

## **Specifický typ poruchy průmyslové pece**

**Ing. Luboš Kotek, Ph.D., VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství;  
prof. Ing. František Babinec, CSc., RISCO – Risk Consulting Brno;  
Ing. Petr Trávníček, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta;  
Ing. Leisan Mukhametzianova, VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství;  
kotek.l@fme.vutbr.cz**

### **Souhrn**

*Tento článek objasňuje příčinu specifické poruchy průmyslové pece, která v několika případech vedla k explozi uvnitř této pece. Návrh a vývoj nové průmyslové pece musí zahrnovat posouzení rizik. Toto zařízení musí být konstruováno s ohledem na výsledky procesu posouzení rizik takovým způsobem, aby plnilo svou funkci, a může být provozováno jedině bez vystavení zaměstnanců nadměrnému riziku.*

**Klíčová slova:** průmyslová pec, posouzení rizik, výbuch

### **1. Bezpečnost průmyslových pecí**

V souladu se směrnicí 2006/42/ES [1] je výrobce strojního zařízení nebo jeho zplnomocněný zástupce povinen zajistit posouzení rizika s cílem určit požadavky na ochranu zdraví a na bezpečnost, které platí pro strojní zařízení. Strojní zařízení pak musí být navrženo a konstruováno s přihlédnutím k výsledkům tohoto posouzení.

Základní skupinu požadavků směrnice 2006/42/ES doplňuje v oblasti elektrotepelných zařízení (průmyslové pece) norma ČSN EN ISO 12100:2011 [2]. Tato norma specifikuje základní terminologii a metodologii pro dosažení bezpečnosti elektrotepelných zařízení. Technické principy, které mohou pomoci konstruktérům snížit rizika, jsou uvedeny v kapitole 6 této normy.

Pro posouzení funkční bezpečnosti průmyslových pecí dle norem ČSN EN ISO 13849-1:2008 [3], ČSN EN ISO 13849-2:2013 [4] a ČSN EN 62061:2005 [5] je třeba vzít v úvahu všechny části bezpečnostního řídicího systému nainstalovaného na stroji. Velmi důležitým standardem zaměřeným na bezpečnost průmyslových pecí je též norma ČSN EN 60519-1:2011 [6] – Bezpečnost u elektrotepelných zařízení, Část 1: Všeobecné požadavky. Žádná z výše uvedených norem však nepostihuje možnost vzniku výbušné nebo toxické atmosféry uvnitř pece vytvořené nebezpečnými látkami emitovanými z materiálu, který je uvnitř pece ohříván.

Byť se v případě průmyslových pecí provádí odhad rizik na základě pokynů obsažených v normách a legislativě, důležitý bezpečnostní aspekt jejich provozu zůstává legislativními požadavky doposud téměř nepostižen – jedná se o možnost vzniku nebezpečné výbušné atmosféry uvnitř pece vytvořené látkami emitovanými z materiálu, který je v peci ohříván, nebo případně z paliva, jímž je pec vyhřívána. Identifikace nebezpečí a odhad rizik musí zachycovat tyto hrozby a navrhnout příslušná opatření. Tento článek vyjmenovává základní nebezpečí spojená s vytvořením nebezpečné atmosféry uvnitř pece a uvádí obecná opatření, která by měla být dodržována pro zajištění bezpečnosti těchto zařízení.

### **2. Popis specifické poruchy**

Specifický typ poruchy průmyslových pecí, na něž se zde zaměřujeme, byl již několikrát zmiňován v databázích nehod a havárií a v odborné literatuře, jeho příčiny však dosud nebyly jasně popsány.

Jedná se o výbuch pece přímo vytápěné spaliny hoření zemního plynu z hořáku, který je osazen bezpečnostními prvky, jež jsou dle platných požadavků brány za dostatečné zajištění bezpečného provozu.

## **2.1 Výbuch v Saint Avoild, 2009**

V databázi Aria (v článku [7]) je popsána situace, která se týká výše uvedené specifické poruchy. Výbuch po restartu plynové pece v Saint Avoild ve Francii v roce 2009 si vyžádal dva lidské životy. Dne 15. července 2009 kolem třetí hodiny ráno byla pec ručně restartována a po následném spuštění hořáků explodovala. Bezpečnostní bariéra sestávala z automatiky uzavření přívodu zemního plynu do pece při zhasnutí plamene nebo jeho nepřítomnosti po dobu deseti sekund od spuštění pece.

Při vyšetřování vyšlo najevo, že tato automatika byla po řadě nekontrolovaných signalizací krátce po instalaci pece deaktivována.

