

SOUČASNOST A PERSPEKTIVY FYZICKÉ A KOLEKTIVNÍ OCHRANY PROTI ÚČINKŮM TOXICKÝCH LÁTEK

PAVEL OTŘÍŠAL a STANISLAV FLORUS

*Ústav ochrany proti zbráním hromadného ničení Univerzity obrany v Brně, Sídliště Víta Nejedlého, 682 03 Vyškov
pavel.otrisal@unob.cz; stanislav.florus@unob.cz*

Došlo 10.12.13, přijato 27.2.14.

Klíčová slova: filtrační ochrana, izolační ochrana, ochranná maska, zbraně hromadného ničení, bojová chemická látka, průmyslová chemická látka, simulant

Obsah

1. Úvod
2. Testování a rozvoj kvality prostředků individuální ochrany povrchu těla filtračního typu
3. Rozvoj prostředků pro zabezpečení izolační ochrany povrchu těla
4. Rozvoj problematiky zdokonalování prostředků kolektivní ochrany
5. Problematika zdokonalování prostředků ochrany dýchacích orgánů
6. Propojení teorie vědy a výzkumu s vojensko-operační praxí
7. Závěr

1. Úvod

V měsíci listopadu 2013 proběhlo v německém Munsteru v pořadí již 2. mezinárodní sympozium zaměřené na problematiku zabezpečení fyzické ochrany proti účinkům zbraní hromadného ničení a průmyslových nebezpečných látek. Sympozium, které je svým rozsahem a zaměřením obsahu v Evropě jedinečné, bylo pořádáno a organizováno německou výzkumnou organizací Bundeswehru, která je odborné veřejnosti všeobecně známa pod zkratkou WIS (Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz) ve městě, které je historicky spojeno s výzkumem a likvidací bojových chemických látek. Na rozdíl od prvního ročníku byla letos pozornost zaměřena nejenom na oblast rozvoje a testování prostředků individuální ochrany, ale i rozvoje a testování prostředků a zařízení kolektivní ochrany. Jednání sympozia se účastnilo 55 účastníků z 16 evropských a asijských zemí a Austrálie. V průběhu jednání sympozia bylo předneseno celkem 21 vystoupení a vystaveno 12 posterů.

2. Testování a rozvoj kvality prostředků individuální ochrany povrchu těla filtračního typu

Aktivní vystoupení účastníků sympozia byla převážně zaměřena na problematiku povýšení úrovně filtračních prostředků individuální ochrany, které jsou součástí vševojskové výbavy vojenských profesionálů všech moderních armád plnících úkoly ve vojenských operacích. Filtrační prostředky jsou druhem prostředků individuální ochrany, které využívají principu filtrační ochrany povrchu těla. Základem ochranných vlastností je filtrační tkanina (např. rouno nasycené zvláště jemně zrnitým sorbentem), která zachycuje škodliviny ve formě plynů a par. Chrání rovněž proti kontaminaci povrchu těla radioaktivními a bojovými biologickými látkami a částečně proti zápalným látkám a světelnému a tepelnému záření jaderného výbuchu.

Problematika zdokonalení úrovně filtrační ochrany je řešena různými přístupy. Například švýcarský Federální úřad pro civilní ochranu zaměřuje svoji pozornost na vývoj a prověřování testovacího zařízení určeného ke zlepšování kvality filtračních materiálů, které jsou součástí nejenom filtračních oděvů či převleků, ale i filtrů ochranných masek a filtrů používaných v kolektivní ochraně. Dlouhodobou výzvou v této oblasti je zabezpečení kvalitní filtrační ochrany vzhledem k zachytu průmyslových chemických látek. Tématem úzce souvisejícím s filtrační ochranou je zjišťování účinnosti zachytu aktivním uhlím po jeho přirozeném stárnutí. Tento stále ještě nejpoužívanější adsorbent je také v centru pozornosti výzkumných pracovníků zabývajících se fyzickou ochranou proti účinkům bojových a průmyslových chemických látek z německého WIS. Ti zjišťovali změny účinnosti zachytu chlorpikrinu (CCl_3NO_2), chlorkyanu (ClCN), kyanovodíku (HCN), SO_2 a NH_3 pomocí aktivního uhlí po jeho přirozeném stárnutí spojeným se zasycováním sorpčního prostoru vzdušnou vlhkostí. I přesto, že aktivní uhlí je stále ještě nejpoužívanějším materiálem, výzvou pro odbornou veřejnost je jeho náhrada a to právě z důvodu limitované schopnosti zachytávat průmyslové chemické látky. Specialisté z Defence Science & Technology Laboratory ve Velké Británii intenzivně spolupracují v této oblasti s britskými univerzitami. Bylo řečeno, že nové materiály jsou v univerzitním prostředí připravovány a na pracovištích Defence Science & Technology Laboratory následně testovány z hlediska schopnosti zachytu amoniaku využitím HKUST-1 (Basolite C-300). Moderní trendy náhrady aktivního uhlí byly prezentovány německým institutem pro materiálové inženýrství, jehož zástupci informovali o výsledcích výzkumu organokovových nízkouhlíkových materiálů zvaných MOF (Metal-Organic Frameworks). Bylo deklarováno, že např. možnosti zachytu amoniaku jsou na rozdíl od impregnovaného aktivního uhlí několikanásobné.

