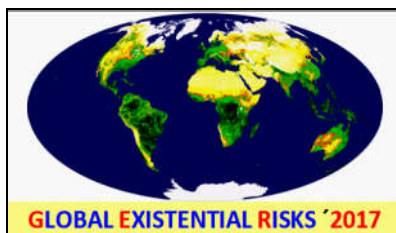


ENVIRONMENTÁLNE VPLYVY PLAZMOVÝCH TECHNOLÓGIÍ

Lýdia SOBOTOVÁ - Ružena KRÁLIKOVÁ

ENVIRONMENTAL IMPACT OF PLASMA TECHNOLOGIES



ABSTRAKT

Predložený príspevok sa zaoberá problematikou identifikácie nebezpečenstiev, znečistením ovzdušia na plazmovom pracovisku. Spôsob plazmového zvárania alebo delenia materiálu umožňuje spracovávať ručne a strojovo, umožňuje ďalej mechanizovať a automatizovať zvaráci alebo deliaci proces, čo popri zvýšenej kvalite a produktivite práce prinášajú plazmové technológie aj zníženie možnosti ohrozenia zamestnancov. V príspevku sú uvedené rizikové faktory pri plazmovom zváraní a delení materiálov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: plazmové pracovisko, environmentálna bezpečnosť, znečistenie ovzdušia

ABSTRACT

The presented article deals with the problem of identification hazards, air pollution in the plasma workplace. The method of plasma welding or cutting enables to process the material manually or mechanically, enables to mechanize and to automatize the welding or cutting processes, which, in addition to increased quality and productivity of these processes, also plasma technologies reduce the risk of employees being threatened.

KEY WORDS: plasma workplace, environmental safety, air pollution

ÚVOD

Vývoj klimatických zmien a vývoj ďalších dopadov na životné prostredie z neudržateľných spôsobov výroby postupne mení správanie sa väčšiny podnikov. Pravidlá trhu sa začínajú postupne rozširovať o environmentálne požiadavky. Hlavným príspevkom podniku k trvalej environmentálnej udržateľnosti je rozhodovanie a konanie v troch smeroch []:

- voľba environmentálne vhodných technológií,
- výroba environmentálne vhodných výrobkov,
- optimálne prevádzkovanie jestvujúcich technológií s cieľom maximálne obmedzovať ich negatívne vplyvy na ŽP.

1 PLAZMOVÉ ZVÁRANIE A RIZIKOVÉ FAKTORY

Analýza rizík v spoločnosti bola zameraná na uplatňovanie systémovej bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, tzn. na existenciu systému riadenia, jeho dokumentáciu (vnútorné predpisy,

smernice, príkazy riaditeľa a pod.), ich uplatňovanie v činnosti (prevádzke) spoločnosti, a na realizáciu bezpečnostných a ochranných systémov na pracoviskách spoločnosti (vlastné zdroje). V prípade bezpečnostných a ochranných systémov bola analýza zameraná na technické riešenie bezpečnostných a ochranných systémov vyžadovaných ustanoveniami platných zákonov, nariadení vlády SR, vyhlášok a Slovenských technických noriem, s ohľadom na platné smernice Európskej únie. [2]

Zváranie je technologický proces spájania materiálov do nerozoberateľných celkov. V závislosti od použitej technológie zvárania je možné hovoriť o tavnom, tavno-tlakovom a tlakovom spôsobe zvárania. Z hľadiska škodlivosti majú najväčší dopad na ľudský organizmus tavné spôsoby zvárania.[3]

Pri týchto spôsoboch vzniká celý rad nežiaducich škodlivých – rizikových faktorov, ktoré je možné v zmysle pokynu č. 13/1986 Vestníka Ministerstva zdravotníctva SR na vykonávanie hygienického dozoru na pracoviskách a vyhlasovanie rizikových prác [3] rozdeliť na:

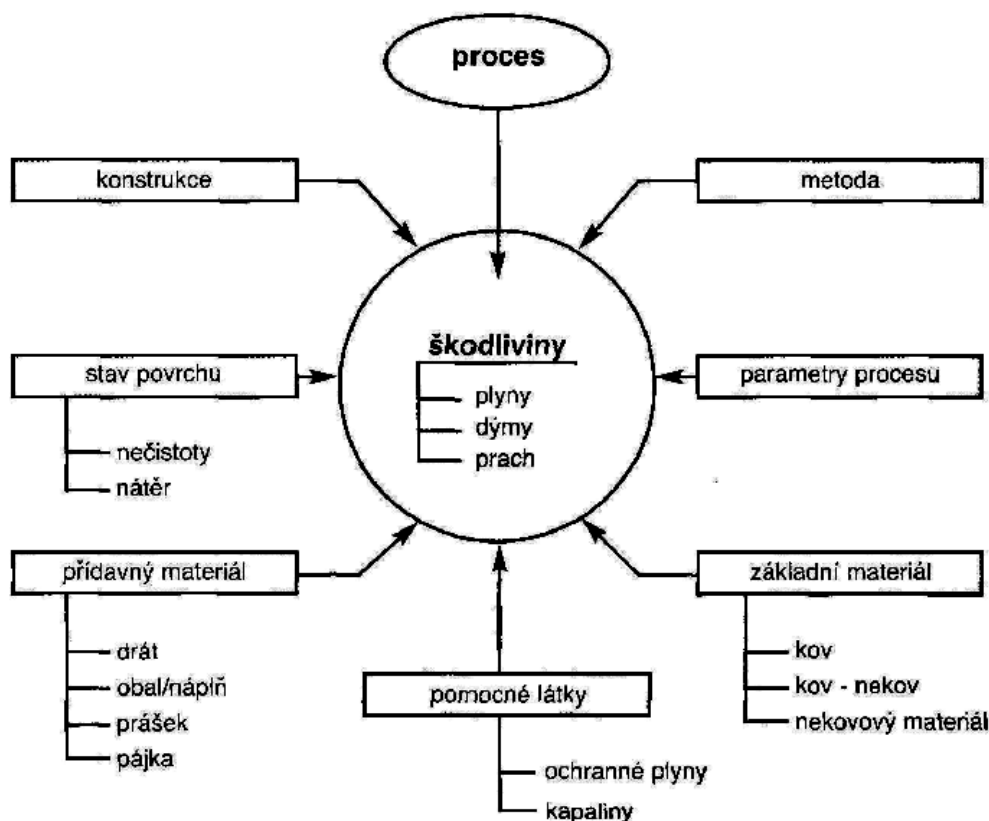
- špecifické rizikové faktory,
- nešpecifické rizikové faktory.

K špecifickým rizikovým faktorom je možné zaradiť prach (aerosóly), hluk, vibrácie, chemické látky a chemické karcinogény, infekcie, alergény, ionizujúce žiarenie, elektromagnetické žiarenie, zvýšený tlak vzduchu na nervy končatín atď. [1,2,3].

K nešpecifickým rizikovým faktorom patrí fyzická záťaž, polohy práce, mikroklíma, osvetlenie, psychická záťaž zvarača.

Rizikové faktory a limitné hodnoty škodlivín pre zvaračské pracoviská definujú STN 05 0600, STN 05 0601, STN 05 0610, STN 05 0630 , STN 05 1021.

K špecifickým rizikovým faktorom je možné zaradiť prach (aerosóly), hluk, vibrácie, chemické látky a chemické karcinogény, infekcie, alergény, ionizujúce žiarenie, elektromagnetické žiarenie, zvýšený tlak vzduchu na nervy končatín atď. [1,2,3]



Obr. 1 Environmentálne riziká pri vzniku škodlivín pri zváraní

1.1 Plazma a jej vlastnosti

Plazma sa vyznačuje svojimi typickými vlastnosťami a to sú:

- stupeň ionizácie,
- teplota,
- kvázineutralita a Debeyove tienenie.

Stupeň ionizácie plazmy (pomer počtu ionizovaných častíc voči celkovému počtu častíc) je jedným z najdôležitejších parametrov, ktorý určuje správanie sa plazmy. Závisí predovšetkým od teploty. Podľa stupňa ionizácie sa plazma delí na:

- **slabo ionizovaný plazmu**, kde koncentrácia nabitých častíc je zanedbateľne malá v porovnaní s koncentráciou neutrálnych molekúl,
- **silne ionizovaný plazmu**, kde prevláda koncentrácia silne nabitých častíc,
- **plne ionizovaná plazma**, ktorá obsahuje iba elektróny a ióny.

