

Název : Nové možnosti využití pěn jako nosičů látek pro speciální dekontaminaci

Autor : **Doc. Ing. Jan Severa, CSc.** , Decomkov Praha s. r. o.

Úvod

V posledním období, v souvislosti s událostmi, které významně ovlivnily nejen mezinárodně politickou situaci, ale také i činnost orgánů státní moci a ochrany obyvatelstva a tím také orientaci ve výzkumu a vývoji prostředků, mj. ochrany a likvidace následků použití nebezpečných nákaz a také nebezpečných látek.

Kromě toho globalizace trhu a zvýšená migrace obyvatelstva je jednou z příčin do nedávné doby zcela nekontrolovatelného šíření nákaz, zejména těch, které ovlivňují produkci jatečných i chovných zvířat.

Je také zesilován společenský tlak na řešení havárií, nejen jaderně energetických zařízení, ale i velkokapacitních dopravních prostředků přepravujících nebezpečné látky.

Tímto způsobem vystávají, zejména před Integrovaný záchranný systém (IZS), Státní veterinární správu (SVS), zdravotnictví, Armádu ČR (AČR) aj. složky, nové náročnější a obsáhlejší úkoly. Jedním z nich je i problematika dekontaminace, která zahrnuje dezinfekci, deaktivaci a detoxikaci.

Vzhledem k tomu, že se naše pracoviště podílí po řadu let na využití pěn pro speciální dekontaminaci, byli jsme vyzváni ke spoluúčasti na řešení vzniklých problémů. Zaměřili jsme se zatím na následující okruh problémů:

- zvýšení účinků pěn specifického složení pomocí mechanického spolupůsobení
- možnosti vytvářet pěny jinými, dostupnějšími způsoby než pomocí speciální techniky
- umožnit použití pěn jednotlivcům pomocí ručních prostředků
- rozšířit paletu využití pěn na oblasti, které dosud nebyly ověřovány.

1. Zvýšení účinků pěn mechanickým spolupůsobením

Když jsme se v minulosti pokusili o objasnění zvýšené účinnosti pěn otvorných dezinfekčních přípravků, dospěli jsme k závěru, že přítomnost tenzidu, pozitivně ovlivňuje detergenci, snižuje povrchové napětí vody, vytváří tak podmínky pro účinný mycí proces. Výsledkem je povrch zbavený nečistot, včetně tukových. Tím je usnadněn přímý rychlý kontakt chemicky aktivní látky (mající dezinfekční účinek) s povrchem kontaminovaným patogenními mikroorganismy. A tudíž všechny zásahy, které prohloubí a urychlí detergenci, vedou jednak k urychlení dezinfekce a jednak ke zvýšení jejího účinku. Proto jsme zpočátku používali při dekontaminaci omezených ploch ruční kartáčky a při dezinfekci např. podlah rýžák na holi.

S cílem využít některých komerčně dodávaných mechanických prostředků k intenzifikaci procesu dekontaminace jsme postupně odzkoušeli jednak dvojitý kartáč poháněný elektromotorkem a jednak kartáče dodávané jako součást tlakových mycích souprav BOSCH a Nor Den. Ty však při běžném používání rotují působením proudu tlakové vody. Vzhledem k tomu, že je přiváděn značný objem vody, je pěna předem nanesená na dekontaminovaný povrch silně zředována a odplavována. Tento způsob pohonu kartáče je tedy v daném případě nepoužitelný.

Pokusili jsme se využít zdroj tlakového vzduchu ze zásobníku kompresoru k pohonu shora uvedených rotačních kartáčů tak, že ve spolupráci s výrobcem pěnovacích zařízení EST Ledec n. Sáz., byla na výstupní hrdlo zásobníku upevněna rozbočka s možností připojení rychlospojkami. Rozvod tlakového vzduchu je řešen tak, že je umožněno nezávisle na sobě provádět nanášení pěn a současně jejich roztírání na místech, kde byly již aplikovány. Tento způsob řešení se zdá být nejvhodnější. Opadá závislost pohonu kartáče na zdroji elektrické energie, což je výhodné zejména tam, kde je zabezpečen rozvod tlakového vzduchu. Výkon kompresoru plně postačí jak ke generaci pěny pěnovacím zařízením (PZ 9/18/ S), tak k pohonu rotačního kartáče. Nevýhodou navrženého způsobu je zvýšení hladiny hluku, které se pohybuje na hranici přípustnosti.

