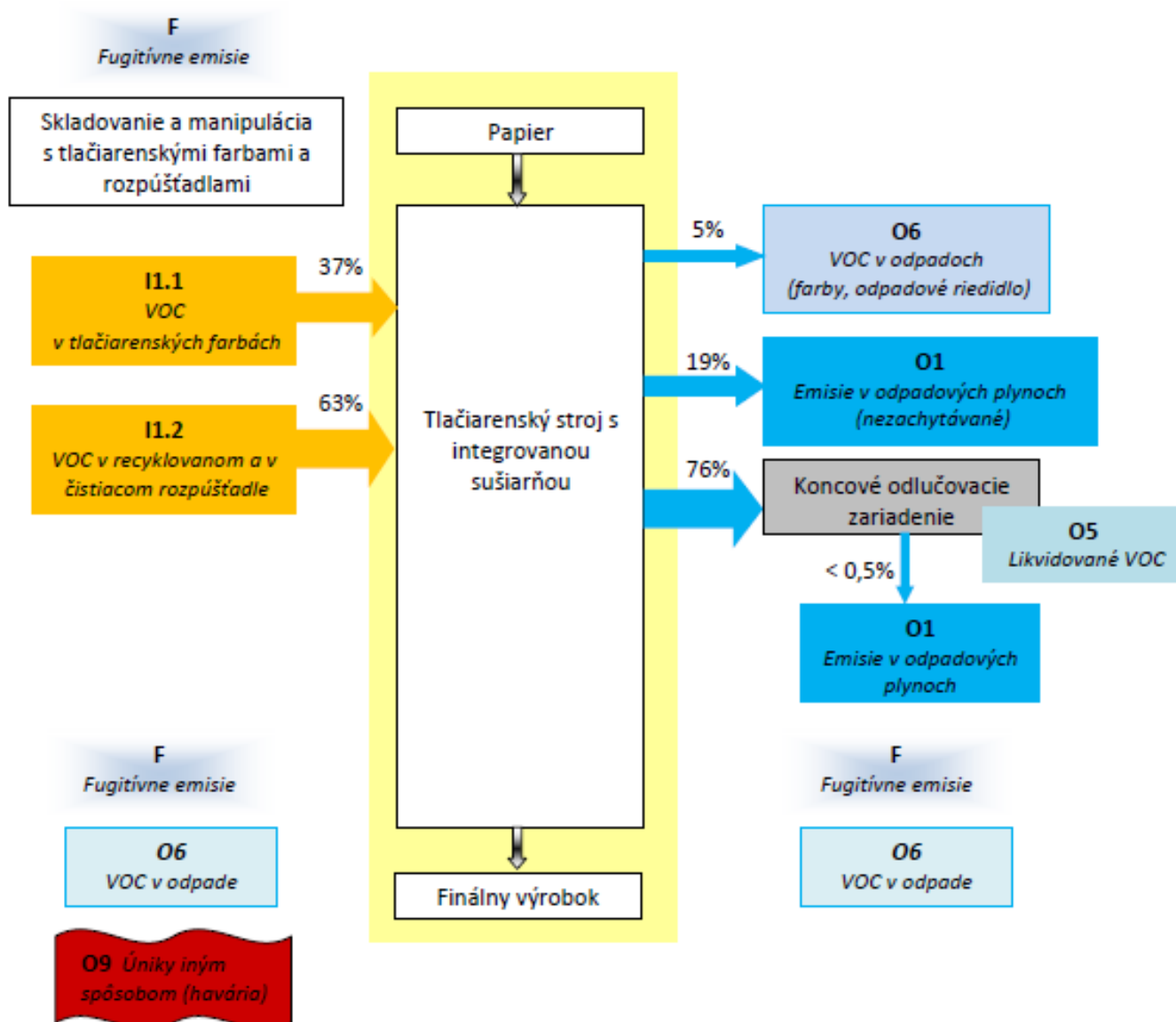
vody sa po každej tlačovej jednotke inštaluje sušička. Každá tlačová farby sa musí vysušiť skôr, ako sa tlačný podklad dostane do ďalšej tlačovej jednotky. Typické teploty na sušenie tlačovej farby sú 50°C – 100°C, s rýchlosťou 40 – 60 m/s.

