



Bezpečnostné opatrenia a ochranné zariadenia vyplývajúce z rizík na pracoviskách s priemyselnými robotmi

Petr Baron

Úvod

Riadenie technických a humánnych rizík v priemyselných prevádzkach strojárkej výroby je neustále spojené s priebežným vykonávaním najrozličnejších nehodovo-preventívnych opatrení. Celý tento proces je spojený s inštalovaním bezpečnostných zariadení v podobe bezpečnostných ohrád, bezpečnostných uzáverov, mechanických brzd, sensorového vybavenia na detekciu prítomnosti personálu v nebezpečných zónach (fotoelektrické, elektrostatické optické zariadenia, ultrazvuk, laser, vizuálne monitorové senzory). Je spojený tiež s využitím detektorov kontrolujúcich nesprávnu činnosť strojového zariadenia. Použitie týchto zariadení predpokladá realizáciu technických recenzií konkrétnych pracovísk s výsledkom dosiahnutia adekvátnych bezpečnostných opatrení v rámci výrobných zariadení, ako aj v rámci celého pracoviska.

V neposlednom rade sú dôležité aj otázky školenia obslužného personálu (programátorov, údržbárov, opravárenských technikov a pod.) v zmysle príslušných bezpečnostných opatrení.

Bezpečnostné opatrenia v prevádzkach s priemyselnými robotmi

Použitie bezpečnostných opatrení v prevádzkach s priemyselnými robotmi, resp. manipulátormi (PRaM) je naliehavé z nasledovných dôvodov:

- PRaM ako zariadenia automatizácie sú často považované za stroje, ktoré neprichádzajú do styku s ľudským činiteľom.
- Pri programovaní operátori vykonávajú svoju prácu v operatívnych zónach robota, bez prerušenia prívodu energie PRaM.
- Ľudský činiteľ je prítomný aj pri obslužných prácach, napr. pri výmene nástrojov, inšpekcií apod.
- Nie je zaistená adekvátna spoľahlivosť PRaM.
- Každá inštalácia PRaM predstavuje osobitý a výnimočný problém aplikácie (je nemožné zaistenie absolútnej bezpečnosti PRaM ich výrobcami).
- Pri odstraňovaní problémov s prídavnými zariadeniami sa často vstupuje do nebezpečných zón PRaM.

Základné bezpečnostné systémy, často používané na automatizovaných pracoviskách s PRaM, sú realizované vo forme ochranných ohrád s blokovanou bránou. Ide v podstate o bezpečnostné vypínacie zariadenie podľa § 3.23.5 EN 292-1, teda také zariadenie, ktoré zastaví stroj, jeho časti, alebo ho inak uvedie do bezpečného stavu, ak sa osoba alebo časť jej tela dostane do nebezpečného priestoru.

Tieto vypínacie zariadenia môžu byť:

- uvádzané do činnosti mechanicky, napr. tlakovo citlivé zariadenia,
- uvádzané do činnosti bezdotykovo, napr. fotoelektrické bezpečnostné systémy,
- zariadenia, ktorých detekčné prostriedky pracujú kapacitne alebo pomocou ultrazvuku.

Ďalšie opatrenia (napr. bezpečnostné pedály, svetelné závory a pod.) sa v týchto prípadoch používajú v prípade potreby iba ako prídavné bezpečnostné zariadenia.

Výhody používania ochranných ohrád spočívajú predovšetkým v:

- nízkej cene,
- možnosti ich realizácie,
- vysokom ochrannom účinku,
- ochrane pred odlietavajúcimi časticami.

Nevýhody týchto bezpečnostných zariadení:

- neposkytujú ochranu pri prácach vo vnútri ohrád (programovanie, nastavovanie, údržba, kontrola, opravy),
- problematickosť ich použitia z priestorových dôvodov.

Z predchádzajúceho vyplýva, že je potrebné prijať ďalšie dodatočné opatrenia, ktoré síce nezabezpečujú absolútnu ochranu, ale v porovnaní s momentálnou situáciou predstavujú prinajmenšom zlepšenie. Tak je to napr. v prípade softvérovej kontroly riadiaceho systému, či sensorických systémov pri priestorovej kontrole.

Prvým krokom v tomto smere je bezpečnostné zariadenie koncipované tak, že:

- Pri styku s prekážkou (človek, stroj, stena apod.) bez ohľadu na miesto kolízie v pohybovom priestore sa vyšle signál, ktorý napríklad zabezpečí vypnutie pohonu PRaM, pričom pôsobí ako veľkoplošný spínač.
- Zároveň pomocou vhodného prípravku (napr. deformačnej štruktúry), ktorý sa pri náraze môže deformovať (prispôbovať formu), sa zvyšková energia pohybujúcej sa hmoty odbúrava, čím sa pre človeka zníži nebezpečenstvo úrazu a pre strojové zariadenia veľkosť škôd.

