

Měření teplotních stavů a derivativních plynových obrazů těles hnědouhelných skládek

Ing. Vlastimil Moni, Ph.D.¹, Ing. Pavel Rucký, Ph.D.², Ing. Jindřich Šancer, Ph.D.²

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, moni@vuhu.cz

²HGF VŠB-TU Ostrava

Přijato: 25. 1. 2012, recenzováno: 19. a 24. 2. 2012

Abstrakt

Příspěvek informuje o druhé etapě řešení grantového projektu TA ČR, kdy byl realizován vývoj a testování prototypů penetračních sond pro kontinuální resp. cyklické měření vnitřních teplot a stanovení základních složek endogenní vzdušiny hnědouhelné sypaniny velkokapacitních skládkových těles lomů, tepláren a elektráren. Konstrukce sond umožňuje i odsátí vzdušin do odběrných nádob (sáčků) a následné laboratorní analýzy škály doprovodných plynů.

Measurement of temperature and pore gas composition in brown coal dumps

The results from the second phase of the research project funded by the Technology Agency of the Czech Republic are presented in this paper. A prototype penetration sensor for continuous monitoring of temperature and basic composition of pore gas was developed and tested for large-scale coal dumps at coal mines, heating plants, and power plants. The design of the penetration sensor enables to draw the pore gas into a sampling jar (bag) for subsequent laboratory analyses of pore gas composition.

Messung der Temperaturzustände und (Abkömmlings) Gasbilder der Körper von Braunkohlehalden

Der Beitrag informiert über die zweite Etappe der Lösung eines Zuschussprojektes Technologie-Agentur der Tschechischen Republik, wobei die Entwicklung und Prüfung von Prototypen der Penetrationssonden für kontinuierliche bzw. zyklische Messung von inneren Temperaturen realisiert wurde sowie auch die Bestimmung der grundlegenden Komponenten von endogenen Gasen und Dämpfen, die im Braunkohleschüttstoff auf den Großhaldenkörpern der Tagebaue, Wärmekraftwerke und Kraftwerke enthalten sind. Der Aufbau der Sonden ermöglicht auch die Absaugung von Gasen und Dämpfen in Entnahmebehälter (Tüten) und nachfolgende Laboranalysen einer Reihe begleitender Gasen.

Klíčová slova: hnědé uhlí, deponie, samovznícení uhlí, monitoring, teplota.

Keywords: brown coal, dumps, spontaneous combustion of coal, monitoring, temperature.

1 Úvod

Problém včasné detekce ireverzibilních stavů během skladování k samovznícení silně náchylných hnědých uhlí tvoří značné riziko a je příčinou významných materiálních škod i ohrožení bezpečnosti pracovníků. Z těchto důvodů byla a je věnována velká pozornost prevenci a včasnému zjišťování počátečního stádia samovznícení. Problematice včasné detekce samovzní-

cení na uhelných skládkách se věnuje i projekt z programu ALFA č. TA01020351, o jehož průběhu řešení chtějí jeho řešitelé informovat širokou veřejnost formou tohoto článku.

Hlavním cílem projektu je nalezení metody včasné predikce samovzněcovacího procesu u hnědých uhlí či hnědouhelných produktů, ve skladovaných tělesech hnědouhelných paliv, případně v těžných hnědouhelných slojích. Navržená metodika



Obr. 1: Instalace měřicí sondy.



Obr. 2a, b: Umístění a detail prototypu měřicí sondy.

by měla být aplikovatelná jak na straně dodavatelů (těžební společnosti), tak na straně velkoodběratelů (energetika).

Přes soustavnou snahu výzkumníků ze všech vyspělých zemí světa dosud nebyla nalezena 100% spolehlivá metoda na včasnou indikaci samovzněcovacího procesu. Mezi nejrozšířenější metody včasné indikace a hodnocení stavu samovznícení patří hodnocení složení ovzduší a sledování tzv. indikačních plynů samovznícení uhelné hmoty.

Druhou možností, jak rozvíjení samovzněcovacího procesu sledovat, je měření teploty. Teploměrné metody [1] jsou založeny na identifikaci míst ve sledované lokalitě (uhelná sloj, skládka apod.) s anomálně zvýšenou hladinou teploty vůči okolní hmotě. Výše citovaný projekt si klade za cíl využít obě zmíněné metody vztahující se k včasné detekci samovzněcovacího procesu a vytvořit komplexní metodu, umožňující včas lokalizovat ložiska v kritickém stádiu záparu.