Tlačové farby, ktoré sa vytvrdzujú žiarením, neobsahujú rozpúšťadlá. Používajú fotoiniciátory na spustenie polymerizácie spojiva pri vystavení žiareniu. Tlačové farby sa môžu vytvrdiť UV žiarením alebo elektrónovými lúčmi. Na tento účel sú v každej tlačovej jednotke inštalované UV lampy alebo vákuové trubice produkujúce elektrónové prúdy.

C.1.2.1.5 ČISTENIE

Systémy čistenia valcov pre rotačnú hĺbkotlač, flexografiu a rotačnú sieťotlač môžu byť buď manuálne (in-situ alebo externé) alebo automatické (najmä v nových strojoch). Farebníkový systém sa musí po každej zmene farby vyčistiť. Okrem toho je bežnou praxou pravidelné čistenie stroja, aby sa odstránila striekajúca farba z častí stroja. Tradične sa čistenie vykonáva ručne pomocou handier navlhčených rozpúšťadlom, čo vedie k tvorbe fugitívnych emisií VOC.

C.1.2.2 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 3: Other rotogravure, flexography, rotary screen printing, and laminating or varnishing units

C.1.3 POUŽITIE ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL A ICH CHARAKTERISTIKY (NAJMÄ BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ)

C.1.3.1 CHARAKTERISTIKA POUŽÍVANÝCH ROZPÚŠŤADIEL

C.1.3.1.1 HĽBKOTLAČ A FLEXOGRAFIA

Hlavné organické rozpúšťadlá používané pri rotačnej hĺbkotlačovej tlači a flexografii sú etanol a izopropylalkohol. Používajú sa na atramentové systémy založené na rozpúšťadlách, v mnohých atramentoch na báze vody, na riedenie atramentu a na čistenie. Etylacetát sa tiež často používa ako atramentové rozpúšťadlo, niekedy zmiešané s etanolom. Metyl etylketón sa používa pre laky. Aromatické rozpúšťadlá sa už nepoužívajú, pretože nie sú povolené pre sektor potravín (tlač obalov potravín).

V nasledovnej tabuľke sú uvedené typické rozpúšťadlá používané na potlač obalov s rotačnou hĺbkotlačou alebo flexografiou:

Rozpúšťadlo	Tlak pár pri 293 K (kPa)	Použitie
Rozpúšťadlové systémy		
Etanol	5.9	Atrament, farby, prostriedok na čistenie
Izopropanol	4.3	Atrament, farby, prostriedok na čistenie
Izopropyl acetát	6.1	Úprava viskozity
Etyl acetát	9.2	Tvrdidlo, prostriedok na čistenie
Metyl etyl ketón	10.5	Laky
n-Butanol	1.2	Spomaľovač schnutia
n-Propanol	2.5	Spomaľovač schnutia
Metoxy propanol	1.1	Spomaľovač schnutia
Etoxy propanol	0.65	Spomaľovač schnutia
Vodouriediteľné systémy		
Etanol	5.9	Rozpúšťadlo farieb, lak, prostriedok na čistenie
Izopropanol	4.3	Rozpúšťadlo farieb, prostriedok na čistenie
n-Propanol	2.5	Rozpúšťadlo farieb

Atramenty na báze rozpúšťadiel pre rotačnú hĺbkotlač a flexografiu majú obsah rozpúšťadiel 40 - 75%. Zásobníky strojov sú zvyčajne naplnené tlačovými farbami s vyššou viskozitou, ako je potrebné, aby sa prevádzkovateľom poskytla flexibilita v pridávaní rozpúšťadla a tak sa dosiahol určitý čas schnutia. Rozpúšťadlové atramenty pripravené na použitie obsahujú asi 80% rozpúšťadla.

