

Fragmenty z komplexního měření na lomovém velkostroji typu KU800

Ing. Vlastimil Moni, Ing. Petr Klouda, Ing. Bohumír Kubík, Ph.D.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., kubik@vuhu.cz

Přijato: 7. 8. 2009, recenzováno: 29. 8. 2009

Abstrakt

Příspěvek stručně popisuje metodiku řešení, výsledky a postup realizovaného komplexního měření na lomovém velkostroji typu KU800 s dvumotorovým pohonem kola. Měření proběhlo v podmínkách in situ a je součástí grantového projektu č. 105/07/1031 s názvem „Výzkum vlivu tvaru a geometrie břítu rozpojovacích orgánů kolesových rýpadel pomocí nových metod na energetickou náročnost a životnost“.

Fragments of Complex Measurement on KU800 Excavator

The paper briefly describes a methodology of solving, results, and procedure of a complex measurement carried out on a mining excavator. The measurements were carried out under in situ conditions. The measurement is a part of a grant project No. 105/07/1031 under the title "Research, by means of new methodologies, into the influence of the shape and geometry of the edge of a cutting member of bucket wheel excavators on the energy consumption and life span."

Fragmente aus dem komplexen Messen auf einem Tagebaugroßgerät des Typs KU800

Der Beitrag beschreibt kurz die Methodik der Lösung, Ergebnisse und das Verfahren einer realisierten Messung auf dem Tagebaugroßgerät Typ KU800 mit einem Doppelmotorantrieb des Schaufelrades. Die Messung ist unter in-situ-Bedingungen abgelaufen und ist ein Bestandteil des Zuschussprojektes Nr. 105/07/1031 unter dem Namen „Untersuchung von Wirkungen der Gestaltung und der Stoßkante von Arbeitsorganen an Schaufelradbaggern mithilfe neuer Methoden auf Stromverbrauch und Lebensdauer“.

Klíčová slova: velkostroj, zuby, korečky, příkon, termogram, vibrace.

Keywords: excavator, teeth, bucket, input, thermogram, vibration.

1 Úvod

S postupem porubních front lomové těžby hnědouhelného revíru do větších hloubek a složitých geologických podmínek dobývání narůstají problémy s rozpojováním zpevněných poloh nadložních jíílů či jílovců, které se promítají nejen do výkonových parametrů v důsledku nárůstu rypných odporů, ale současně výrazně ovlivňují životnost některých uzlů dobývacích strojů. V první řadě jde o elementy, které jsou vystaveny účinkům rypných sil bez tlumení a těmi jsou především rypné orgány. Účinek práce ve velmi pevných horizontech se projevuje destrukcí zubů a koreček a vysokými nároky na výkon a spolehlivost pohonu kola. V písčitých jílech s čockami a pískovcích se pak přidává k silovým účinkům i abrasivnost těženého materiálu.

Nadměrná spotřeba ocelí na zuby koreček kolesových rýpadel spolu s nutností časté výměny opotřebovaných nebo zlomených zubů při práci dobývacího stroje v proměnných geotechnických podmínkách vyvolává nutnost permanentního řešení otázky optimalizace rypných orgánů dobývacích strojů.

Hlavní cílem projektu a prováděných komplexních měření je výzkum vztahů mezi geometrií břítu rozpojovacího orgánu velkostroje (korečku) a jemu příslušející energetickou náročností, životností a tepelným obrazem (termogramem) v daných báňsko-geologických podmínkách. Pro tento výzkum byly vybrány následující parametry:

- 1/ příkon pohonu kola v závislosti na těženém množství zeminy

- 2/ příkon pohonu otoče v závislosti na těženém množství zeminy
- 3/ měrná rypná a rozpojovací síla
- 4/ výsledky laboratorních zkoušek dobývané zeminy
- 5/ tepelné zatížení břitů zubů získané pomocí termovizního měření
- 6/ časový interval výměny zubů
- 7/ cenová relace zubových systémů
- 8/ vibrace pohonu

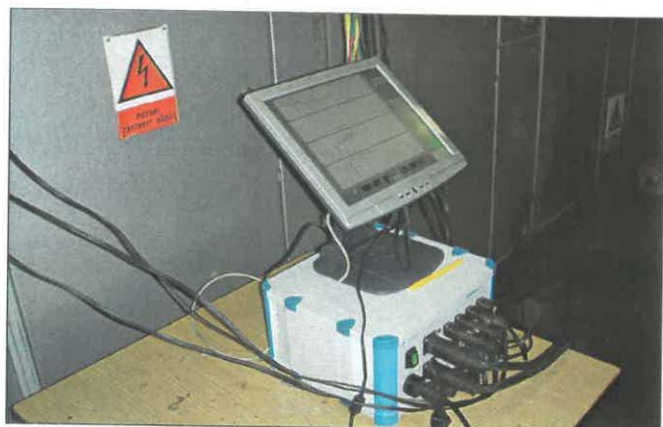
2 Příkon pohonu kola v závislosti na těženém množství zeminy

