

ZKUŠENOSTI S UŽÍVÁNÍM RTG ZÁŘENÍ PRO ÚČELY ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN VZNIKU POŽÁRŮ

USING X-RAYS TO DETERMINE CAUSES OF THE FIRES

Miroslava NEJTKOVÁ
miroslava.nejtkova@ioolb.izscr.cz

Abstract

The paper deals with a non-destructive testing for the purpose of fire-technical expertise. Specialists at the Fire causes investigation workplace use a stationary X-ray cabin in order to determine causes of fires from specific samples. The new method significantly helps and speeds up the fire-technical expertise process. The ability to take photographs of packaged samples collected at fire scenes, and measuring in tenths of millimetres represents a significant improvement. To more efficiently compare fire-damaged samples, a library of images of various electrical appliances has been created.

Key words

X-ray, fire technical expertise, fire, fire investigation, testing.

1 Úvod

Nedestruktivní testování („NDT“) lze definovat jako činnost, při které se používají neinvazivní techniky k určení integrity materiálu, komponent nebo celé konstrukce, nebo pro kvantitativní měření některých charakteristik sledovaného objektu. Během tohoto testování získáváme informace o zkoumaném objektu, aniž bychom ho přitom poškodili nebo zničili. Běžně se tyto metody používají v automobilovém průmyslu, v letectví, v dopravě, ale i při kontrole jaderných elektráren, plynovodů či ropovodů, a stále častěji i ve stavebnictví a provozním monitoringu budov. NDT můžeme rozdělit na osm základních metod: vizuální kontrola, průmyslová radiologie, ultrazvuková, magnetická a kapilární defektoskopie, akustické emise, vířivé proudy a pak ostatní (např. termografie, měření tvrdosti).

Mezi nejstarší a současně i jedny z nejpoužívanějších NDT technik patří prozařovací metody. V současné době se nejedná pouze o rentgenové záření, ale i gama záření i neutronové záření. Setkáváme se s metodami radiografie a radioskopie. Radioskopie pracuje s daty v reálném čase oproti radiografii, kde se předmět zobrazuje nejčastěji na filmové desky, fólie. Při radioskopii může operátor přístroje přiblížit či oddálit obraz zkoumané součásti, otáčet jím a také regulovat hustotu rentgenových paprsků.

Nedestruktivní zkoumání formou prozařování RTG paprsky se od ledna 2019 provádí i na pracovišti zjišťování příčin vzniku požárů, a to na odebraných vzorcích z požářišť. Výstupy z tohoto zkoumání jsou zpracovávány do požárně technické expertizy.

Tento příspěvek se dále bude zabývat vzorky elektrických spotřebičů, elektroinstalací apod., které se mohou podrobovat fyzikálně technickému zkoumání.

2 Zpracování požárně technické expertizy

2.1 Činnost na požářišti

Při zjišťování příčiny vzniku požárů se provádí úkony vedoucí k zjištění příčiny vzniku požáru, k nalezení kriminalistického ohniska. Na základě zjištěných všech informací a ohniskových příznaků je možné určit místa, kde požár vznikl. Pro podporu této verze se z požářiště v odůvodněných případech odebírá vzorek. Odběr vzorků mohou provádět vyškolení příslušníci HZS ČR (vyšetřovatelé požárů, členové expertní skupiny) nebo kriminalističtí technici Policie ČR. Takto odebraný vzorek se následně zasílá k laboratornímu zkoumání na expertizní pracoviště, jakým je i pracoviště zjišťování příčin vzniku požárů v Institutu ochrany obyvatelstva.

V průběhu zjišťování příčiny vzniku požáru je možné přímo na požářišti provést základní zkoumání ve fyzikálně technické oblasti pomocí multimetrů, např. ke zjištění sepnutí el. obvodu, či provést termodiagnostiku. Avšak další odborné analýzy, jako je RTG analýza, mikroskopické zkoumání, nelze na místě provádět.

2.2 Laboratorní zkoumání

Vzorek z požářiště, ať již odebraný příslušníky expertní skupiny, či dodaný, je podroben jeho zadokumentování. Je zapsán do knihy vzorků a pořízena fotodokumentace v zajištěném stavu. Součástí vzorku je i protokol o odběru vzorku, kde je uvedeno, o jaký vzorek se jedná (např. torzo el. spotřebiče, pohyblivé šňůry). Součástí protokolu je i pořízená fotodokumentace z požářiště.

Dle typu vzorku se přistupuje k výběru vhodné metody. Po celou dobu laboratorního zkoumání se musí se dbát na to, aby nedošlo k dalšímu poškození vzorku (např. měděné vodiče jsou po požáru velmi křehké, lámavé).