Vodouriediteľné atramenty môžu obsahovať malé množstvá organických rozpúšťadiel. Okrem toho, že umožňujú rýchlejšie sušenie a lepší kontakt na plastových substrátoch, pôsobia ako protipeniace činidlá a biocídy. Celkový obsah rozpúšťadiel v atramentoch a lakoch na báze vody je zvyčajne medzi 0 - 5%. Ak sa vyžaduje rýchlejší čas schnutia (napríklad pri tlači na tenký papier), obsah rozpúšťadiel v atramentoch na báze vody sa môže zvýšiť na 25%.

Priemerný obsah rozpúšťadiel, v typických prípravkoch pri používaní rôznych tlačových systémov, je uvedený v nasledovnej tabuľke:

	Rotačná hĺbkotlač		Flexografia	
	Riedidlový systém (%)	Vodouriediteľný systém (%)	Riedidlový systém (%)	Vodouriediteľný systém (%)
Rozpúšťadlá v atramentoch	60	5	60	5
Tvrdidlá	101	2	81	2
Čistiace prostriedky	17	10	14	10

Existujúce stroje na rotačnú hĺbkotlač a flexografiu nie sú vo všeobecnosti úplne uzavreté, aby uľahčili prístup obsluhy k všetkým častiam stroja. Zariadenia preto môžu mať vysokú úroveň emisií z valcov a zásobníkov atramentu - či už pri tlači, alebo aj pri zastavení výroby. Viskozita sa často upravuje manuálne pridaním rozpúšťadla do zásobníka atramentu z otvorenej nádoby v dôsledku čoho vznikajú ďalšie emisie VOC.

C.1.3.1.2 ROTAČNÁ SIEŤOTLAČ

Rotačná tlač je určená pre širokú škálu výrobkov, a preto používa širokú škálu atramentov a rozpúšťadiel. V nasledovnej tabuľke sú uvedené typické príklady používaných rozpúšťadiel:

Rozpúšťadlo	Tlak pár pri 293 K (kPa)	Atramentový systém
Rozpúšťadlové systémy		
Ropné rozpúšťadlá	rôzne	Rozpúšťadlový systém
Xylén	0.7 - 0.9	Rozpúšťadlový systém
1-Metoxypropyl acetát	0.37	Rozpúšťadlový systém
Etanol	rôzne	Rozpúšťadlový systém
Benzyl alkohol	0.002	Rozpúšťadlový systém aj vodouriediteľný systém
Diacetón alkohol	0.1	Rozpúšťadlový systém aj vodouriediteľný systém
Glykolová kyselina, n-Butylester	0.13	Rozpúšťadlový systém aj vodouriediteľný systém
1-metoxipropanol-2	1.15	Rozpúšťadlový systém aj vodouriediteľný systém
Cyklohexanón	0.5	Rozpúšťadlový systém aj vodouriediteľný systém
Dipropylén glykol	0.0029	Rozpúšťadlový systém aj vodouriediteľný systém
Butan-2-ol	1.7	Vodouriediteľný systém
3-metoxy-1-butanol	0.13	Vodouriediteľný systém

C.1.3.2 BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

Pri rotačnej hĺbkotlači, flexografii a rotačnej sieťotlači sa na celý rad procesov používa veľa rôznych rozpúšťadiel. Najbežnejšie používané rozpúšťadlá sú etanol a izopropylalkohol. V prítomnosti slnečného žiarenia sú VOC emisie unikajúce do ovzdušia, spolu s emisiami NO_x, prekursorami tvorby prízemného ozónu.

Emisie VOC do ovzdušia môžu vznikáť z/zo:

- skladovania rozpúšťadiel,
- procesu tlače,
- čistenia (prevažuje ručné čistenie),
- zariadenia na regeneráciu rozpúšťadla.

Procesné a havarijné úniky a úniky zo skladovacích priestorov môžu spôsobiť emisie do pôdy a podzemných vôd.