2. Vytváření pěny jinak než standardním pěnovacím zařízením

Ve snaze umožnit použití pěn širokému okruhu potencionálních uživatelů byl řešen úkol nahradit komerční pěnovací zařízení, které generuje pěnu na principu Venturiho trubice, kde disperzním prostředím je vzduch a dispergovanou fází je kapalina (pěnotvorný roztok), za jiný technický prostředek. V zásadě se nabízí možnost využít různé principy tvorby pěny.,v praxi využitelných je jen několik. Jedním z nich je princip dispergace kapaliny do kapaliny, a to tak, že buď samotný tenzid (v koncentrované podobě), nebo je jeho roztok přisáván a dispergován do proudu čisté vody.

V prvním případě je objem přisávaného tenzidu regulován pomocí vyměnitelných barevně označených trysek s různým průměrem přisávacího otvoru ve středu trysky. Jinou možností jak ovlivňovat reologické vlastnosti vytvářených pěn je použít pěnotvorné roztoky optimálních koncentrací a mísit je v proudnici s konstantním proudem vody. U obou popsaných principů tvorby pěny je základním problémem dodržet doporučený konstantní tlak a tím i objem protékající vody. Na popsaných principech tvorby pěny jsou, jako doplněk k tlakovým mycím zařízením, vyráběny a dodávány pěnovací pistole.

Ve spolupráci s firmou EKOSERVIS DDD Dluhoňovice – Žamberk byly v uplynulém roce provedeny pracovní zkoušky s pěnovací pistolí (výrobce Nor Den, Dánsko), určené podle návodu k pěnovému čištění velkokuchyní, podlah, sanitačních zařízení, strojních zařízení, automobilů aj. Zařízení vyžaduje minimální tlak vody 1,67 bar. Obsah zásobníku je 3 l. K přisávání dále popsaných koncentrovaných přípravků byla použita fialová dávkovací tryska, která přisává tenzid v poměru ku vodě 1:64, čímž poskytuje na výstupu proudnice roztoky tenzidů koncentrace 1,5 % obj. Zkoušky byly provedeny s následujícími přípravky:

- DOSILIN S (výrobce Rolega Olomouc, distribuuje Proxima Opava)
- PURON A (MPD plus Rakovník)
- DESAM GK (Bochemie Bohumín),

za těchto podmínek: venkovní prostory, teplota vzduchu 5 °C.

Výsledky:

- zkoušené pěnovací zařízení poskytuje řídké pěny, na svislých plochách rychle stékající
- ke zjevné degradaci pěn dochází po uplynutí 10 (DESAM GK) až 30 min (DOSILIN S a PURON A) a byly by využitelné pro dekontaminaci vodorovných povrchů.

Lze oprávněně očekávat, že při zmenšení poměru vody a koncentráty, tj. při použití trysky většího rozměru (s průměrem přisávacího otvoru přibližně 0,09 až 0,109 mm), která poskytuje pěnotvorný roztok o koncentraci tenzidu 5 až 6,5% obj., by byly generovány pěny dobrých reologických vlastností, tj. s dostatečným stupněm napětí – násobností a stabilitou (poločasem rozpadu).

Bylo také zjištěno, že rychloupínací spojka pro přívod vody vypadává a snadno se poškodí (má rovněž funkci držadla, je tudíž značně mechanicky namáhána a je, bohužel, vyrobena z umělé hmoty). Pro další zkoušky byla nahrazena spojkou kovovou – z nerezové oceli.

Na našem pracovišti byla ověřována funkce a využitelnost pěnovací pistole BOSH (obsah zásobníku 1 l), která však má stabilní přisávací trysku určitého průměru. Vlastnosti vytvářené pěny lze měnit pouze změnou koncentrace přisávaného roztoku tenzidu. Pěnovací pistole pracuje při tlaku vody 1 až 6 bar (0,1 až 0,6 MPa). Při zkouškách byly použity následující tenzidy:

- SPOLAPON AES 253 a SPOLAPON AES 242 (Spolchemie a.s. Ústí n.Labem) oba tenzidy v koncentracích 1, 5 a 10 % obj. vodné roztoky
- SLOVAFOL 910 (Slovenská Condea Augusta, Nováky, SR) – roztoky těžé konc. jako Spolapony.

Ze zkoušek vyplynulo, že kromě nejvyšších výchozích koncentrací tenzidů jsou generovány nestabilní „mokrě“ pěny při značné spotřebě tenzidů i vody. To by ve svém důsledku znamenalo produkci velkých objemů kapalných odpadů.