Při zkoumání odebraných/dodaných vzorků z požářišť se postupuje od nedestruktivních metod k destruktivním. Nejčastěji se však v laboratořích používají destruktivní metody, kterými se oddělují spálené části tak, aby zůstaly pouze samotné komponenty spotřebičů.

2.2.1 RTG kabina

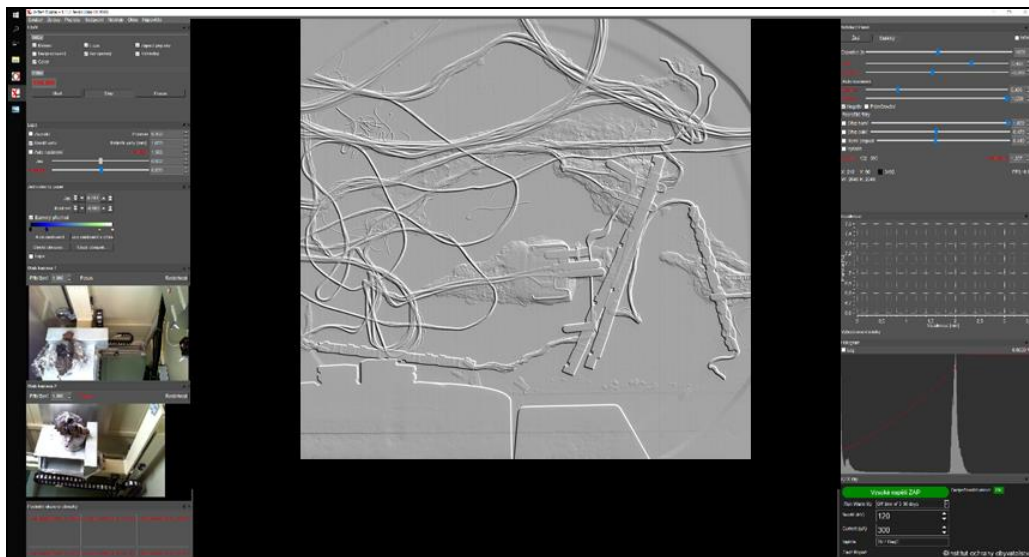
Nedestruktivní metody laboratorního zkoumání, kam patří i RTG analýza, mohou odhalit důležitá místa pro další zkoumání bez poškození dodaného vzorku.

Při RTG analýze se využívá nejen změn absorpce rentgenového záření v různých materiálech, ale i např. lomu paprsků, difrakce. Tím je možné zjišťovat např. strukturu, povrchové napětí. Nejvíce se však stále využívá rozdíl absorpce. Podle atomového čísla jednotlivých prvků dochází v materiálech k absorpci rentgenového záření. Druhý faktor, který ovlivňuje absorpci, je tloušťka materiálu v místě záření.

V Institutu ochrany obyvatelstva se používá stacionární kabina, která je navržena tak, že zkoumaný objekt je umístěn mezi rentgenovou lampou (zdroj) a převaděčem obrazu. Převaděč obrazu převádí rentgenové záření do oblasti viditelného světla. RTG kabina obsahuje detektor o velikosti 41 x 41 cm. Při zkoumání pracujeme s projekcí zkoumaného objektu na stínítko detektoru. Zkoumaný vzorek lze i geometricky zvětšit.

K prozařování se používají dva zdroje záření, a to primární zdroj záření 7,5–160 kV, proud lampy 5–11 mA, ohnisko 0,4 mm/1 mm. A dále sekundární zdroj záření 40–120 kV, proud lampy 0,05–0,3 μ A s ohniskem 0,05 mm. Výběr ohniska je určen na základě požadované citlivosti detektoru. Rozdílná ohniska umožňují zkoumat elektrické spotřebiče větších rozměrů, např. vrtáčka, pekárna, ale i malých rozměrů (desky tištěných spojů, zapojení el. vodičů).

Dva rentgenové zdroje umožňují nastavit energii prozařování. Na plastové výrobky se používá energie v desítkách kV od 40 do 60 kV. Na objekty z lehkých kovů nebo objemnějších plastů se většinou používá urychlovací napětí na rentgence v rozsahu 80 až 120 kV.



zdroj: autor

Obr. 1

Zobrazení vzorku na monitoru během zpracování dat z detektoru

Se zkoumaným vzorkem se pohybuje pomocí manipulátoru ovládaného mimo rentgenovou kabinu. Manipulátor umožňuje posun, naklápění a rotaci. Snímky snímaného vzorku se přenášejí v reálném čase na monitor počítače. Rychlost snímání je minimálně jeden snímek za sekundu.