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

V nasledovnej tabuľke sú uvedené príklady rozpúšťadiel, ktoré sa nachádzajú vo zvyčajne používaných tlačových farbách a pomocných prípravkoch používaných pri ostatnej ročnej hĺbkotlači, flexografii, rotačnej sieťotlači, lepení, laminovaní a lakovaní v polygrafii:

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
Etanol	64-17-5	H225	Veľmi horľavá kvapalina a pary.
Izopropanol	67-63-0	H225 H319 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
Izopropylacetát	108-21-4	H225 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Etylacetát	141-78-6	H225 H319 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Metyl etyl ketón	78-93-3	H225 H319 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
n-Butanol	78-92-2	H226 H319 H335 H336	Horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Xylén	1330-20-7	H226 H312 H332 H315 H319 H335 H373 H304	Horľavá kvapalina a pary. Škodlivý pri kontakte s pokožkou. Škodlivý pri vdýchnutí. Dráždi kožu. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. Môže spôsobiť poškodenie orgánov. Môže byť smrteľný po požití a vniknutí do dýchacích ciest.
n-Propanol	71-23-8	H225 H318 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne poškodenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Metoxy propanol	107-98-2	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.

C.1.4 NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY - NÁHRADY ŠTANDARDNÝCH TECHNÍK POUŽÍVAJÚCICH ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

V nasledujúcom texte sa popisujú potenciálne náhrady za VOC (s použitím systémov bez VOC a s redukovaným množstvom VOC).

C.1.4.1 SYSTÉMY BEZ OBSAHU VOC

C.1.4.1.1 ATRAMENTY NA BÁZE VODY

Vo väčšine prípadov, keď sa tlač aplikuje na papier alebo lepenku, je možné nahradiť systémy farieb a lakov na báze rozpúšťadiel, systémami na báze vody. Problémy môžu vzniknúť, ak sa má tlačiť papier s nízkou hmotnosťou (napr. papierové tašky). Moderné sušiarne majú dostatočnú kapacitu na sušenie nielen farieb založených na rozpúšťadlách, ale aj na vodných farbách, takže nie sú potrebné žiadne ďalšie investície. Na sušenie atramentov na báze vody je potrebných približne o 10% viac energie v porovnaní so systémami na báze rozpúšťadiel.

C.1.4.1.2 ATRAMENTY VYTVRDZOVANÉ ŽIARENÍM

V niektorých prípadoch môžu atramentové systémy založené na rozpúšťadlách nahradiť atramentové systémy vytvrdzované UV a elektrónovou úpravou (najmä pre nové stroje). Dodatočné vybavenie existujúcich strojov je obtiažne, pretože v tomto prípade je potrebné vyvinúť menší tlak na podklad, ktorý sa má vytlačiť.

UV atramenty a atramenty na vytvrdzovanie elektrónov sa používajú na flexografickú tlač na papier, kartóny a samolepiace papierové etikety, najmä ak je potrebný vysokokvalitný výsledok. Elektronizované vytvrdzované atramenty dokážu dosiahnuť vysoký lesk a podporujú aplikácie na zdobenie kovov. Ak sú vytlačené veľké biele oblasti, môžu sa vyskytnúť problémy s vysychaním pri používaní UV atramentu.

Pretože je ťažké dosiahnuť úplnú polymerizáciu monomérov spojiva, malé množstvá z nich môžu migrovať do obalu. Môže to spôsobiť nedodržanie právnych predpisov pre potraviny. Preto sa výrobcovia obalových materiálov na potraviny často zdráhajú používať tlačové farby vytvrdzované žiarením. Takéto problémy sa nevyskytujú, ak sa použijú lamináty z lepenky a hliníka (napríklad nápojové balenie).

Okrem toho, radiačne vytvrdzované farby obsahujú reaktívne akryláty, monoméry a oligoméry, z ktorých niektoré majú alergénny potenciál, čo je nebezpečné pre obsluhu. UV žiarovky majú tiež vysokú spotrebu energie a potrebujú chladenie. Vytvárajú ozón, a preto je potrebné ďalšie odsávanie odpadových plynov. UV lampy ďalej obsahujú ortuť a staré lampy musia byť zlikvidované s náležitou starostlivosťou. Prevádzkovatelia musia prijať bezpečné pracovné systémy, aby sa zabránilo vystaveniu sa žiareniu UV žiarením a elektrónovým lúčom.