Pěnovací pistole lze zakoupit a také používat samostatně, bez tlakového mycího zařízení, všude tam, kde je k dispozici zdroj vody příslušných parametrů tlaku a průtoku. To je předurčuje k použití při likvidaci havárií spojených s kontaminací povrchů nebezpečnými látkami. Cenově jsou snadno dostupné. Ovládání je jednoduché. Mají vysokou pohotovost k použití.

3. Osobní dekontaminační pěnovací prostředky

V řadě případů, zejména při likvidaci následků po použití vysoce toxických chemických látek, ale i při podezření z kontaminace vysoce virulentními formami patogenních mikroorganismů, bude mít včasná pomoc roli významného život zachraňujícího faktoru. Aby byla zvýšena dostupnost a pohotovost prostředků ochrany živé síly, zejména pro příslušníky jednotek IZS, HZS a také CO ČR, byl řešen úkol, jehož cílem bylo ověřit možnost generace pěn, jako nosičů látek s dezinfekčním nebo s detoxikačním účinkem rozměrově malými osobními pěnovacími prostředky.

Ve spolupráci s podniky AVEFLOR Budčeves a MOTIP Popůvky u Brna se podařilo vyřešit jednak vhodné tlakové nádoby – spreje uzpůsobené pro tvorbu a nanášení pěny a jednak způsob plnění nádobek ruční plničkou.

Nádoby sprejů

Na trhu jsou k dispozici hliníkové nádoby různých obsahů: od 210 do 650 ml předplněné hnacím plynem (propanem nebo butanem, či převážně jejich směsí) a opatřené ventilkem pro generaci pěny. Hmotnost hnací kapaliny je např. u nádobek objemu 210 ml určených k tvorbě pěn pouze 14 g a hmotnost pěnotvorné náplně 43,5 až 50 g. Při předpokládaném průměrném stupni napětí 15 vznikne až 750 ml pěny, kterou lze při optimální tloušťce pěny asi 1 cm pokrýt plochu přibližně 27 x 27 cm.

Plnička předplněných sprejů

Spreje předplněné hnacím plynem byly naplněny na základě objednávky ve firmě Aveflor námi dodanými pěnotvornými roztoky získanými ředěním přípravku DESAVON AP. Kromě toho jsme předplněné spreje plnili na našem pracovišti plnicí mechanickou (ruční) pumpou MAPOMP dodanou firmou MOTIP s. r. o. Tišnov. Plnička umožňuje plnit spreje všech běžných velikostí. Její hlavní součásti: válec a píst, jsou vyrobeny z teflonu, čímž je dosaženo absolutní těsnosti a tím i bezpečnosti při plnění. Ovládání plnicí pumpy je snadné.

Podařilo se tak dokázat, že pro speciální účely lze připravit pěnotvorné roztoky s obsahem chemicky aktivních látek se specifickým účinkem, které lze snadno, v malých sériích plnit do sprejů různých velikostí pomocí snadno ovladatelné plnicí pumpy.

Spreji opatřeny pěnovacími ventilkami, u nichž je k vytlačení kapaliny použit ozónovou vrstvou neporušující hnací plyn, jsou vytvářeny pěny výborných reologických vlastností. Soustavy jsou i po uplynutí půl roku od naplnění stabilní.

Je reálný předpoklad, že takto vyrobené osobní (individuální) prostředky dekontaminace, zejména nekrytých částí těla, splní požadavek snížení zdravotnických i nenávratných ztrát osob.

4. Využití pěn pro speciální dekontaminaci a zvláštní účely

Úvod

V uplynulých letech jsme se podíleli na využití pěn pro dezaktivaci, především stavebních a technologických částí jaderných elektráren a později pak na úkolu zabývající se využitím pěn jako nosičů látek s dezinfekčním účinkem. Úkol byl řešen formou grantového projektu (GP) a s výsledky řešení byli seznámeni účastníci IV. konference DDD – Přívorovy dny v roce 2000. Mimo to jsme navrhli, a na celostátním shromáždění vedoucích oddělení chemicko-technické služby profesionálních HZS demonstrovali, možnost likvidace ropných látek.

V tomto roce pokračuje řešení GP IGA MZ ČR s cílem nalézt možnosti využití pěn k detoxikaci (odmořování) nebezpečných chemických látek, včetně bojových chemických otravných látek.

Kromě toho jsme byli vyzváni ke spolupráci na úkolu, jehož výstupem má být pěnotvorný přípravek s výrazným sporicidním účinkem.

V neposlední řadě jsme byli osloveni Krizovým centrem Státní veterinární správy s žádostí o možnost připravit pěnu s dezinfekčním účinkem vykazující mimořádnou stabilitu s předpokladem jejího využití v rámci likvidace ohnisek nebezpečných nálezů skotu.

