

HODNOTENIE CHEMICKÝCH A KARCINOGENNÝCH FAKTOROV Z GUMÁRENSKEJ VÝROBY

Ivana TUREKOVÁ

EVALUATION OF CHEMICAL AND CARCINOGENIC FACTORS IN RUBBER PRODUCTION

Abstrakt:

Gumárenský priemysel patrí medzi chemické odvetvia, ktorého význam narastá i v súvislosti s rozvojom automobilového priemyslu. Je všeobecne známe, že pri spracovaní gumárenských produktov sú zamestnanci vystavení v značnej miere vplyvu škodlivých faktorov ako sú nadmerný hluk, vibrácie, tepelno-vlhkostná mikroklima, ale popredné miesto určite patrí chemickým faktorom. Hodnotiť pracovné prostredie pri výrobe gumárenských výrobkov znamená poznať faktory a limity priradené jednotlivým faktorom a prijímať účinné opatrenia na zníženie expozície zamestnancov.

Kľúčové slová: Chemické faktory, expozícia zamestnancov, prevádzkový poriadok, posudok o riziku, vulkanizačný proces

Abstract:

Rubber industry belongs to chemical branch, which imports commensurable increase with automobile manufacturing. Is common knowledge that during the processing of rubber products are employee's exposure of harmful factors such as noise, vibration, thermal comfort, but prominent place belong to chemical factors. Evaluate of work environment in the manufacture of the rubber products means known the factors and limits of several factors and accept measures to reduce the exposure of employees.

Key words: Chemical factors, carcinogenic factor, the exposure of employees, operating rules, risk assessment, vulcanization

1. Úvod

Základnou surovinou gumárenských výrobkov je kaučuk. Priemyselne sa vyrába a používa veľké množstvo syntetických kaučukov, ktoré sa líšia charakterom a počtom monomérov, podmienkami výroby a spôsobmi polymerizácie, typom katalyzátorov, typom emulgátora, druhom stabilizátora. Sú to napríklad:

- butadiénový kaučuk,
- izoprénový kaučuk,
- chlórprepnový kaučuk,
- butadiénstyrenový kaučuk,
- butadiénakrylonitrilový kaučuk,
- etylénpropylénový kaučuk,
- akrylátový kaučuk,
- silikónový kaučuk a iné kaučuky [1,2].

2. Vulkanizácia kaučuku

Jedná sa o zložitý fyzikálnochemický proces, pri ktorom sa plastická kaučuková zmes mení na trojrozmernú priestorovú štruktúru vulkanizátu – gumu. Vulkanizačný systém tvorí vulkanizačné činidlo, urýchľovač vulkanizácie a aktivátory vulkanizácie. Guma je tvorená týmito zložkami (obr. 1).

- kaučuk,
- plnivá (aktívne, pasívne),
- zmäkčovadlá (rôzne oleje),
- prísady proti starnutiu (antiozonanty, antioxidanty),
- spomaľovače,
- aktivátory,
- vulkanizačný systém (síra, urýchľovače) [3].