C.1.4.1.3 TLAČ LATEXOVÝMI FARBAMI

Pigmentové farby môžu byť nahradené ekologickými latexovými farbami, ktoré sa sušia pri vysokej teplote len veľmi krátku dobu. Ich prednosťou je, že sú takmer ihneď suché a je možné týmto spôsobom vytvoriť pružný a ohybný výtlačok, ktorý sa neláme (fólie pre autá). Moderné tlačiarenské stroje majú zabudovaný spektrofotometer, na kontrolu spotreby farby. Šírka tlače môže byť až 2,64 m.



Zdroj: MSc. Vladimír Dvonka, PhD.(FCHTP STU) - Electronic publishing and printed electronics - HP Designjet L65500 (L25500)

C.1.4.1.4 BEZDOTYKOVÉ TLAČOVÉ TECHNOLOGIE

Ink-jet – kontinuálne dávkovanie kvapiek alebo kvapka na požiadanie (Drop On Demand). Rozpustné, pigmentované alebo UV farbivá. Rozpustnými farbami je možné dosiahnuť vyšší (lepší) farebný odtieň – sýtosť farby; pigmentované farby majú vyššiu optickú stabilitu; UV farby majú výhody oboch uvedených, ale sú drahšie. Umožnená je aj tlač pomocou UV lakov. Používa sa na potlač papierov, fólií i textílií.



Zdroj: MSc. Vladimír Dvonka, PhD.(FCHTP STU) - *Electronic publishing and printed electronics*

SCREEN Truepress Jet – ink-jetová tlač klasická (Jet520) i pre UV atramenty (Jet6500UV).

JetSX – hárkový stroj, max. 530 x 740 mm, min. 279 x 210 mm, hrúbka média 0,1 až 0,4 mm, max. potlačiteľná plocha 520 x 730 mm, 1440 x 720 dpi, pigmentované farby na vodnom základe, CMYK, 1600 hárkov/h.



Zdroj: MSc. Vladimír Dvonka, PhD.(FCHTP STU) - *Electronic publishing and printed electronics- FIJIFILM B2 formát Jet Press 720*

C.1.4.1.5 MAGNETOGRAFIA

Zobrazovací valec tlačiarenského stroja je magnetický. Sústava magnetizujúcich hláv vytvára latentný obraz na zobrazovacom valci, na ktorý sa potom preniesie toner, ktorý obsahuje farbivo s magnetickými časticami. Nevýhodou tohto systému je, že sa dajú reprodukovat' len tmavé farby, pretože obsah magnetických častíc v toneri znižuje jeho sýtosť – azúrová, modrá, purpurová, červená, zelená. Žltá farba by bola sivo-žltá vzhľadom na obsah magnetických častíc v toneri. Používajú sa najčastejšie pre tlač jednofarebných formulárov pre bankovníctvo.

Magnetografia má špeciálne využitie pre ofsetovú tlač s tlačovou formou tvorenou mikromagnetickými hlavami ako súčasť zobrazovacieho kovového váľca.

C.1.4.1.6 NANOGRAFIA

Nanografia pracuje na princípe inkjetu - pri inkjete sa vytvorená kvapka dostáva priamo na papier. Pri nanografii sa používajú veľmi podobné tlačové hlavy, ale kvapka sa vystrekne na zahriaty transportný pás. Takto vytvorené zobrazenie sa kompletne vysuší horúcim vzduchom a voda sa odparí. Čo zostane, je pigment a veľmi tenká vrstva polymérneho filmu. Následne sa tento film, iba tlakom, laminuje na papier. Prenos obrazu na papier je na 100 % a vytvára plastický film, ktorý sa prilepí na papier. V momente kontaktu s papierom sa na ňom zachytí a je suchý. Všetka vlhkosť sa odstráni ešte pred kontaktom s papierom. Túto techniku je možné prirovnať k obtačku. Takto vytvorená vrstva je veľmi tenká, kopíruje reliéf papiera a tiež podstatne zmení stupeň lesku. Výhodou je, že prilepenie je veľmi účinné, či už na papier alebo na fóliové obalové materiály, vrátane polyetylénu. Tlačové body sú ostré, lesklé,

homogénne a odolné voči poškrabaniu či voči oderu. Z dôvodu vysokej optickej hustoty pigmentov, je možné tlačiť s vysokým krytím bez technologických problémov.