## **2.2 Výbuch plynové pece, 2011**

V článku [8] byla popsána havárie, ke které došlo v průmyslové peci roku 2011. Tato pec byla používána pro tepelné zpracování kovových částí a byla vyhřívána s plynovým hořákem na zemní plyn. V tomto případě po spuštění pece signalizace plamene potvrdila zapálení hořáku, operátor však za hořákem zaznamenal nízkou teplotu. Šel tedy zkontrolovat hořák, když v tom okamžiku došlo k výbuchu, operátor utrpěl zranění a následně jim podlehl.

Při vyšetřování bylo zjištěno, že detektor plamene byl neporušený a funkční, hořák byl udržovaný a čistý. Následné testy však ukázaly, že detektor plamene je vadný a dává tzv. falešný pozitivní signál (false positive signal), tedy signalizuje přítomnost plamene i v případě, že plamen nehoří.

## **2.3 Výbuch plynové pece, 2013**

Autoři tohoto článku byly účastníky šetření nehody na průmyslové peci vytápěné zemním plynem. V tomto případě došlo k výpadku el. energie a po následném spuštění výroby byl zaznamenán pokles teploty v jedné sekci pece (ze tří nezávislých sekcí s vlastními hořáky). Po několika minutách nastal výbuch. Nehoda zničila pec, detektor plamene se však jevil neporušený.

## **3. Selhání detektoru plamene**

Ve všech výše popsaných případech se jednalo o plynový hořák, jehož činnost byla hlídána optickým UV detektorem plamene (který je dnes považován za výrazně bezpečnější než dříve využívaný IR detektor plamene, jehož výsledek je dosti často narušen přítomností teplých povrchů). [9]

Tento typ detektoru může selhat dvěma základními způsoby: Vyšle falešný pozitivní signál (signalizuje, že je přítomný plamen, i když tomu tak není), nebo není schopen přestat poskytovat pozitivní signál, když plamen zhasne.

V obou případech pak dojde k tomu, že je do pece dávkován plyn a uvnitř pece začne vznikat nebezpečná výbušná atmosféra, po jejíž iniciaci dojde k výbuchu. Existuje několik možných příčin tohoto stavu:

- Nesprávné zapojení detektoru plamene: obvykle v případě poruchy instalace.
- Nedostatečné množství kalibračního plynu v trubici detektoru: k tomu může dojít, pokud část kalibračního plynu unikne ven v důsledku nevhodného těsnění nebo trhlin v trubici.
- Jiskrový zapalovač: tento typ zapalovače se často využívá jako zdroj zapálení pro hořáky. Pokud je detektor plamene chybně orientován, může dávat nesprávný výsledek v důsledku jiskření.

Ke ztrátě vzorkovacího plynu může dojít také v průběhu života senzoru. Výsledkem je, že starší detektory plamene (používané po skončení jejich doporučené životnosti) mohou být náchylné k falešnému pozitivnímu signálu. UV detektor plamene má obvykle životnost asi 40 000 hodin (4,5 roku provozu).

V současnosti jsou na trhu dostupné i kombinované detektory plamene, které v sobě spojují výhody IR i UV čidel.

#### 4. Závěr

Ze zkušeností, které jsme získali při analýzách bezpečnosti průmyslových pecí, lze vyvodit, že základním opatřením pro omezení rizik je volba správného typu detektoru plamene, monitorování koncentrace nebezpečných hořlavých látek uvnitř pece, správně navržený systém větrání, možnost nouzového odstavení a zamezení následkům výpadku elektrické energie. [10]

#### Poděkování

Tyto výsledky byly získány za finančního přispění VUT v Brně v rámci projektu FSI-S-14-2401 Green Production – Production machines and equipments.

#### Použitá literatura

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES. EU Official report L157/24 CZ.
- [2] ČSN EN ISO 12100. Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika. 2011.
- [3] ČSN EN ISO 13849-1. Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci. 2008.
- [4] ČSN EN ISO 13849-2. Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 2: Ověřování platnosti. 2013.
- [5] ČSN EN 62061. Bezpečnost strojních zařízení – Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností. 2005.
- [6] ČSN EN 60519-1. Bezpečnost u elektrotepelných zařízení – Část 1: Všeobecné požadavky. 2011.
- [7] French Ministry of Ecology, Sustainable Development, Transport and Housing – DGPR / SRT / BARPI. Bringing gas-powered installations back online. Explosion of a superheater within a steam-cracking unit. ARIA, 2009.
- [8] BAKER, A. Q., BENAC, J. D., OLSON, B. D.: Gas Fired Oven Explosion, Process Safety Progress, Vol. 30, No. 4, 2011.
- [9] ESSA, I. M., ENNIS, T.: Thermal oxidiser fire and explosion hazards. Hazards XIX: Process Safety and Environmental Protection. IChemE, 2006.
- [10] KOTEK, L., TABAS, M., BLECHA, P., BLECHA, R. Rizika vzniku nebezpečné atmosféry v elektrické peci a opatření k jejich eliminaci. Automa. 2012. 2012(12). p. 34 - 35. ISSN\~1210-9592.