3. Lisovanie gumových výrobkov

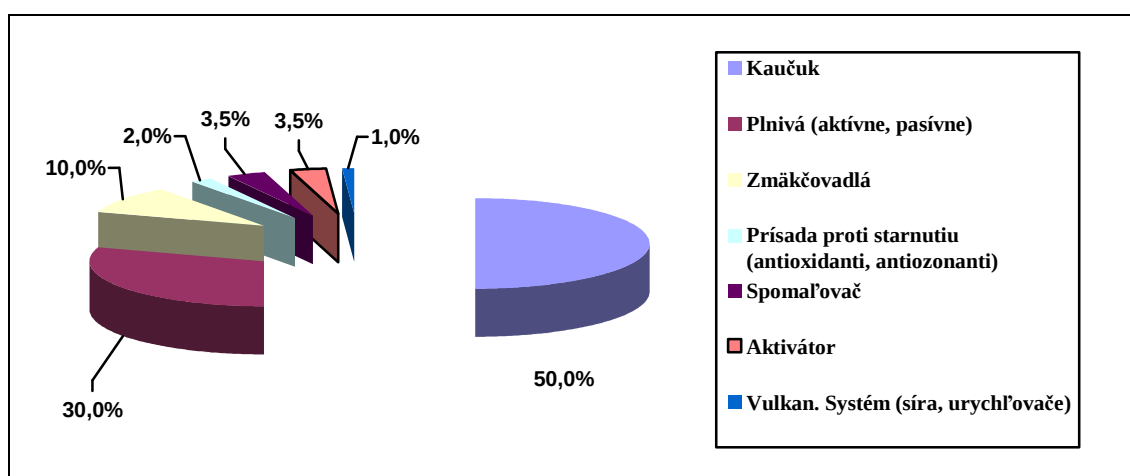
V lisovní gumových výrobkov sa realizujú činnosti súvisiace s premenou dodanej nevulkanizovanej gumy. Namiešaná nevulkanizovaná gumárenská zmes v správnom množstve poukladá na jednotlivé platne lisu pri príslušnom tlaku a teplote tvorí gumové výrobky podľa charakteru použitia [3].

Požiadavky výrobných priestorov z procesu vulkanizácie musia spĺňať limity z hľadiska odvetrania vrátane lokálneho odsávania, osvetlenia, mikroklimatických podmienok tak, aby limitné hodnoty z pracovného procesu boli dodržané.

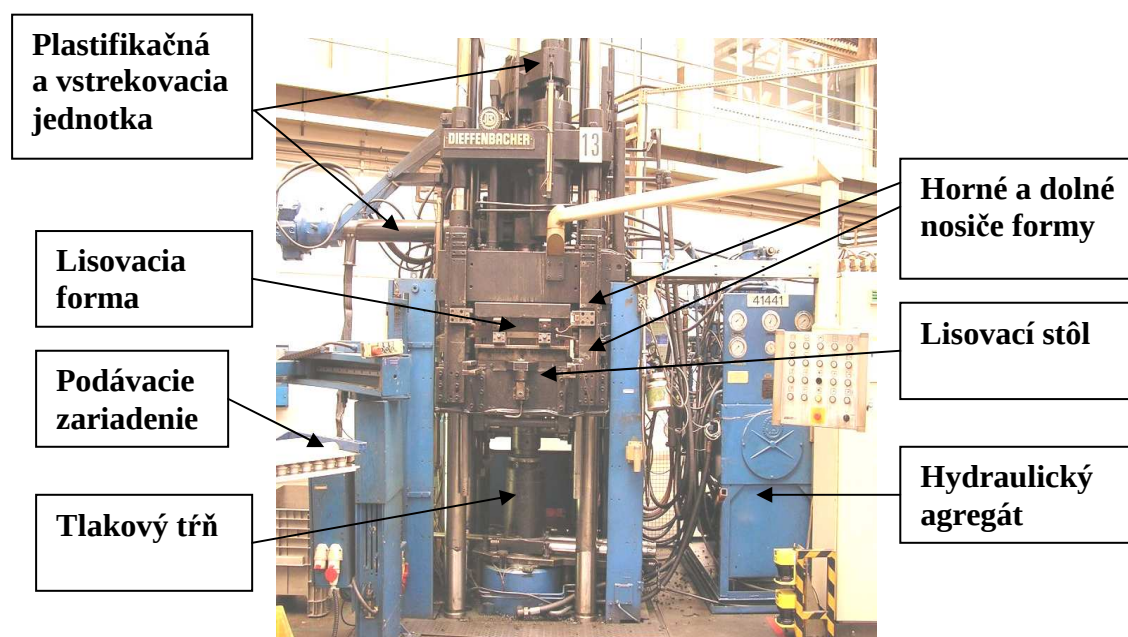
V konkrétnej výrobnej hale sú umiestnené vulkanizačné lisy, je odvetraná pomocou nástrešných ventilátorov umiestnených pri hrebeni sedlovej strechy. Prívod čerstvého vzduchu zabezpečujú VZT jednotky typu SAHARA v nástennom vyhotovení. Príklad vulkanizačného lisu Dieffenbacher DU 450 je na Obrázku 2.