4.1 Pěny s detoxikačním účinkem

Při řešení shora zmíněného grantového projektu se pokoušíme ověřit a navrhnout recepturu vodných pěnotvorných roztoků tenzidů a účinných detoxikačních chemických látek pro účely detoxikace povrchů tuhých látek a rovněž také kůže. Zatímco při dekontaminaci kůže zasažené radioaktivními látkami, případně patogenními mikroorganismy, není pro prvotní očistu příliš rozhodující čas jejího provedení, je pro záchranu života člověka včasné provedení detoxikace-odmoření rozhodující. Proto jsou hledány takové látky a postupy, které sníží počet úmrtí, či těžkého poškození zdraví člověka, na minimum. V zásadě existují dvě cesty řešení, které se mohou vzájemně doplňovat. Jednou z nich je aplikace antidot po prokázání kontaminaci kůže, či intoxikaci organismu otravnou látkou. Druhou možností je provést účinnou detoxikaci v co nejkratším čase po zamoření.

V průběhu řešení problému byla optimalizována skladba pěnotvorných směsí. Jako optimální byla vybrána směs kationických a neionických tenzidů., kdy neionický tenzid je nositelem detergenčních vlastností, kationický tenzid pak nositelem reaktivity směsi, tj. micelární katalýzy. Jako modelové kontaminanty byly zvoleny fenitrothion (systémové insekticidum) soman (nervově paralytická látka). Obě látky jsou lipofilní kapaliny.

Po výběru směsi tenzidů na podkladě vyhovujících reologických vlastností pěn z nich laboratorním zařízením vytvářených a mající také požadované detergenční schopnosti, byla ověřována reaktivita dekontaminačních směsí. Z pokusů, při nichž bylo hledáno nejvhodnější nukleofilní činidlo vyplynulo, že nejvýhodnějšími jsou peroxid vodíku a chlornan sodný v prostředí o pH přibližně 12. V současné době probíhají experimenty na pokusných laboratorních zvířatech. Tím budou vytvořeny podmínky pro terénní pokus, který bude uskutečněn ještě v tomto roce. Naše snaha směřuje pro využití pěn vyhovujícího složení jak pro plošnou detoxikaci, tak i jako individuální prostředek, kterým by byli vybaveni příslušníci IZS a ozbrojených složek. Dosavadní výsledky naznačují, že účinnost námi vyvíjeného přípravku na bázi pěny je vyšší než dosud zavedeného chemosorbentu.

4.2 Pěny se sporicidním účinkem

Svět byl šokován nenadálým úderem mezinárodního terorismu na objekty USA v září minulého roku a aby toho nebylo málo, následovaly pokusy s rozpoutáním bakteriologické války. Dosud z nepotvrzených zdrojů neznámou osobou, či skupinou osob, byly rozeslány obálky se spory antraxu. Jsou známy případy onemocnění osob snětí slezinnou a smrtí několika z nich. Spory antraxu jsou odolné a přežívají v půdě či v potravinách vyrobených z masa infikovaných zvířat desítky let.

Za látky s výrazným sporicidním účinkem jsou považovány kyselina permravnčí a peroctová (peroxooctová, znám je její 0,2 resp. 0,5 % obj. roztok pod názvem Persteril). Jejich širšímu využívání brání jednak jejich značná toxicita s různými projevy. V poslední době je pozornost obrácena k chlor dioxidu, spolehlivě inaktivujícím jak bakterie, tak spory antraxu. Také tato látka má nežádoucí vedlejší účinky.

Nebezpečí z rozpoutání bakteriologické války nepominulo, neboť dosud nebyly nejen odhaleny a tím ani zlikvidovány zdroje bojových biologických prostředků nebo zvláště nebezpečných patogenů. Proto i Státní úřad pro jadernou bezpečnost považuje za důležité věnovat se problematice ochrany a likvidace následků po použití takovýchto prostředků. Byli jsme jím osloveni se žádostí být spoluřešiteli projektu „Sporicidní pěny“.

Úkol je řešen ve vzájemné spolupráci s katedrou epidemiologie VLA JEP Hradec Králové ve dvou etapách a ukončen v roce 2003.