PRaM musia byť vybavené zariadeniami na núdzové vypínanie. Táto axióma platí aj pre prípadné prenosné programovacie prístroje, z ktorých je možné riadiť pohyby PRaM.

Ochranné zariadenia, ktoré sa pri nastavovaní, resp. programovaní nemusia nevyhnutne odstrániť, sa nesmú odstaviť v žiadnom prípade. Malo by byť dodržané, že vypnúť je možné len jedno ochranné zariadenie.

Pri viazanom postavení PRaM je potrebné brať do úvahy, aby sa jednotlivý PRaM pri oprave alebo údržbe mohol vyčleniť zo sledu prác voliacim prepínačom bez toho, aby bol zastavený celý systém. To predpokladá zostavenie ochranného zariadenia systému do jednotlivých ochranných oblastí.

Ochranné zariadenia na pracoviskách s PRaM

Podľa možnosti prístupu ľudského činiteľa, resp. možnosti jeho zásahu do definovaného nebezpečného priestoru systému, možno ochranné zariadenia klasifikovať nasledovne (obr. 1):

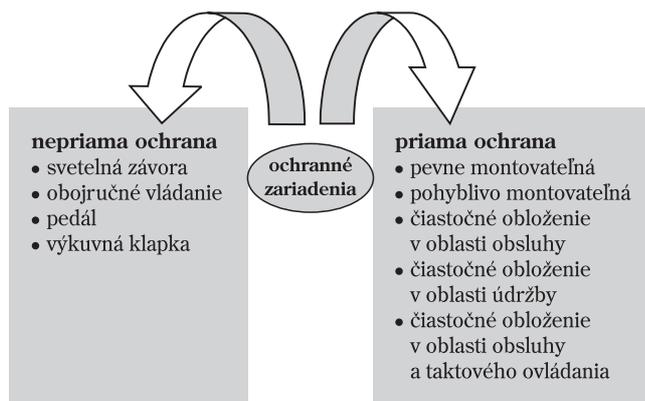
1. Priama ochrana: neumožňuje prístup alebo zásah do nebezpečného priestoru pred zapojením alebo odpojením ochranného

zariadenia. Vzdialenosť ochranného zariadenia od nebezpečného priestoru sa musí voliť tak, aby bolo vylúčené ohrozenie osôb.

Do tejto skupiny patria:

- Pevné ochranné zariadenia: Ich použitie je determinované potrebami opráv, avšak nie pre potreby obsluhy alebo údržby. Na riadenie nemajú žiadny účinok. Chránia opravárenských technikov len prostredníctvom vypnutia energie.
- Pohyblivé ochranné zariadenia: Ich uvoľnenie musí byť umožnené bez použitia nástrojov a manipulácia s nimi musí byť ľahká a jednoduchá. Ide napr. o princíp otočných dverí, keď sa tieto po otvorení nesmú samočinne vrátiť do ochrannej polohy. Pohyblivé ochranné zariadenia sa realizujú prostredníctvom pevných ohrád s pohyblivou bránou. Po otvorení brány sa pomocou vhodných polohovacích zariadení (koncové spínače, polohové vačky) musí zabezpečiť okamžité zastavenie nebezpečných pohybov pri vstupe človeka do tejto oblasti. Ohrada musí byť vyrobená z materiálov primeraných danému účelu (pevný dierový materiál – pletivo, pružné pláty apod.). Vo vnútri ohrady musí byť vymedzený priestor medzi maximálnym dosahom ramena (alebo iných častí) PRaM a samotnou ohradou – bezpečný priestor. Takto vymedzený priestor nemôže zahŕňať dráhu pohybu ramena robota k stroju alebo priestor vstupných a výstupných komponentov. Odporúča sa, aby výška takejto ohrady nebola menšia ako 2 m. V záujme čistenia podlahy musí byť spodná časť ohrady viac ako 0,15 m nad zemou.

2. Nepriama ochrana: umožňuje zásah do nebezpečnej oblasti. Ochranné zariadenia sú však zostavené tak, že obsluhujúca osoba je chránená okamžitým zastavením nebezpečných pohybov PRaM pomocou vhodných dozorných zariadení (obojuhracím spínacím zariadením, alebo okamžitým zastavením nebezpečného pohybu pomocou svetelnej závery, výkvynej klapky alebo pedálmi).



Obr.1 Klasifikácia ochranných zariadení

Medzi najbližšie umiestnenými nebezpečnými miestami a ochranným zariadením musí byť primeraná bezpečnostná vzdialenosť.