Pri identifikácii nebezpečenstiev, ktorými sú exponovaní zamestnanci počas práce pri lisovaní gumových výliskov, ako najvýznamnejšie faktory boli klasifikované:

- chemické faktory znečisteného ovzdušia,
- karcinogénne a mutagénne faktory znečisteného ovzdušia,
- hlučnosť na pracovisku,
- práca pri vysokých pracovných teplotách,
- prašnosť na pracovisku,
- mikroklimatické podmienky,
- práca s bremenami,
- ergonomické faktory [4].



Obr.1 Jednotlivé zložky vulkanizačného systému [2]



Obr. 2 Vulkanizačný lis Dieffenbacher DU 450

Z týchto faktorov si náležitú pozornosť zasluhujú predovšetkým chemické a karcinogénne faktory. Karcinogénymi sú nazývané látky alebo procesy, ktoré signifikantne zvyšujú výskyt malígnych nádorov v populácii oproti spontánnemu výskytu. Podľa SZO 60 – 90 % rakovinových ochorení spôsobujú faktory prítomné v pracovnom a životnom prostredí [4].

V slovenskej legislatíve sú stanovené limity pre chemické faktory - najvyššie prípustné expozičné limity (NPEL). Je to taká koncentrácia látky, o ktorej možno na základe súčasných poznatkov predpokladať, že nepoškodzuje zdravie človeka a nespôsobuje účinky. Sú to minimálne hodnoty zistiteľné v pracovnom ovzduší dostupnými analytickými metódami a možno ich dodržať technickými opatreniami. Ich dodržiavanie znižuje pravdepodobnosť škodlivých účinkov na zdravie, ale nemôže ich úplne vylúčiť. Sú základom pre preventívne a ochranné opatrenia. TSH znamenajú časovo vážený priemer koncentrácie plynov, pár a aerosólov vrátane minerálnych vlákien za 8-hodinový zmenu a 40-hodinový pracovný týždeň. [6].

Pre látky karcinogénne (príp. mutagénne) zaradené do kategórie 1A a kategórie 1B sa určujú technické smerné hodnoty (TSH), pre ktoré nemôžu byť v súčasnosti stanovené najvyššie prípustné expozičné limity vzhľadom na ich predpokladané bezprahové účinky. Sú to minimálne hodnoty zistiteľné v pracovnom ovzduší dostupnými analytickými metódami a možno ich dodržať technickými opatreniami. Ich dodržiavanie znižuje pravdepodobnosť škodlivých účinkov na zdravie, ale nemôže ich úplne vylúčiť. Sú základom pre preventívne a ochranné opatrenia. TSH znamenajú časovo vážený priemer koncentrácie plynov, pár a aerosólov vrátane minerálnych vlákien za 8-hodinový zmenu a 40-hodinový pracovný týždeň. [6].

Nová chemická legislatíva definuje karcinogénne látky nasledovne [7, 8, 9]:

Karcinogén je látka alebo zmes látok, ktorá vyvoláva rakovinu alebo zvyšuje jej výskyt. Látky, ktoré vyvolali nezhubné alebo zhubné nádory pri dobre vykonaných experimentálnych štúdiách na zvieratách, sa takisto považujú za pravdepodobné alebo podozrivé ľudské karcinogény, pokiaľ neexistujú presvedčivé dôkazy o tom, že mechanizmus tvorby nádoru nie je pre ľudí relevantný.

Na účely klasifikácie so zreteľom na karcinogenitu sa látky zaraďujú do jednej z dvoch kategórií podľa sily dôkazov a ďalších hľadísk (závažnosť dôkazov) (Tabuľka 1). V určitých prípadoch môže byť odôvodnená špecifická klasifikácia podľa spôsobu expozície, ak sa dá jednoznačne preukázať, že žiadny iný spôsob expozície nepredstavuje nebezpečenstvo.