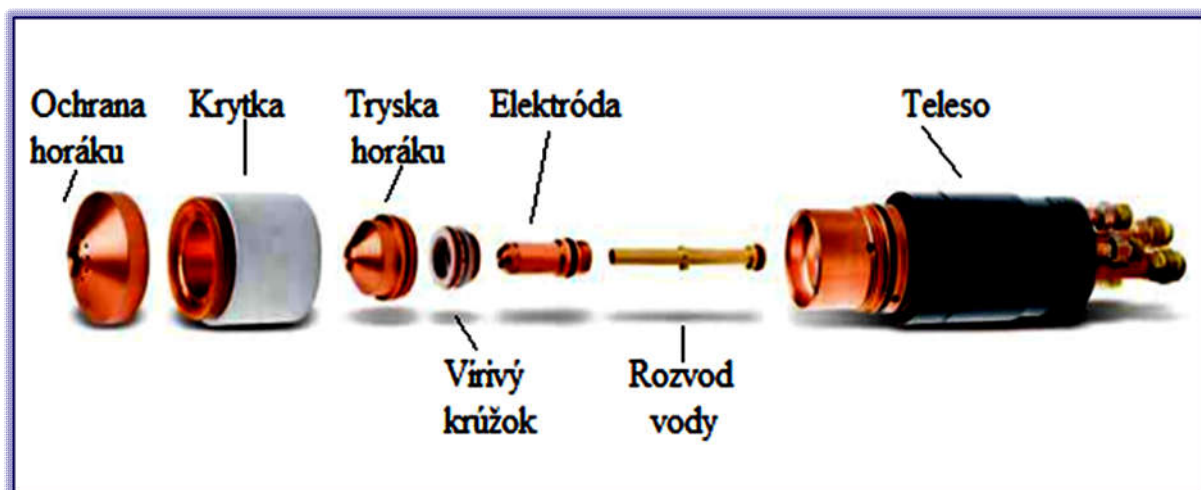
Podľa **teploty** sa plazma rozlišuje na druhy:

- vysokoteplotná ,
- nízokoteplotná. [8]

1.1.1. Konštrukcia plazmového horáka

Dôležitou súčasťou plazmového rezania je plazmový horák. V plazmovom horáku, ktorý je základnou súčasťou, dochádza k premene elektrickej energie na tepelnú energiu prúdu plazmy. Stabilizácia elektrického oblúka je významným parametrom plazmového horáka.

Na obr. 1 sú popísané jednotlivé časti plazmového horáka.



Obr. 1 Plazmový horák

V nasledujúcej tab. 1 je zobrazené delenie plazmových horákov podľa druhu použitého stabilizačného média.

Tab. 1 Delenie plazmových horákov

Typ	Popis
Plazmové horáky s plynovou stabilizáciou: a) s transferovaným oblúkom b) s netransferovaným oblúkom	<p>Elektrický oblúk horí medzi vnútornou elektródou umiestnenou v horáku a obrábaným materiálom. Používa sa pre opracovaní kovov (rezanie ocelí a neželezných kovov).</p> <p>Elektrický oblúk horí medzi vnútornou elektródou umiestnenou v horáku a výstupnou tryskou, ktorá tvorí anódu. Používa sa k obrábaniu nevodivých materiálov (napr. keramiky) a k nanášaniu povlakov.</p>
Plazmové horáky s vodnou stabilizáciou	<p>Rezací tryska má prídavné kanáliky, ktorými sa vstrekuje voda do plazmového horáku. Používajú sa pre rezanie ocelí a neželezných kovov a k nanášaniu povlakov. Výhodou je možnosť rezať pod vodou, čím sa znižuje prašnosť, hlučnosť a vplyv UV žiarenia na obsluhu.</p>

V plazmovej technológii sa používajú rôzne plyny. Konkrétne príklady sú znázornené v nasledujúcej tab.2.