Nanopigmenty sú veľké niekoľko desiatok nanometrov. Sú veľmi malé a majú úplne iné vlastnosti oproti klasickým pigmentom. Nanoatramenty sú neškodné. Farby NanoInk sú distribuované ako koncentrát a až následne sa riedia v tlačovom stroji použitím vody. Stroj má integrovanú filtračnú a deionizačnú jednotku. Používajú sa aj v kvalite určenej pre potravinárske materiály a sú porovnateľné s obalovými materiálmi. Niektoré tlačové hlavy sa použijú pre laky, špeciálne farby a ochranné nátery.

C.1.4.1.3 ČISTIACE SYSTÉMY BEZ VOC

Ak sa aplikujú tlačové farby na báze vody, môžu byť všeobecne použité čistiace prostriedky na báze vody, Čistenie je potrebné vykonať pred vysušením atramentu, pretože inak sú, na dodatočné čistenie, potrebné organické rozpúšťadlá.

Za predpokladu, že sa nedá použiť automatické čistenie valca, valce sa zo stroja odstránia a čistenie sa môže vykonať pomocou čistiacich prostriedkov na báze vody a zariadenia na čistenie ultrazvukom. Automatizované čistenie technologických častí sa môže vykonávať s použitím organických rozpúšťadiel alebo žieravého (alkalického) roztoku. Ak sa použije tento prvok, musia byť čistené časti opláchnuté vodou.

Pri bežnom čistení tlačiarenského stroja sa môže použiť CO₂ ("suchý ľad"). Pelety suchého ľadu sa fúkajú pomocou stlačeného vzduchu rýchlosťou asi na 300 m/s na čistený povrch. Je dosiahnuteľný vysoký stupeň čistoty a nezostávajú žiadne zvyšky. Alkalické roztoky na čistenie vyžadujú starostlivé zaobchádzanie. Udržiavajú vynikajúcu čistiacu schopnosť dlhú dobu, ale vyžadujú národnú likvidáciu vzniknutého odpadu v porovnaní so systémami založenými na rozpúšťadlách, ktoré môžu byť destilované a opätovne použité.

Pri používaní čistenia suchým ľadom musia operátori prijať ochranné opatrenia proti hluku a prachu. Ak sa práce uskutočňujú v uzavretom priestore, je potrebné vetranie, aby sa zabránilo toxickým koncentráciám CO₂.

C.1.4.2 SYSTÉMY S REDUKOVANÝM OBSAHOV VOC

C.1.4.2.1 ATRAMENTOVÝ SYSTÉM SO ZNÍŽENÝM OBSAHOV VOC

Namiesto konvenčných tlačových farieb na báze rozpúšťadiel, môžu byť použité farby na báze vody, ktoré ale taktiež obsahujú malé množstvo organických rozpúšťadiel; môže to byť 3 - 5% pre normálne potlačované povrchy, ale táto hodnota sa môže zvýšiť až na 25% pre špeciálne aplikácie, napr. pre tenký papier.

S týmito atramentmi je možné flexograficky úspešne potlačiť jednoduché plastové obalové materiály (ako sú plastové tašky, tašky na odpadky, tašky na chlieb a vrecia na ťažké použitie). Kvalitu zlepšuje použitie keramických aniloxových valcov.