V nizozemské společnosti TNO byly vyvinuty takové oděvy, jejichž celkové ochranné schopnosti jsou definovány jednotlivými vrstvami adsorpční textilie s aktivním

uhlím, jejichž volbu si řídí uživatel sám v závislosti na okolních podmínkách. Použití základní vrstvy poskytuje sice pouze minimální ochranu trvající cca 4 hodiny, avšak maximální uživatelský komfort. Naproti tomu využití všech vrstev zabezpečuje maximální ochranu, ale vždy na úkor pohodlí uživatele. Výzkum vedený specialisty TNO je zaměřen právě na efekt jednotlivých vrstev z hlediska zabezpečení ochrany proti bojovým a průmyslovým chemickým látkám. Francouzskou společností DGA CBRN (Chemical, Biological, Radiological and Nuclear) Defence byly představeny průběžné výsledky projektu vývoje figuríny, která je schopna aktivního pohybu, pocení se, zahřívání se podobně jako reálný člověk. Figurína byla vyvíjena s cílem umožnit hodnocení současných ochranných schopností již zavedených prodyšných ochranných materiálů sledováním účinnosti zachytu náhradní testovací látky na bázi methylsalicilátu. Specialisté ze švýcarské Spiez laboratorie při testování ochranných vlastností prodyšných i neprodyšných ochranných materiálů využívají methylsalicilátu v podmínkách, které se z hlediska proudění vzduchu, koncentrací škodlivin, vzdušné vlhkosti apod. velmi reálně přibližují těm, se kterými se mohou vojenští profesionálové setkat ve vojenských operacích. Při hodnocení výsledků projektu zaměřili hlavní pozornost na zjišťování sorpčních schopností osmi ve Švýcarsku zavedených filtračních a izolačních oděvů. Každý testovaný oděv byl před zahájením zkoušky osazen 33 detektory (senzory) na místech, která jsou z hlediska průniku bojových a průmyslových chemických látek nejproblematictější. Jednotlivé detektory (senzory) byly po provedení zkoušky vyhodnocovány metodou TDS-GC-MS.

Na všechna vystoupení týkající se výzkumu v oblasti filtrační ochrany navázali odborníci z Královské vojenské akademie v Bruselu. Ti pojednali o možnostech matematického modelování zachytu průmyslových chemických látek pomocí aktivního uhlí. Prezentované matematické modely respektující všechny podmínky vyskytující se ve vojenských operacích byly rozsáhle testovány z hlediska své praktické využitelnosti s velmi uspokojivými a nadějnými výsledky. I přes nesporné kvality prezentovaných přístupů k matematickému modelování schopnosti zachytu škodlivin prodyšnými ochrannými tkaninami s aktivním uhlím v podmínkách maximálně se přibližujícím těm, se kterými je možné se setkat při plnění úkolů ve vojenských operacích, tak nadále zůstává prakticky neřešenou oblast matematického modelování difuzních procesů probíhajících při permeaci průmyslových chemických látek neprodyšnými (izolačními) vrstvenými ochrannými bariérovými materiály určenými pro ochranu specialistů zaměřených na přímé odstraňování následků po použití bojových chemických látek či po únicích průmyslových chemických látek.

Problematiku komplexního přístupu k hodnocení kvality prostředků individuální ochrany představili pracovníci Výzkumného ústavu ochranných technologií německého Bundeswehru. Ti účastníky sympozia seznámili s možnostmi aplikace nových přístupů ke zlepšení ochranných charakteristik zavedených filtračních oděvů přidáním speciálních vrstev schopných dlouhodobě odolávat aerosolům

bojových a průmyslových chemických látek a tím významně zkvalitnit úroveň zachytu škodlivin. Zachyt těchto látek je doposud realizován v podstatě pouze na úrovni plynů a par.

Na prezentovaných výsledcích vědecké a expertní práce prezentujících organizací byla vidět snaha o unikátní přístupy k problematice související s testováním kvality filtračních prostředků individuální ochrany využitím náhradních testovacích látek (simulantů) na bázi methylsalicilátu a stejných analytických detekčních metod. I přes unikátnost řešení byla velmi široce zdůrazňována a mnohdy i fakticky deklarována snaha o sdílení a výměnu informací o výsledcích experimentálních prací, která z důvodu použití právě jednoho simulantu a právě jedné analytické detekční metody, byla skutečně dosažena.