Tab. 2 Plyny používané v plazmovej technológii

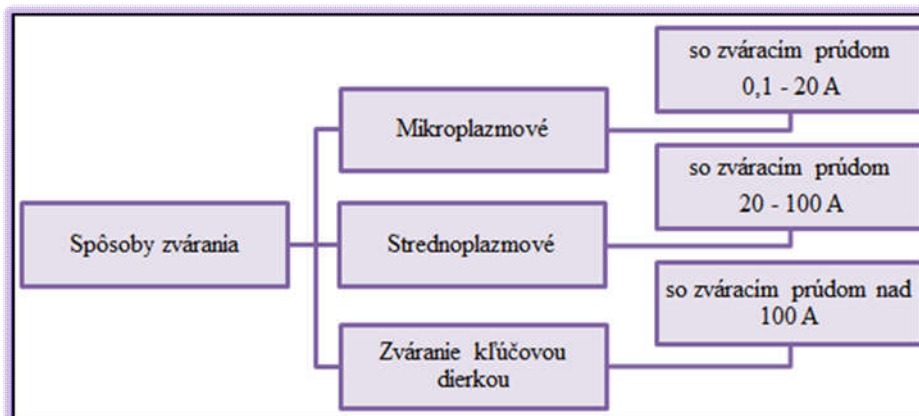
Typ plynov	Popis
Plazmové - argón - hélium - dusík - zmes argón + vodík	Sú privádzané do elektrického oblúka, kde dochádza k ich ionizácii
Fokusačné - argón - dusík - zmes argón + vodík - zmes argón + dusík	Zaostrujú (fokusujú) lúč plazmy po jeho výstupe z trysky horáku
Asistentné - argón - dusík	Obklopujú lúč plazmy a pracovné miesto a chránia ich pred účinkom atmosféry

Plazmové horáky sa v technickej praxi používajú pre:

- rezanie materiálov,
- zvaranie,
- naváranie alebo striekanie vrstiev materiálov požadovaných vlastností na strojné súčasti,
- obrábanie ťažkoobrobiteľných materiálov,
- tavenie materiálov v peciach,
- vysokoteplotnú chemickú syntézu plynov,
- rozklad škodlivých priemyselných odpadov.

1.2 Plazmové technológie – zváranie a delenie materiálu

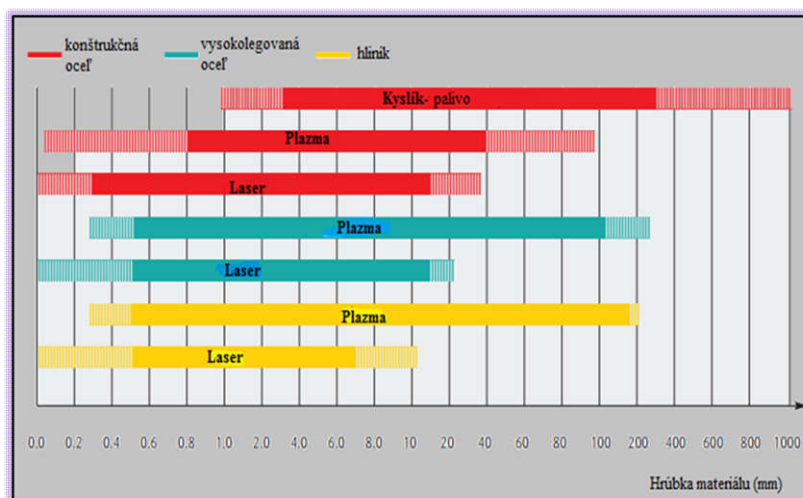
Plazmové zváranie patrí medzi vysoko produktívne a moderné metódy oblúkového zvárania v ochrannnej atmosfére. Je charakterizované veľmi vysokou koncentráciou energie a vysokou pracovnou teplotou. Spôsoby plazmového zvárania sú uvedené na obr.2.