Tabuľka 1 Kategória nebezpečnosti pre karcinogény [7]

Kategória	Kritériá
KATEGÓRIA 1	Známe alebo pravdepodobné ľudské karcinogény Látka sa zaraďuje do kategórie 1 pre karcinogenitu na základe epidemiologických údajov a/alebo údajov o zvieratách. Látka sa môže ďalej pri klasifikácii rozlišovať ako látka
Kategória 1A:	o ktorej je známe, že má karcinogénny potenciál pre ľudí a klasifikácia vo veľkej miere vychádza z dôkazov u ľudí alebo ako
Kategória 1B:	látka kategórie 1B, o ktorej sa predpokladá, že má karcinogénny potenciál pre ľudí a klasifikácia vo veľkej miere vychádza z dôkazov u zvierat
Klasifikácia v kategórii 1A a 1B vychádza zo sily dôkazov a ďalších hľadísk. Tieto dôkazy môžu byť odvodené z: – štúdií u ľudí, ktoré stanovujú príčinný vzťah medzi expozíciou človeka látke a vznikom rakoviny (známy ľudský karcinogén) alebo – pokusov na zvieratách, u ktorých existuje dostatok dôkazov na preukázanie karcinogenity pre zvieratá (predpokladaný ľudský karcinogén). Okrem toho vedecké posudzovanie jednotlivých prípadov môže odôvodniť rozhodnutie o predpokladanej karcinogenite pre ľudí opierajúce sa o štúdie, ktoré poskytujú obmedzené dôkazy o karcinogenite pre ľudí spolu s obmedzenými dôkazmi o karcinogenite u pokusných zvierat.	
KATEGÓRIA 2:	Podozrivé ľudské karcinogény Zaradenie látky do kategórie 2 sa robí na základe dôkazov získaných zo štúdií u ľudí a/alebo zvierat, ktoré však nie sú dostatočne presvedčivé na to, aby sa látka mohla zaradiť do kategórie 1A alebo 1B na základe sily dôkazov, spolu s ďalšími hľadiskami. Tieto dôkazy môžu byť odvodené buď z obmedzených dôkazov o karcinogenite zo štúdií u ľudí alebo z obmedzených dôkazov o karcinogenite zo štúdií na zvieratách.

Pri lisovaní gumových výrobkov však nestačí posudzovať iba aspekt koncentrácie polyaromatických uhlíkovodíkov (PAU) vo vzorkách pracovného ovzdušia, ale je potrebné aj biologické monitorovanie expozície. Jedná sa teda o stanovenie danej látky a jej metabolitov v tom biologickom materiáli, ktorý je pre danú látku najvýznamnejší resp. o stanovenie v biologickom materiáli, ktorý poskytuje dostatočné údaje o vzťahu k expozícii. Biologické ukazovatele expozície sú známe len pre menšie množstvá látok. Stanovenie limitov, ktorými sú biologické medzné hodnoty (BMH) znamená pravdepodobnostné rozloženie hodnôt pre zdravých zamestnancov. Stanovujú sa pre 8-hodinový pracovný zmenu a treba mať vždy k dispozícii okrem biologických expozičných testov výsledky monitorovania chemických látok v pracovnom prostredí [6].

4. Hodnotenie chemických/karcinogénnych faktorov

Zákonnou povinnosťou zamestnávateľa pri práci s chemickými, karcinogénnymi a mutagénnymi faktormi je vypracovanie „Prevádzkového poriadku o ochrane zdravia zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou týmto faktorom“.

Prevádzkový poriadok je súhrn základných požiadaviek na ochranu zamestnancov pred rizikom ich expozície chemickým faktorom pri svojej práci a na predchádzanie tomuto riziku. Vztahuje sa na všetky pracovné činnosti súvisiace s chemickými faktormi, pri ktorých zamestnanci sú alebo môžu byť vystavení chemickým faktorom pri svojej práci [5,6]. Musí obsahovať náležitosti podľa obr. 3.