Získaný snímek vzorku se zobrazuje na monitoru počítače ve speciálním softwaru pro zpracování dat (obr. č. 1). Snímek je možné dále upravovat, a to jak nastavením např. kontrastu, jasu, ostroty, ale i nastavením barevných filtrů. Lze nastavit inverzi snímku či vytvořit snímek s „plastickým“ vzhledem. Daný software umožňuje i měření vzdáleností na vzorku s přesností desetinou milimetru.

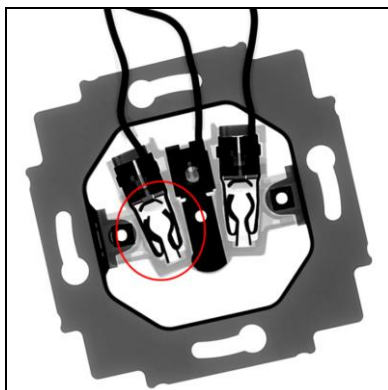
Během zkoumání vzorku je možné ukládat přenášené snímky v reálném čase, tzn. videozáznam jak ve viditelném spektru (ze dvou kamer), tak záznam RTG snímku.

2.3 Vyhodnocení vzorků z požářiště

Vzorky odebraných elektrických spotřebičů jsou zpravidla zabaleny na pevném podkladu pomocí smršťovací fólie a fixovány bezpečnostní páskou. Takto zabalený vzorek je možné umístit do RTG kabiny a provádět jeho zkoumání. Po provedení nedestruktivního zkoumání se následně přistupuje k destruktivnímu zkoumání.

Tím, že předem byly získány RTG snímky vzorků, je zřejmé umístění jednotlivých komponentů, a lze se lehce vyhnout jejich případnému poškození při destruktivním zkoumání.

Na snímku č. 2 je znázorněna poškozená zásuvka. S přechodovým odporem se setkáváme v praxi téměř ve všech elektrických instalacích a zařízeních. V případě, že dochází k akumulaci tepla ve větší míře, než je schopné materiál a okolní vzduch ochladit, dochází k zahřívání materiálu v okolí a následně degradaci materiálu. Tato tepelná degradace materiálu se projeví na RTG snímku.

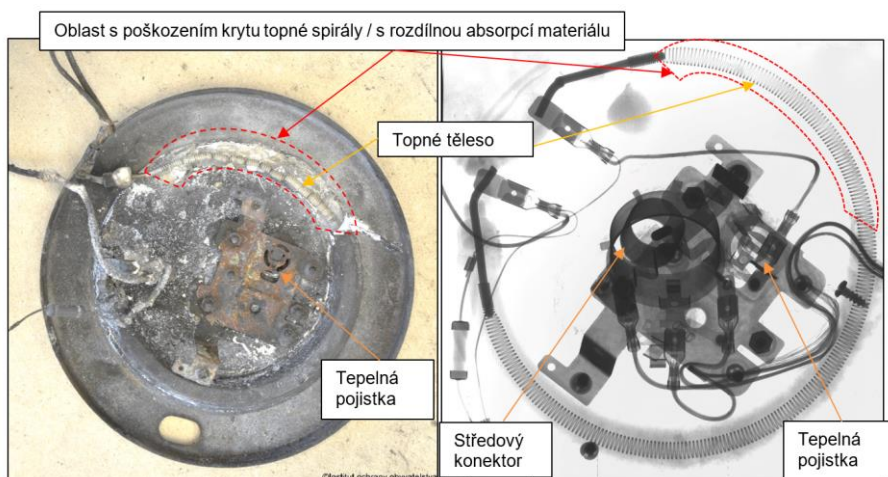


zdroj: autor

Obr. 2

RTG snímek zásuvky – oblast poškození vlivem přechodového odporu

Na snímku č. 3 jsou porovnány snímky torza podstavce varné konvice ve viditelném spektru (po provedeném destrukčním zkoumání) a RTG snímek. Na RTG snímku je možné vyhodnocovat stav zapojení vodičů, pojistky, poškození či zachovalost topné spirály apod. Taktéž je zde znázorněno rozdílné zobrazení (absorpce RTG paprsků) materiálu krytu topné spirály. V tomto konkrétním případě je ukázka toho, že není třeba přistupovat k odnímání krytu topné spirály, abychom zjistili její stav. Stačí RTG snímek.