I. etapa zahrnuje:

- výběr vhodných tenzidů a jejich směsí, ověření reologických vlastností pěn, stálost soustav apod.
- výběr testovacích kmenů pro modelové pokusy
- ověřování sporicidní účinnosti jednak samotných pěnotvorných roztoků a také pěn z nich laboratorním zařízením generovaných (k experimentům budou voleny modelové kontaminanty, modelové povrchy rozdílných fyzikálních a chemických vlastností., bude sledován vliv teploty a také nečistot na modelových površích na dezinfekční účinnost.

II. etapa by měla obsahovat:

- na základě výsledků získaných v I. etapě se pokusit o realizaci experimentu s ostrým sporulujícím kmenem (práce v biohazard boxu)
- v terénním pokusu ověřit na vybraném reálném povrchu sporicidní účinnost pěny vytvářené technickým zařízením
- řešení zneškodnění kapalných odpadů vznikajících při dezinfekci
- návrh postupů dezinfekce pro dezinfekci pracovních ploch, nástrojů, pomůcek, dopravní techniky, prostředků protichemické ochrany aj. kontaminovaných v průběhu likvidace kontaminantu
- návrh dezinfekce osob po skončení zásahu
- vypracování metodické pomůcky pro potřeby IZS a dalších složek, které se budou podílet na likvidaci spory nebezpečných nákaz.

4.3 Pěny pro případy zvláštního použití

V daném případě se jedná o přípravu pěn s dezinfekčním účinkem se zvýšenou stabilitou využitelnou pro nerizikovou přepravu kadáverů (skotu, prasat, ovcí koz a vnímavých ZOO zvířat – sudokopytníků) z ohnisek nákazy slintavkou a kulhalkou. O řešení jsme byli požádáni Státní veterinární správou ČR, oddělením pro řešení krizových situací (SVS KC), Brno.

SVS KC předpokládá, že v ohnisku nákazy by u utracených zvířat byly opáleny přirozené tělní otvory, kadávery naloženy do kontejnerů, provedena jejich dezinfekce, kontejner zakryt a činnost v ohnisku by byla zakončena dezinfekcí povrchu kontejneru a přepravního prostředku. Kadávery by byly dopraveny buď do asanačního podniku (kde by byly následně zpracovány), nebo na zahraboviště, případně na místo jejich spálení.

Při plnění požadavku KC vycházíme z předpokladu, že k dezinfekci povrchů kadáverů a ostatních povrchů v celém průběhu likvidace ohniska nákazy až po konečné řešení, budou využity pěny vytvářené osvědčeným technickým zařízením (PZ 9, resp. 18 S) z přípravku DESAVON AP (na bázi chlornanu sodného).

K účelům izolace kadáverů, s cílem zabránit, či snížit na minimum riziko z aerogenního šíření nebezpečných nákaz, je vyvíjena pěna s potřebnými vlastnostmi, především vysoce stabilní. Předpokládáme dosáhnout pěny, jejíž poločas rozpadu, tj. doba za kterou se rozloží polovina z původního objemu pěny, asi 30 min. Jestliže k úplnému samovolnému rozkladu pěny dochází za 10 poločasů a za prakticky destruovanou, neúčinnou, lze považovat pěnu po 5 až 7 poločasech, vychází čas umožňující bezpečnou přepravu asi 150 min. Z toho pak vyplývá, že při předpokládané průměrné rychlosti dopravního prostředku 50 km . h , bude možno kadávery přepravit až na vzdálenost 125 km. SVS KC musí posoudit, bude-li takovéto řešení přijatelné.

Problém řešení stabilní pěny spočívá v tom, že čím je pěna stabilnější, tím je její účinnost (v daném případě dezinfekční), nižší. To jednak. Dále je třeba pečlivě vybírat látky ovlivňující viskozitu pěnotvorných roztoků, z nichž jsou pěny generovány a také s opatrností volit stabilizátory pěn. Je tomu tak proto, že látky přítomné v pěnotvorné soustavě mohou vzájemně chemicky reagovat a způsobovat tak pokles aktivity chemické účinné látky a snižovat stálost přípravku jako celku. Vzhledem k tomu, že máme jisté zkušenosti s přípravou stabilních pěn pro jiné účely, věříme, že se nám podaří splnit i zadání SVS KC.

Literatura:

1. Použití pěn k dekontaminaci stavebních částí jaderných elektráren. Závěrečná zpráva grantového projektu GA ČR 104/95/1223. Hradec Králové 1996.
2. Pěny jako nosiče chemických látek s dezinfekčním účinkem. Závěrečná zpráva GP IGA MZ ČR NJ/4640-2. Hradec Králové 1999.
3. Pěny jako nosiče látek s detoxikačními účinky. Řešený GP IGA MZ ČR NJ/6030-3.