Prevádzkový poriadok nadväzuje na dokument – Posudok o riziku, v ktorom sú uvedené informácie o technológii výroby gumových výliskov, druhu a charaktere/vlastnostiach chemických látok (základom je mať k dispozícii Karty bezpečnostných údajov nebezpečných látok alebo zmesí). V posudku sa zohľadní charakter, miera a trvanie expozície zamestnancov chemickým, karcinogénnym alebo mutagénym faktorom, aby bolo možné posúdiť všetky riziká pre ich bezpečnosť a zdravie, dĺžka expozície vystavených zamestnancov, koncentrácie látok v pracovnom ovzduší a o cesty vstupu do organizmu.

S karcinogénmi alebo mutagénmi môžu pracovať len osoby zdravotne spôsobilé, ktoré dovŕšili 18 rokov veku. S karcinogénmi alebo mutagénmi nesmú pracovať tehotné ženy, matky do konca deviateho mesiaca po pôrode a dojčiace ženy. Karcinogény alebo mutagény sa nesmú používať pri výučbe v základných a stredných školách. Na vysokých školách a výskumných pracoviskách sa môžu používať na základe schválenia RÚVZ.

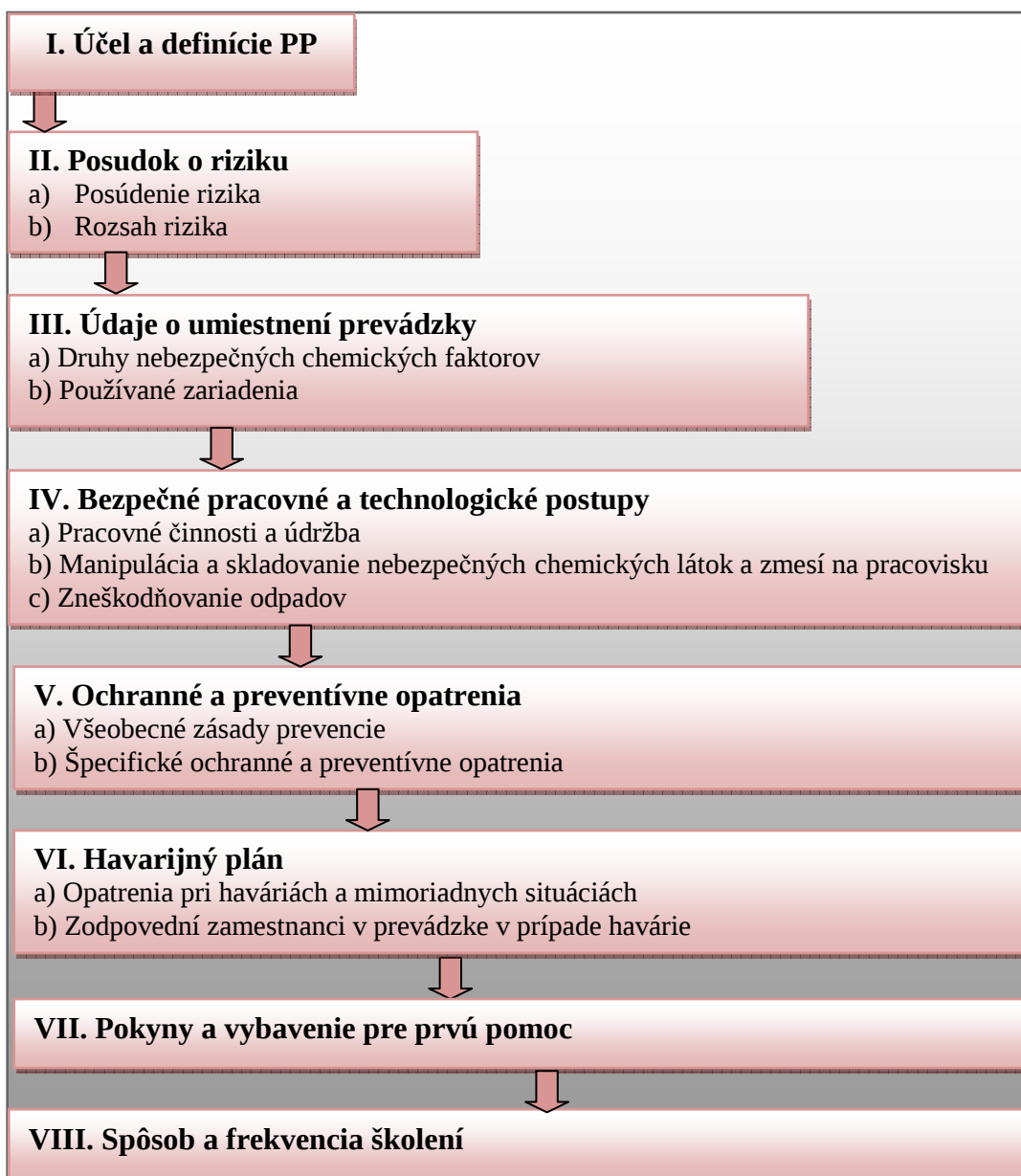
V konkrétnom prípade vulkanizačných procesov prichádzajú do úvahy a stanovujú sa nasledovné faktory v dýchacej zóne zamestnancov.