Obr. 2 Schéma spôsobov zvárania

Princíp **plazmového zvárania** spočíva v tom, že vo zväracom horáku s výtokovou dýzou (malého prierezu) vzniká plazmový oblúk. Tento plazmový oblúk vzniká v dôsledku prechodu plazmového plynu cez elektrický oblúk. Výtoková dýza horáka oblúk tvaruje resp. zužuje a na pomerne malú plochu zváraného materiálu sústreďuje tepelnú energiu. Zúžením prierezu oblúka dochádza k zvýšeniu disociácie a ionizácie plynu oblúkového stĺpca, čím sa následne zvyšuje hustota energie plazmového oblúka

Technológia **delenia plazmou** bola vyvinutá koncom roku 1950 pre rezanie vysoko legovaných ocelí a hliníka. Technológia bola navrhnutá na použitie pre všetky kovy, ktoré vzhľadom na svoje chemické zloženie by nemali byť vystavené kyslíkovo-palivovému rezaniu. Rozsah použitia plazmových, ale aj laserových a kyslíkovo-palivových procesov delenia je znázornený na obr. č. 3



Obr. 3 Rozsah použitia procesov plazmového rezania

2. Environmentálna bezpečnosť pracovísk

Vzhľadom k fyzikálnej podstate uskutočňovaných procesov sú plazmové pracoviská vedené ako rizikové. Ich prevádzka sa riadi prísnyimi bezpečnostnými pravidlami. Obsluhujúci pracovníci na pracovisku musia podstúpiť odborné školenia.

Zdrojom ohrozenia pri plazmovom zvaraní najčastejšie býva:

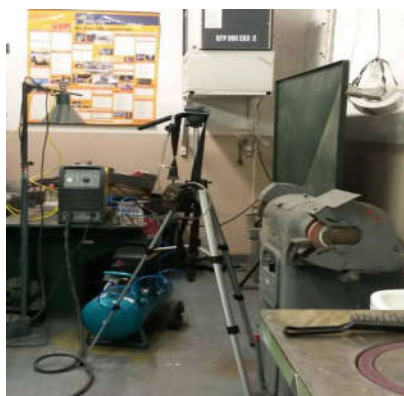
- elektrický prúd (až do 600A),
- žiarenie všetkých vlnových dĺžok, ale najmä ultrafialové, ktoré je omnoho intenzívnejšie, ako pri voľne horiacom elektrickom oblúku,
- lúče oblúka,
- škodlivé plyny a aerosóly, najmä ozón a nitrózne plyny,
- hluk, ktorý dosahuje obzvlášť vysoké hladiny (až 110dB), pričom prevláda
- vysokofrekvenčná zložka.
- nebezpečenstvo požiaru.

Hlavné zdravotné riziká pri plazmových technológiách sú uvedené v tab.3 :

Tab. 3 Zdravotné riziká pri plazmovom delení

Zdravotné riziká	Spôsoby ochrany
<ul style="list-style-type: none"> • ultrafialové žiarenie: plazmový oblúk vytvára silné viditeľné a ultrafialové žiarenie s vysokou teplotou. Žiarenie vznikajúce pri rezaní môže poškodiť zrak. 	Ochranné okuliare Zváracie kukly
<ul style="list-style-type: none"> • popáleniny: bývajú najčastejšie spôsobené rozstrekom rozžeraveného kovu z tavného alebo rezného kúpeľa. 	Dobrý nehorľavý pracovný odev Ochranné rukavice
<ul style="list-style-type: none"> • dymy, splodiny, aerosóly: časť materiálu, ktorý sa reže sa v dôsledku vysokých teplôt odparuje. K vznikajúcemu dymu sa pridávajú nečistoty z vrstiev na materiály, napr. farba, oleje. Tie sú zdraviu škodlivé. 	Odvod splodín odsávaním z každého pracoviska alebo použitím mobilných odsávacích jednotiek s mechanickou a chemickou filtráciou
<ul style="list-style-type: none"> • hlučnosť: vysoká hlučnosť, ktorej je človek vystavený po dlhú dobu spôsobuje trvalé poškodeniu sluchu. Jej úroveň závisí od pracovného prostredia a metódy rezania. Pri plazmovom rezaní sa hladina hluku pohybuje okolo 110 dB. 	Chrániče sluchu (slúchadla, štuple do uší)

Pre experiment boli odobrané vzorky zo stacionárneho a osobného miesta, obr.3 a obr.4, za rovnakú časovú jednotku. Parametre merania: teplota vzduchu 23 °C , atmosferický tlak 102,5 kPa a relatívna vlhkosť 52 %.