3. Rozvoj prostředků pro zabezpečení izolační ochrany povrchu těla

Oblasti rozvoje materiálů používaných k zabezpečení izolační ochrany byla věnována o poznání menší pozornost. Prakticky pouze jedno ucelené vystoupení prezentované pracovníky Institutu pro rozvoj gumárenských technologií v Hannoveru bylo zaměřeno na rozvoj elastomerů používaných ke konstrukci izolačních prostředků individuální ochrany. V této oblasti se začínají uplatňovat metody technologického vylepšení butylkaučuku aplikací nanotechnologií využitím německého patentu zaměřeného na procesy kontinuálního dynamického přímíchávání nanokompozitů na bázi silikátů.

4. Rozvoj problematiky zdokonalování prostředků kolektivní ochrany

V oblasti zdokonalování technických prostředků kolektivní ochrany byly britskou společností Defence Science & Technology Laboratory prezentovány novinky v zabezpečení procesů zachytu průmyslových chemických látek využívaných filtračními a ventilačními zařízeními pozemních a námořních sil. Účastníci sympozia byli seznámeni s novinkami v přístupech ke katalytické oxidaci využitím Honeywell UltraShield XG™ CATOX reaktoru. Bylo konstatováno, že CATOX reprezentuje alternativní možnost k čištění vzduchu kontaminovaného bojovými či průmyslovými chemickými látkami uplatněním přístupu, který lze shrnout tak, že: „Zničení hrozby je preferováno před jejím skladováním nebo zachytem“. Zástupci WIS ve svém vystoupení poukázali na nutnost řešení problematiky čištění vzduchu od zplodin hoření tvořených oxidem uhelnatým po výstřelech konvenční munice v prostorech posádek (osádek) bojových vozidel a tanků. Upozornili dále na skutečnost, že tato problematika je oproti čištění kontaminovaného vzduchu bojovými a průmyslovými chemickými látkami problematikou poněkud opomíjenou. Využití katalytických konvertorů určených k přeměně CO na podstatně méně toxický CO₂ je cestou, která je ve WIS v současnosti

prověřována. Experimentální práce jsou prováděny v kontextu výzev souvisejících se studiem vlivu hlavních katalytických jedů vznikajících při hoření výbušnin reprezentovaných zejména NO, HCl, H₂S, NH₃, SO₂, a NO₂, které nejsou filtry na bázi aktivního uhlí zachytávány, a tudíž katalytické procesy mohou negativně ovlivňovat. Tak jako v případě Defence Science & Technology Laboratory, tak i ve WIS je testováno využití CATOX, který v rozmezí teplot od 280 do 350 °C odstraňuje bojové a průmyslové chemické látky cestou jejich oxidace vzdušným kyslíkem a následným zachytem vzniklých produktů chemisorpčními materiály.

5. Problematika zdokonalování prostředků ochrany dýchacích orgánů

Specialisty ze společnosti TNO byly dále představeny výsledky technického řešení týkajícího se zdokonalení plynotěsnosti lícnicové části obličejové masky používané v ochranné poloze při jejím spojení s filtračním ochranným prostředkem povrchu těla. Bylo uvedeno, že kvalita ochrany dýchacích orgánů proti účinkům bojových a průmyslových chemických látek je tak dokonalá, jak dokonalá je její část s nejnižším ochranným faktorem. Představiteli TNO byla představena speciálně vyvinutá kukla zabezpečující zvýšení ochranného faktoru obličejové masky v celém obvodu spojením masky a kapuce filtračního ochranného převleku. Na problematiku studia kvality zavedených obličejových masek navázali odborníci z Ústavu ochrany proti zbráním hromadného ničení Univerzity obrany. Na tomto pracovišti je v současné době řešena problematika zjišťování schopností zachytu průmyslových chemických látek konstrukčními částmi ochranné masky OM-90 se zaměřením na studium chemické odolnosti vydechovacího ventilu. Je nutné zdůraznit, že tento typ ochranné masky byl vyvíjen a testován v polovině 90. let minulého století a do praktického používání byl zaveden v roce 1998. V době jejího vývoje a testování bylo spektrum toxických látek, proti kterým měla úspěšně chránit, diametrálně odlišné než to, které je aktuální v současné době. Nicméně, konstrukce OM-90 respektovala trendy, které byly v té době moderní a všeobecně uznávané významnými evropskými státy, a proto rozsah prezentovaných přístupů k testování a sdělení dílčích výsledků výrazně přesáhl národní úroveň.