Boli vyvinuté nové živice, ktoré umožňujú flexografickú tlač na širokú škálu plastových substrátov. Na polyetylénovej fólii pri rýchlosti do 600 m/min je možné použitím atramentov na báze vody dosiahnuť ekvivalentnú kvalitu, ako pri použití atramentov na báze rozpúšťadiel.

Zavedenie atramentov na báze vody na trh pre potlač plastov (fólií) je obtiažne z dôvodu, že pre tento typ tlače sa používa mnoho rôznych plastových materiálov. Pre každý typ plastov sú potrebné rôzne atramenty na báze vody, zatiaľ čo na všetkých plastových materiáloch je možné použiť rovnaký atrament založený na rozpúšťadlách.

C.1.4.2.2 ČISTIACE SYSTÉMY SO ZNÍŽENÝM OBSAHOM VOC

Čistenie technologických častí sa môže vykonávať v uzavretých automatických zariadeniach s destiláciou na regeneráciu rozpúšťadiel, čím sa šetria finančné zdroje a znižuje sa environmentálny vplyv použitého odpadového rozpúšťadla.

C.1.5 MOŽNOSTI PREVENČIE A ZNÍŽOVANIA EMISÍ PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO PRI ŠTANDARDNÝCH PROCESOCH

Ak nie je možná náhrada VOC v používaných prípravkoch na povrchovú úpravu, pre zníženie emisií VOC sa môžu použiť preventívne opatrenia, optimalizácia procesov a techniky koncového znižovania emisií:

C.1.5.1 OPTIMALIZÁCIA PROCESOV

C.1.5.1.1 VŠEOBECNÉ OPATRENIA

Emisie sa môžu znížiť prekrytím nádob, nádob a zásobníkov atramentu obsahujúcich rozpúšťadlá, ako aj priamym pripojením zásobných nádrží obsahujúcich rozpúšťadlá so zásobníkmi atramentu.

C.1.5.1.2 OPTIMALIZOVANIE ODSÁVANIA ODPADOVÝCH PLYNOV Z TLAČIARENKÉHO STROJA

Emisie z atramentových systémov založených na rozpúšťadlách sa najlepšie znížia, ak je stroj čo najviac uzavretý. To sa dá ľahšie dosiahnuť s novšími strojmi. Odpadový plyn s obsahom rozpúšťadiel môže byť odvádzaný nielen zo sušiarne a nad tlačiarenskou jednotkou, ale aj zo spodnej časti stroja. To si vyžaduje úpravy systémov odpadových plynov.

Na zníženie emisií VOC môže byť odsávaný aj vzduch z oblastí s vysokými koncentraciami VOC, ako je miešanie a/alebo počas čistenia technologického zariadenia. Ak sú odpadové plyny s vysokými koncentraciami VOC smerované do zariadenia na spracovanie, je potrebné nainštalovať spoľahlivé zariadenie na kontrolu dolnej medze výbušnosti.

C.1.6 PREHĽAD NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNÍK A MOŽNOSTÍ OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO

Ak nemožno použiť primárne opatrenia, VOC môžu byť likvidované termickou oxidáciou, biologickým spracovaním alebo rozkladom tepelnou plazmou. Biologické a plazmové zariadenia sa používajú hlavne pri nízkych koncentraciách VOC (< 1 g/m³).

C.1.6.1 KONCOVÉ ODLUČOVACIE ZARIADENIA

Termická oxidácia môže dosiahnuť účinnosť znižovania emisií VOC o viac ako 99,9%. Biologická úprava má všeobecne nižšiu účinnosť, ale aj nižšie investičné a prevádzkové náklady.

C.1.6.1.1 ADSORPCIA NA AKTÍVNE UHLIE ALEBO ZEOLIT

Adsorpcia na aktívne uhlie alebo zeolitové materiály, po ktorej nasleduje riadená desorpcia, sa môže použiť na zakonzentrovanie odpadového plynu s nízkymi hodnotami VOC a jeho následnú úpravu v termickom oxidačnom zariadení. Prúdy odpadového plynu sa musia monitorovať, aby sa zabezpečilo, že obsah uhlíka nikdy neprekročí 25 - 50% dolnej medze výbušnosti.