Obr.3 Stacionárne vzorkovanie

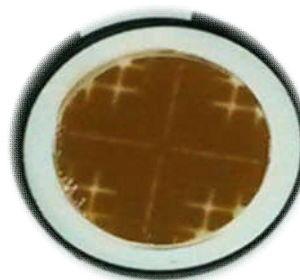


Obr. 4 Personálne vzorkovanie

Na nasledujúcich obrázkoch sú uvedené exponované filtre z osobného odberu vzoriek, Obr. 4 a stacionárneho odberu vzoriek Obr. 5.



Obr.4 Personálny odber



Obr. 5 Stacionárny odber

V tab. 4 sú uvedené výsledky z plazmového pracoviska

Tab. 1 Namerané výsledky z plazmového pracoviska

P. č.	Vzorky	Čas mer. [min]	Objem [l]	Hmotn. [mg]	Namer. koncentr. [mg/m ³]
1	Personálna	42	84	4,65	54,62
2	Stationárna	61	122	0,82	6,71

Rozdiely medzi oboma odbermi vzoriek sú zjavné. Rozdiel je spôsobený vzdialenosťou od zdroja tuhých aerosólov - plazmového rezacieho stroja. Rôzna farba filtra je spôsobená pevnými aerosólmi zachytenými na filtri.

ZÁVER

Tento dokument je určený na poskytnutie informácie týkajúcej sa plazmových pracovísk. Dôležité je si uvedomiť, že chemické zloženie dymov, intenzita ich produkcie, rozmerová distribúcia (veľkosť častíc a štruktúra tuhej fázy aerosólov) závisia od spôsobu, resp. technológie zvarovania, od zloženia použitých prídavných a základných materiálov, ochranných plynov, režimov a parametrov procesu, maximálnej výšky pracovnej teploty pri zvarovaní a od prípadnej povrchovej úpravy zvarovaných materiálov

**Pod'akovanie [zaradenie príspevku]**

Tento príspevok vznikol v rámci projektu APVV 15-0327.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] TURŇOVÁ, Z.-BÁBELOVÁ, E.: Tichý zabijak –e misie zváračských dymov. ZVÁRAČ IV , č.1, 2007, s.25-27, ISSN 1336-5045.
- [2] LUMNITZER, E., PIŇOSOVÁ, M., HRICOVÁ, B.: Metodológia komplexného hodnotenia zdravotníckych rizík v priemysle. Zrecyn MUSKA sp.z.o.o., 2015, 232s. ISBN 978-83-938890-0-6.
- [3] SOBOTOVÁ,L.,KRÁLIKOVÁ,R., LUKÁČOVÁ. K.: The dust measuring occuring in progressive plasma technology of materials, : ICEEE-2013, Budapest, , 2013 P. 250-259. - ISBN 978-615-5018-93-0
- [4] MAŇKOVÁ, Ildikó: Progresívne technológie. 2.vydanie. Vienaľa, Košice, 2000. 275 s. ISBN 80-7099-430-4
- [5] KRATOCHVÍL: Rezanie plazmou [online]. 2006. [cit. 2013-02-06]. Dostupné na internete: <<http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=374>>
- [6] Plazmové rezacie centrá [online]. [cit. 2013-02-10]. Dostupné na internete: <<http://www.pzvar.sk/produkty/zvaracie-zariadenia-automatizovane-komplexy/plazmove-rezacie-centra>>
- [7] ŠEBELA, Pavel: Aplikace nekonvenčních paprskových technologií (laser/plazma) ve strojírenství: Diplomová práca. Brno: Vysoké učení technické v Brne, 2008. 94 s.
- [8] Vlastnosti plazmy [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné na internete: <<http://www.surin-partners.sk/produkty/plazma/>>

ADRESY AUTOROV**doc. Ing. Lýdia SOBOTOVÁ, PhD..**

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika
tel.č.: +421 55 602 2793
e-mail: lydia.sobotova@tuke.sk

doc. Ing. Ružena KRÁLIKOVÁ, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika

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.