- naftalén
- acenaftylén,
- acenaftén,
- fluorén,
- fenantrén,
- antracén,
- fluorantén,
- pyrén,
- benzo(a)antracén
- chryzén
- benzo(b)fluorantén
- benzo(k)fluorantén
- benzo(a)pyrén
- dibenzo-a,h-antracén
- benzo-ghi-perylén
- indeno-1,2,3-c,d-pyrén
- koronén

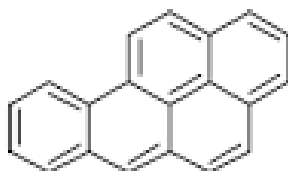
Jedným z najznámejších a najštudovanejších je benzo(a)pyrén (obr. 4).

Pri testoch na laboratórnych zvieratách boli preukázané karcinogénne, mutagénne a teratogénne účinky benzo(a)pyrénu. V prípade človeka je najviac spájaný v súvislosti s rozvojom rakoviny pľúc pri fajčení cigariet. Je jedným z hlavných karcinogénov tabakového dymu. Po jeho inhalácii dochádza v organizme k biotransformačným pochodom, k jeho aktivácii za účasti systému enzýmov monoxygenáz so zmiešanou funkciou. Najdôležitejšími enzýmami, ktoré sa zúčastňujú na aktivácii benzo(a)pyrénu, sú CYP1A1 a CYP1B1. Oxidáciou vzniknuté reaktívne metabolity sú schopné tvoriť kovalentné adukty s DNA, čo vedie k tvorbe mutácií.

Najvýznamnejším konečným karcinogénym produktom benzo(a)pyrénu je benzo(a)pyrén - 7,8 - dihydrodiol - 9,10 - epoxid, ktorý môže spôsobiť nezvratné zmeny v molekule DNA [10].



Obr. 3 Náležitosti naplnenia obsahu Posudku o riziku



Obr. 4 Vzorec benzo(a)pyrénu

Podľa CLP je klasifikovaný nasledovne:

		
Signálne slovo: Nebezpečenstvo H350 Môže vyvolať rakovinu H340 Môže spôsobiť genetické poškodenie. H360 Môže poškodiť plodnosť alebo plod v tele matky. H317 Môže poškodiť plodnosť alebo plod v tele matky. H400 Vysoko toxický pre vodné organizmy. H410 Vysoko toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.		

Pre pracovné prostredie sú stanovené limity (tab. 2).