6. Propojení teorie vědy a výzkumu s vojensko-operační praxí

Symposium se stalo přesvědčivým důkazem propojení teorie vědy a výzkumu s vojensko-operační praxí. Za cenné, poučné a zavazující je tedy možné považovat propojení exaktního pojetí vědecké práce s realitou používání prostředků individuální a kolektivní ochrany ve všech druzích vojenských operací. To se organizátorům symposia podařilo zařazením vystoupení velitelů chemických jednotek (odřadů) působících ve vojenských operacích a účastní-

cích se vojenských cvičení na úrovni Severoatlantické aliance a Evropské unie. Z tohoto přístupu byla patrná intenzivní snaha zástupců WIS o zmenšení pomyslné mezery mezi teorií a vojensko-odbornou operační praxí. Ukázalo se, že výzkumní pracovníci se snaží svými aktivitami nejenom zdokonalovat ochrannou účinnost prostředků, které jsou zavedeny do operační praxe a pracovat na rozvoji nových a dokonalejších technologií pro zabezpečení dokonalejší ochrany proti působení bojových či průmyslových chemických látek, ale také spolupracovat se zástupci vojenských jednotek či útvarů.

Zástupce řeckých námořních sil účastníky symposia seznámil se zavedenými prostředky v současné době a informoval o změně přístupu k bezpečnostním hrozbám souvisejícím s existencí bojových a průmyslových chemických látek při plnění úkolů námořních operací. Poukázal na skutečnost, že nelegální transporty zbraní hromadného ničení přinutily řecké odpovědné orgány zahájit proces přehodnocování a zdokonalování současného zabezpečení fyzické ochrany příslušníků řeckých námořních sil se specifikací problémových aspektů, které je nutné v tomto unikátním prostředí respektovat a brát v úvahu.

Praktické zkušenosti z nasazení odřadů odstraňujících následky použití zbraní hromadného ničení ve vojenských operacích byly představeny velitelem CBRN odřadu německého Bundeswehru. V jeho vystoupení byly zhodnoceny praktické zkušenosti z používání prostředků individuální ochrany zabezpečujících všechny úrovně ochrany proti účinkům zbraní hromadného ničení a průmyslových nebezpečných látek. Velmi kriticky byly hodnoceny otázky zabezpečení dlouhodobé snesitelnosti izolačních prostředků ochrany povrchu těla a problematika doplňování tekutin při jejich dlouhodobém nošení.

7. Závěr

V závěru jednání symposia byl vysloven názor, že sdílené poznatky pomohou efektivněji směřovat úsilí vědecké a experimentální práce zainteresovaných pracovníků s cílem řešit skutečné problémy související s používáním prostředků individuální a kolektivní ochrany a to nejenom na úrovni Bundeswehru, ale i na úrovni Armády České republiky. Ačkoli nebylo stanoveno přesné datum konání příštího, v pořadí již 3. ročníku jednání symposia, tak bylo dopředu avizováno, že předpoklad jeho uskutečnění je v roce 2016 buď opět v Munsteru anebo v Paříži. Vzhledem k závažnosti projednávaných témat, skutečnosti, že Česká republika je stále považována za vedoucí zemi v oblasti ochrany proti zbráním hromadného ničení v Severoatlantické alianci a současné bezpečnostní situaci v některých zemích světa, by bylo vhodné vyslat k účasti na jednání širší odbornou veřejnost reprezentovanou nejenom výzkumnými a pedagogickými pracovníky univerzit, ale i odborníky se zkušenostmi z reálné operační praxe a zabezpečení rozvoje oblasti ochrany obyvatelstva.

P. Otřísal and S. Florus (*NBC Defence Institute, University of Defence, Brno, Czech Republic*): **Current and Perspectives in Personal and Collective Protection against Effects of Toxic Compounds**

Research and development of individual and collective protection realized in military and civil Environment was discussed at the 2nd International Symposium on CBRN Physical Protection. The paper deals with main presented results and informs about some trends of related problems development.



ICCT INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMICAL TECHNOLOGY

3. mezinárodní chemicko-technologická konference
3rd International Conference on Chemical Technology

13. - 15. 4. 2015, Mikulov
www.icct.cz

www.icct.cz

ČSPCH
ČESKÁ SPOLEČNOST PRO CHEMICKOU TECHNOLOGII

TEMATICKÉ OKRUHY

- **Chemické technologie a materiály, zdroje energie**
 - Petrochemie a organická technologie
 - Ropa, plyn, uhlí, paliva, biopaliva
 - Polymery, kompozity
 - Anorganická technologie, katalýza, nanotechnologie, materiálové inženýrství, palivové články, materiály a technologie pro energetiku
 - Biotechnologie
 - Syntéza a výroba léčiv
- **Technologie pro ochranu prostředí**
 - Zpracování odpadů, ochrana ovzduší a vod, technologie pro dekontaminaci půd, zelené průmyslové procesy
 - Bezpečné řízení procesů, prevence havárií, analýza rizik, atd.