2 Měření vnitřních teplot a složení plynových obrazů

Pro účely sledování vývoje vnitřních teplot a plynů v tělese skladované hnědouhelné masy byly v průběhu druhého pololetí (r. 2011) vyvíjeny a odzkoušeny dva prototypy zápichových ocelových sond stejné konstrukce, délky cca 5 m, vybavené odběrným zařízením pro bodové odběry plynových vzorků a termočlánky pro měření teploty (viz obrázky č. 2a, b). Rozteč mezi jednotlivými měřicími místy podél měřicí a odběrové sondy byla zvolena 1 m. Ke kontinuálnímu bodovému měření vnitřní teploty, tj. ke zjišťování tepelného stavu skladovaných těles a jeho dynamických změn, jsou použity moderní termočlánky typu K, napojené na měřicí a vyhodnocovací ústřednu s bezdrátovým přenosem dat [2].

Dne 7. listopadu 2011 byly za účasti provozovatele skládky do vytypované hromady skladovaného uhlí zaraženy oba prototypy měřicích a odběrových sond (obrázek č. 1). Výstupy z mě-



Obr. 3: Měření vnitřní teploty sondami s vyhodnocovací ústřednou.



Obr. 4: Analýza majoritně zastoupených plynů pomocí analyzátoru Dräger. (Foto: Adamus)

řících sond byly zapojeny do měřicí ústředny (obrázek č. 3) s možností ukládání naměřených hodnot s frekvencí min^{-1} . Ve vzdálenosti cca 100 m byla umístěna meteorologická stanice s možností ukládání naměřených dat. Současně byla provedena termovizní měření povrchových teplot pláště tělesa hnědouhelné sypaniny. Během dvou týdnů provozu byla ověřena funkčnost celého měřicího systému včetně přenosu naměřených dat do PC.

Provozní kontrola podpovrchové teploty skladovaných uhelných těles je ve skládkovém depu Hrabák USSK3 zjišťována 2m teplotní sondou s dotykovým teploměrem. Preventivní měření teploty se za běžných podmínek provádí v místech nejsilnějšího proudění vzduchu (nejvíce okysličené návětrné straně) a na úpatí haldy v prostoru cca 1 m nad zemí. O naměřených hodnotách jsou vedeny pravidelné záznamy. Při dosažení či překročení stanovené hranice maximální teploty (podstatně nižší než dosud námi odhadovaná teplota, při níž dochází k nevratnému procesu ukončenému vznícením hnědých uhlí),

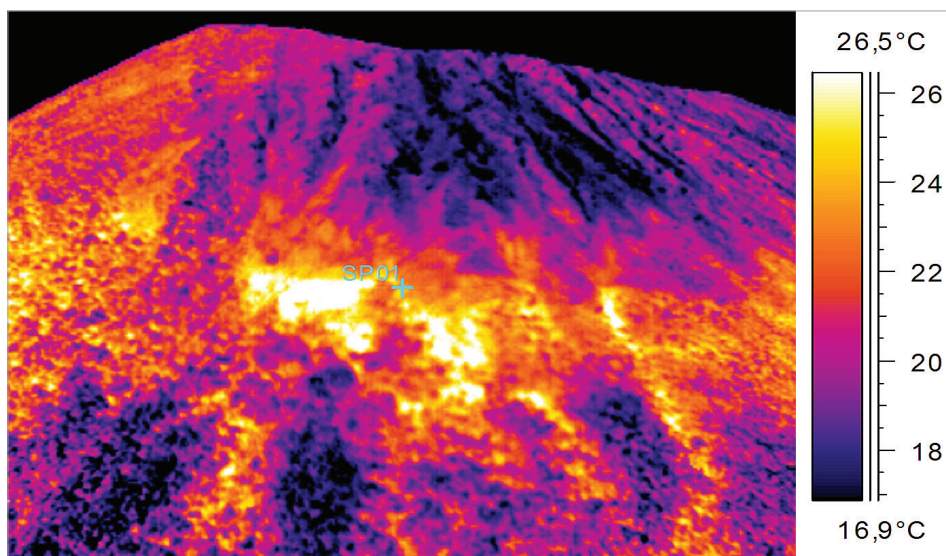
z důvodů bezpečného provozování skládky, dochází dle směrnic provozovatele skládky k okamžitému odtěžení rizikového uhlí. Z těchto důvodů bylo po sedmi dnech měření přerušeno, sondy vytaženy a hnědouhelná skládka odtěžena.

Analýza pořízených dat z prvního, jeden týden trvajících, ověřovacího měření vnitřní a povrchové teploty hnědouhelné deponie plně prokázala funkčnost prototypů obou měřících sond. V reakci na vyhodnocení byly navrženy a realizovány další úpravy sond za účelem odstranění několika drobných nedostatků (změna fixace termočlánků, použití speciální pájky, jiný prostup kabeláže a vzduchovodů), které se při prvním ověřovacím měření projeví.