Tabuľka 2 Technické smerné hodnoty plynov, pár a aerosólov s karcinogénnymi a mutagénnymi účinkami v pracovnom ovzduší ((benzo(a)pyrén) [6]

Chemická látka	EINEC	CAS	TSH		Účinky			
			ml.m ⁻³ (ppm)	mg.m ⁻³	Kat. karcino - génov	Kat. muta - génov	Senzi - bilizu - júce	Prienik cez pokožku
výroba koksu	200-028-5	50-32-8	-	0,005	2	2	-	-
ostatné			-	0,002	2	2	-	-

Bolo potrebné vo vzorkách biologického materiálu (moč) exponovaných pracovníkov pri konkrétnej výrobe gumových výliskov stanoviť 1-hydroxypyren ako metabolit pyrenu, ktorý sa používa na hodnotenie expozície pracovníkov polycyklickým aromatickým uhľovodíkom. Ale v súčasnej platnej legislatíve SR nie je stanovený biologický expozičný limit. Pre hodnotenie výsledkov a miery rizika bola táto hodnota porovnaná a navrhnutým biologickým expozičným limitom v rámci EÚ, ktorý predstavuje 3,76 µg.g⁻¹ kreatinínu (1,95 µmol.mol⁻¹ kreatinínu).

Záver

I napriek tomu, že ak aj výsledky z meraní nedosiahnu hraničných hodnôt, ako to bolo aj v našom prípade, je potrebné posúdiť vzájomné pôsobenie ostatných faktorov, predovšetkým mikroklimatické podmienky a hluk z hľadiska zdravotných rizík pri kategorizácii pracoviska akým je lisovanie gumových výliskov. Zvlášť významné sú PAU z hľadiska karcinogénnych účinkov. Dodržanie technických smerných hodnôt ešte neznamena vylúčenie choroby z povolania a ďalších následkov na zdravie zamestnancov. Často sa zabúda už v štádiu projektovania takýchto zariadení predovšetkým na kvalitné technické opatrenia napr. lokálny systém odsávania, monitorovanie pracovného prostredia s výstražnou signalizáciou apod. Tieto technické opatrenia majú najvyššiu účinnosť a dokážu výraznou mierou zmierniť expozíciu zamestnancov chemickým faktorom účinnejšie, ako riešiť dôsledky individuálnymi opatreniami.

Podakovanie

Tento článok vznikol z podpory projektu ESF „Inovácia študijných programov na Pedagogickej fakulte UKF v Nitre za účelom skvalitnenia vzdelávacieho procesu“ č. 007/2013/1.2/OPV.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] FRANTA, I. Gumárenské suroviny. Praha : SNTL, 1979. 606 s. MDT 678.03 – 678.4
- [2] MLEZIVA, J., ŠŇUPÁREK, J. Polymery – výroba, štruktúra, vlastnosti a použitie. Praha: Sobotáles, 2000. 544 s. ISBN 80-85920-72-7
- [3] ROVNÝ, J. Objektívizácia faktorov prostredia. Bratislava : HERBA, 2004. 251 s. ISBN 80-89171-18-4
- [4] BUCHANCOVÁ, J. Pracovné lekárstvo a toxikológia. Martin: OSVETA, 2003, 1133 s. ISBN 80-8063-113-1
- [5] NV SR č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci.
- [6] NV SR č. 356/2006 Z.z. o ochrane zdravia zamestnancov pred rizikami súvisiacimi expozíciou karcinogénnym a mutagénnym faktorom pri práci

- [7] NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1272/2008 z 16. decembra 2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006
- [8] NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1907/2006 z 18. decembra 2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií (REACH) a o zriadení Európskej chemickej agentúry, o zmene a doplnení smernice 1999/45/ES a o zrušení nariadenia Rady (EHS) č. 793/93 a nariadenia Komisie (ES) č. 1488/94, smernice Rady 76/769/EHS a smerníc Komisie 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES
- [9] Zákon NR SR č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zmien a doplnkov
- [10] IARC (2010). Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum, 92: 1–853. PMID:21141735 PMID:18756632

ADRESA AUTORA:

doc. Ing. Ivana Tureková, PhD. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Katedra techniky a informačných technológií, Dražovská cesta 4, 949 74 Nitra, Slovenská republika, email: iturekova@ukf.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.