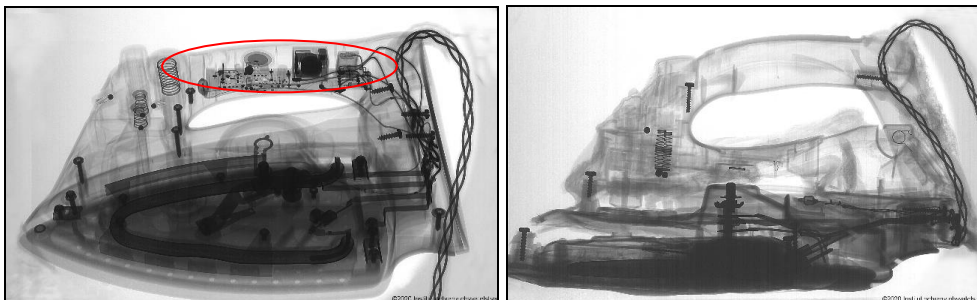
zdroj: autor

Obr. 3

Požárem poškozená varná konvice (porovnání viditelné spektrum a RTG snímek)

Na snímku č. 4 jsou porovnány RTG snímky žehliček. V prvním případě je zobrazena žehlička s funkcí automatického vypínání. Druhý snímek znázorňuje žehličku bez této funkce. V tomto konkrétním případě se jednalo o žehličku odebranou z požářiště, kde uživatel tvrdil, že žehlička je vybavena funkcí automatického vypínání. Na základě nedestruktivního zkoumání bylo možné vyloučit toto tvrzení a zároveň zjistit i nastavení výkonu žehličky.

V současné době na pracovišti zjišťování příčin vzniku požárů Institutu ochrany obyvatelstva probíhá nejen nedestruktivní zkoumání vzorků z požářišť, ale zároveň se vytváří knihovna elektrických spotřebičů v neshořelém stavu. Tím se docílí vytvoření knihovny snímků ke komparaci snímků neshořelých a tepelně poškozených vzorků.



zdroj: autor

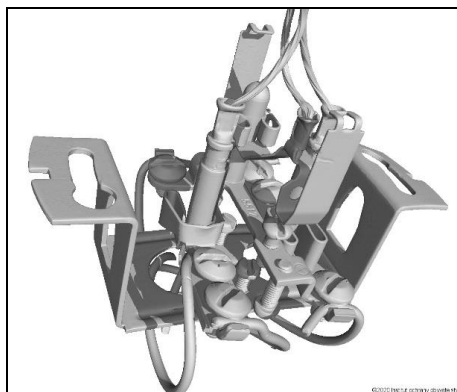
Obr. 4

RTG snímek žehličky s funkcí automatického vypnutí a bez této funkce

3 Další možnosti nedestruktivního testování

Nedestruktivní testování se v současné době velmi často používá nejen v průmyslu. Původně používaná radiografie postupně ustupuje a je nahrazována radioskopií. Nejčastějším důvodem je zefektivnění pracovního procesu, okamžitého zobrazení, zautomatizování, ale i úspora materiálů (RTG citlivé filmy, desky, fólie).

V současné době se můžeme setkat i s trojrozměrnou počítačovou tomografií, označovanou zkratkou 3D CAT (Computer Aided Tomography). Tento přístroj v principu vytvoří 720 dvojrozměrných rentgenových řezů zkoumané součásti a poté je za pomoci výkonného počítačového programu složí do virtuálního trojrozměrného modelu. Výsledný 3D obraz lze na monitoru libovolně natáčet a zkoumat ho i zevnitř, například při hledání překážek v palivovém vedení. Díky tomu, že model byl získán pomocí rentgenových paprsků, lze v počítači oddělit elementy s odlišnou hustotou a zkoumat je samostatně. Na snímku č. 5 je zobrazena zásuvka se zapojenou vidlicí el. spotřebiče.



Obr. 5

CT zobrazení zásuvky se zapojenou vidlicí el. spotřebiče

4 Závěr

Popisovaná RTG kabina je využívána od ledna 2019 na pracovišti Institutu ochrany obyvatelstva za účelem nedestruktivního zkoumání vzorků z požáříšť. Snímky, případně video pořízené během laboratorního zkoumání jsou součástí požárně technických expertiz. Odebrané vzorky z požáříšť nemusí být vyjmuty ze zapečetěného bezpečnostního obalu a je možné je ihned umístit do RTG kabiny. Na snímání vzorek se zobrazuje v reálném čase, tedy je možné sledovat vzorek v jednotlivých polohách či naklonění a z jednotlivých stran. Pro lepší kontrast je možné získané snímky „obarvit“, a tím zvýraznit i různé materiály. Tento systém umožňuje po provedené kalibraci pro danou vzdálenost vzorku od zdroje provádět měření rozměrů s přesností na desetiny milimetru. Tento systém je unikátní u Hasičského záchranného sboru ČR a nadále posouvá hranice možností fyzikálně technických zkoumání.

Článek vznikl v rámci řešení projektu „VI20152020009 – Cílený aplikovaný výzkum nových moderních technologií, metod a postupů ke zvýšení úrovně schopností HZS ČR – CAVHZS“.