Dne 4. prosince 2011 bylo provozovatelem skládky Hrabák USSK3 nasypáno nové hnědouhelné těleso o tonáži cca 2 000 t. Následující den byly do tělesa nainstalovány dva nově upravené prototypy měřících odběrových sond a ověřena funkčnost přenosu měřených teplotních dat. Dne 9. prosince 2011 proběhlo z prototypů sond v režii spoluřešitelů projektu z IHIB HGF VŠB-TU Ostrava přímé měření in situ přenosnou aparaturou Dräger X-AM 5600 vybavenou analyzátozem a odběrovou pumpou pro stanovení základních obsahů plynů O_2 , CO_2 , CO a CH_4 odsátých z vybraných hloubkových intervalů 4 m, 3 m, 2 m a 1 m pod povrchem deponie (viz obrázek č. 4). Dále byl realizován odběr vzdušín z uvedených hloubkových měřících bodů do tedlarových vaků pomocí čerpadla SKC PCXR 4 a tyto byly bezprostředně po měření transportovány do laboratoří VŠB-TU Ostrava ke stanovení vybrané řady uhlovodíků do C_4 a H_2 .

3 Měření povrchových teplot

Povrchová teplota uhelného tělesa bude v rámci řešení projektu snímána jednak cyklicky, v intencích vypracovaného plánu měření nejmodernějšími bezkontaktními měřicími zařízeními, a jednak kvazikontinuálně, pomocí nainstalované průmyslové stacionární termokamery, která bude snímat povrchovou teplotu uhelné masy do dosažení kritické hodnoty teploty s frekvencí řádově 1krát za hodinu (obrázek č. 5). Po dosažení kritické teploty bude stacionární termokamerou povrchová



Obr. 5: Termovizní měření povrchové teploty.

teplota snímána kontinuálně. Tím se dostatečně zabezpečí získání obecných informací o vývoji povrchové teploty hnědouhelné deponie [3].

4 Závěr

Uvedená ověřovací měření potvrdila naše předpoklady a předchozí zkušenosti o možnostech zvoleného způsobu měření vnitřních a povrchových teplot včetně měření obsahu základních plynů přenosným analyzátozem Dräger a funkčnosti zařízení pro odběr vzdušnin do vzorkovnic a promptní následné analytické laboratorní stanovení akcesorických indikačních plynů. Na základě uvedených testů byly dopracovány pracovní verze měřicích metodik a dále byla vyhodnocena první získaná data o vývoji vnitřní teploty a indikačních plynů [4].

V průběhu prvního čtvrtletí roku 2012 se plánuje výroba dalších deseti měřicích a odběrových sond, které umožní provést potřebná dlouhodobější prostorová měření. Po následné analýze rozsáhlé databáze informací bude možné vytvořit vyhodnocovací software, umožňující na základě naměřených vstupních údajů vyhodnotit tepelný stav uhelného tělesa a testovat jeho vztah na čase a kvalitativních parametrech skladovaného uhlí, atmosférických a dalších podmínkách. Software dále umožní výzkum vzájemných vztahů mezi uhelným tělesem a vyvíjením plynů v různých hladinách izoterm a teplotních anomálií vnitřního prostoru skládkového tělesa apod., rozšíří se i možnosti zjišťování případných korelací mezi složením povrchové plynové aureoly a povrchových kondenzátů.

Poděkování

Tento článek byl vypracován v rámci programu ALFA projektu č. TA01020351 za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím TA ČR.

Literatura

- [1] HELEBRANT, F., MONI, V., HUDECZEK, M., URBAN, P.: *Technická diagnostika a spolehlivost – V. Termografie*. VŠB – TU Ostrava 2008, 1. vydání, 72 s., ISBN 978-80-248-1942-6.
- [2] MONI, V., KLOUDA, P.: *Aplikace výsledků bezkontaktního měření teplot v hornické praxi*. In: Seminář zaměřený na problémy provozu, údržby a oprav strojního zařízení, používaného při povrchovém dobývání. VÚHU a.s., SD, a.s., MU, a.s., VŠB – TU Ostrava, Sloup v Čechách 2007, s. 54 - 64, ISBN 978-80-248-1592-3.
- [3] RUCKÝ, P., MONI, V.: *Prognóza vzniku ohnisek. Experimentální ověřování tepelného odporu (vodivosti) hnědouhelné sypaniny Pc a Pb uhlí z TUM lomu Jiří*. VÚHU a.s. Most, 2004.
- [4] MONI, V., RUCKÝ, P., KLOUDA, P.: *Srovnávací měření povrchové a vnitřní teploty skládkových těles Pc a Pb uhlí TUM divize Jiří SU, a.s.*, VÚHU a.s. Most, 2002.