C.1.6.1.2 TERMICKÁ OXIDÁCIA

Termická oxidácia sa môže použiť, ak sú koncentrácie VOC v odpadovom plyne vyššie ako 1 g/m^3 . Aby sa udržala konštantná teplota plameňa, v prípade, že koncentrácie VOC v odpadovom plyne sú nízke a kolíšu, je potrebné dodatočné napájanie zemným plynom. Autotermické spaľovanie sa dá dosiahnuť s celkovými koncentraciami VOC približne $> 2 \text{ g/m}^3$.

Rekupačné oxidačné systémy spätne získavajú odpadové teplo zo spaľovania a cez výmenníky tepla, ho využívajú na predhrievanie prichádzajúceho odpadového plynu alebo na procesné operácie, ako sušenie, alebo na vykurovanie prevádzkových miestností.

Regeneračné oxidačné systémy sú efektívnejšie ako regeneračné systémy. Horúci výfukový plyn prechádza komorami, ktoré obsahujú teplo zadržiavajúci voštinový materiál. Keď komora dosiahla plné tepelné zaťaženie, výfukový plyn je vedený do inej komory. Chladný plyn sa ohrieva prechodom cez horúci voštinový materiál predtým, ako vstúpi do spaľovacej komory. Regenerácia odpadového tepla výrazne znižuje energetickú náročnosť procesu.

Katalytická oxidácia sa môže použiť, ak nie sú prítomné žiadne "katalytické jedy"; pretože katalytická oxidácia nastáva pri relatívne nízkej teplote, spotreba energie je nižšia.

ZHRNUTIE OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE EMISÍ VOC

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

Cieľ	Opis	
Systém bez VOC	Vodouriediteľné systémy bez VOC	Použitie atramentov na báze vody s obsahom 0% organických rozpúšťadiel.
	Atramenty vytvrdzované UV žiarením	Použitie atramentov vytvrdzovaných UV žiarením alebo atramentov vytvrdzovaných pomocou elektrónových lúčov.
	Latexové farby	Použitie latexových farieb, ktoré sa sušia pri vysokej teplote len veľmi krátku dobu
	Bezdotykové tlačové technológie	Ink-jet – použitie rozpustných, pigmentovaných alebo UV farbív
	Magnetografia	Použitie magnetizujúcich hláv, ktoré vytvárajú obraz prenosom farbiva s magnetickými časticami
	Nanografia	Použitie nanopigmentov riedených vodou
	Čistiace prostriedky bez obsahu VOC	Použitie čistiacich prostriedkov na báze vody. Použitie ultrazvukového čistenia. Použitie čistiaceho činidla. Použitie čistenia suchým ľadom.
Systémy s redukovaným obsahom VOC	Atramenty s redukovaným obsahom VOC	Použitie atramentov na báze vody s obsahom 0 až 25% organických rozpúšťadiel.
	Čistiace prostriedky s redukovaným obsahom VOC	Použitie automatických práčok na čistenie častí. Prípojenie automatických umývacích systémov ku koncovým zariadeniam na čistenie odpadových plynov.
Optimalizačné procesy	Vylepšená manipulácia s riedidlami	Zatváranie otvorených nádob. Prípojenie zásobných nádrží rozpúšťadiel priamo na zásobníky atramentu na tlačiarenskom stroji.
	Optimalizácia odsávania odpadových plynov	Zavretie strojov a zintenzívnenie odsávania. Odsávať odpadové plyny aj zo spodku tlačiarenských strojov.

Cieľ	Opis	
Znižovanie emisií v koncovom odlučovacom zariadení	Adsorpcia	Zakoncentrovanie odpadových plynov na aktívnom uhlí alebo zeolite a jeho následná likvidácia na koncovom odlučovacom zariadení.
	Koncové odlučovacie zariadenie	Regeneračná termická oxidácia. Katalytická oxidácia. Termická plazma. Biologická degradácia. Oxidácia v kombinovanej výrobe tepla a elektrickej energie (KVET).