Bezpečný systém robotov a manipulátorov

Bezpečnostný systém musí ochrániť pracovníkov a zariadenia systému v prípade chýb človeka či stroja. Robot má byť zastavený len v bezprostrednej blízkosti človeka. Otázkou pre tvorcov bezpečnostných systémov na automatizovaných pracoviskách s PRaM je, ako blízko môže byť človek vedľa robota počas jeho prevádzky. Závisí to od trvania zastavenia a vzdialenosti, na ktorej PRaM zastaví, a taktiež od typu bezpečnostného zariadenia.

Bezpečnostný systém PRaM obsahuje nasledovné subsystémy:

1. Detekčný systém: Identifikuje blízkosť človeka v nebezpečnej pracovnej zóne PRaM. V rámci detekčného systému je možné podľa požiadaviek kladených na bezpečnostný systém použiť: mechanickú zábranu, vzdialenostný a smerový senzor, definovanie bezpečnostných sektorov vymedzených kontaktnou roho-

žou, pasívnymi infračervenými senzormi, oponami, resp. kamerami a zobrazovacími senzormi.

2. Riadiaci systém: Spracúva signály z detekčného subsystému a vysielá povel do hnacieho a brzdiaceho subsystému PRaM. Spoľahlivý riadiaci systém zabezpečuje existenciu signálu v bezpečnostnom kanáli. Predbežnou požiadavkou je, aby chyba jednej zložky nezapríčiniła nebezpečnú situáciu. Určitým riešením sa javí využitie dvojnásobného povelu stop a štart pri signálovom systéme, ktorý je kontrolovaný. Kontrola znamená, že ak jeden bezpečnostný signál zlyhá, táto skutočnosť po svojej identifikácii zastavuje PRaM. Požiadavky na bezkontaktný riadiaci systém spočívajú v tom, aby bol dvojitý a kontrolovaný. Pri mikropočítačoch je počet možných chýb taký vysoký, že je prakticky nemožné dosiahnuť bezpečnú úroveň. Detekčný systém prenáša dva bezpečnostné STOP signály. Zlyhanie jednej zložky nevedie k nebezpečnej situácii. PRaM pracuje osamotený len zriedka, preto je dôležité spojenie s ostatnými strojmi cez bezpečnostný kanál.
3. Hnací a brzdiaci systém: Blokuje a fixuje pohyb jednotlivých osí PRaM v príslušnej polohe. Zabezpečuje udržanie sily potrebnej na uchopenie držaného predmetu a pevnej polohy chápadla aj v prípade straty energie. Úlohou brzdiaceho systému je zastavenie pohybu jednotlivých osí chápadla a ich zafixovanie v poslednej polohe, a to aj v prípade straty energie. Mnohé chápadlá sú pneumaticky ovládané a v prípade straty energie často dochádza k vypadnutiu držaných predmetov. Tento problém je markantný aj pri hydraulických či elektrických PRaM. Silový a brzďový systém je pneumatického, elektrického, hydraulického alebo mechanického typu. Podobný systém sa používa pri lisovacích alebo strihacích strojových systémoch. Keďže na týchto zariadeniach bývajú zaznamenané časté prípady nehôd, kladú sa na ne vysoké bezpečnostné požiadavky. Pri manuálne obsluhovaných strojoch základnou požiadavkou je, aby zlyhanie jednej zložky nevedlo k náhlemu spusteniu činnosti stroja alebo nezastaveniu v prípade, že obsluha uvedie do činnosti bezpečnostný systém. Takéto riešenia je možné aplikovať aj na PRaM.

Literatúra

- [1] BARON, P.: Systémové prístupy eliminovania rizík robotizovaných montážnych systémov. Dizertačná práca. Košice 1999.
- [2] JURKO, J.: Rizikové faktory bezpečnosti pri práci v automatizovaných výrobných systémoch na obrábanie. AT&P journal 5/2002, str. 114 – 118. ISSN 1335-2237
- [3] JURKO, J.: Design for automatization assembly process. In: Automation. Zborník z vedeckej konferencie, Warszawa 12. – 14. máj 2000. Warszawa, PIAP 2000, s. 160 – 162. ISBN 83-902335-8-4
- [4] PITEĽ, J., SALOKY, T., VOJTKO, I.: Risk factors of industrial robot safety. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Measurement and Control in Robotics. Smolenice, Slovakia, 12 – 16. 6. 1995. pp. 517 – 519.
- [5] PITEĽ, J.: Technická diagnostika a znalostné systémy. In: Zborník vedeckých prác z 1. vedeckej konferencie doktorandov Strojníckej fakulty. Košice, 14. jún 1995, s. 53 – 55.

Recenzoval: doc. Ing. Michal Havrila

Ing. Petr Baron, PhD.

Fakulta výrobných technológií
TU Košice so sídlom v Prešove
Štúrova 31, 080 01 Prešov
Tel.: 051 / 772 37 91
e-mail: baron.petr@vft.sk