Měření příkonu pohonu kola bylo provedeno pro každý elektromotor samostatně dvousystémovým analyzátozem PNA 500.22 v 6 kV rozvodně v rozváděčích RM 3.5 a RM 3.6. Připojení měřicí aparatury je uvedeno na Obr. 1. Napětí bylo snímáno na kontaktech pojistek, viz obr. 2 a proudy s převodem 150/5 A na proudových ochranách CEF 1-11, viz obr. 3.

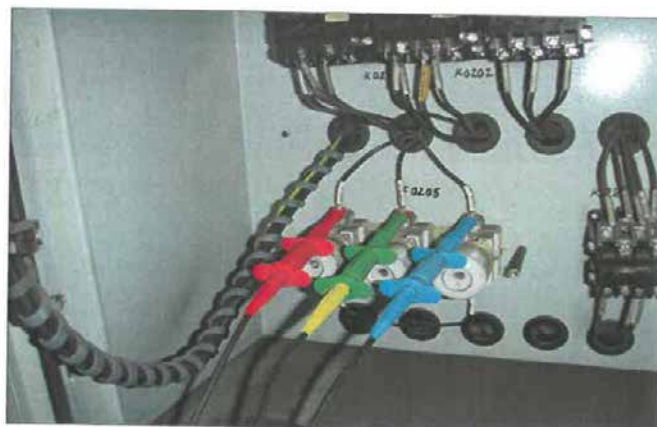
3 Měrná rypná a rozpojovací síla

K určení měrných rypných a rozpojovacích sil byla použita tzv. nepřímá metoda, která spočívá v měření základních parametrů rýpaných třísek (tj. hloubka, šířka, výška) a jim odpovídajícího naměřeného příkonu pohonu kola.

Metodika výpočtů měrných rypných a rozpojovacích sil je podrobně uvedena v normě ČSN 27 7013 „Kolesová rýpadla a zakladače“ z roku 1992.



Obr. 1: Umístění měřicí aparatury



Obr. 2: Umístění napěťových sond



Obr. 3: Umístění proudových měničů



Při měření měrných rypných a rozpojovacích sil jsou odebírány 2 až 3 vzorky dobývané horniny z měřené lávky za účelem provedení laboratorního rozboru.

4 Výsledky laboratorních zkoušek dobývané zeminy

Výsledky laboratorních zkoušek odebraných vzorků zemin byly zpracovány ve formě protokolu o zkouškách. Rozbory jsou prováděny ve VÚHU a. s. Most v akreditované laboratoři č. 1078 – Laboratoř testování hornin. Protokol obsahuje:

- popis vzorku
- fyzikální vlastnosti
- chemicko-petrografické zkoušky
- výsledky zkoušek pevnosti v prostém tlaku

5 Tepelné zatížení břitů zubů získané pomocí termovizního měření

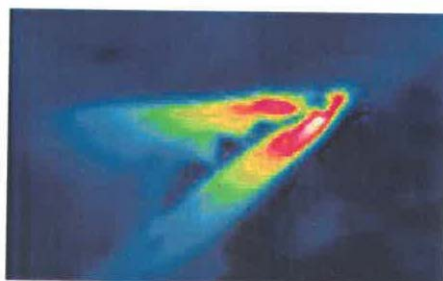
Termovizní záznam provozní povrchové teploty zubů korečku velkostroje byl prováděn po 30 minutách od začátku těžby kolesového velkostroje, kdy jsou zuby již dostatečně ohřáty na aktuální provozní teplotu.

Pro správné vyhodnocení termogramů byla během měření současně měřena teplota okolního vzduchu kalibrovaným digitálním teploměrem Greisinger GMH 3210.

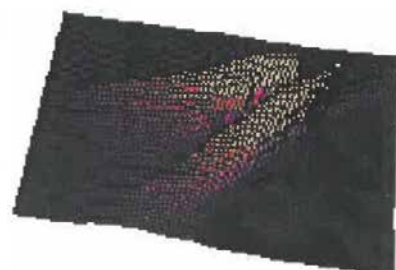
Pro určení správné hodnoty emisivity povrchu zubů korečku byl před měřením vybrán reprezentativní zkušební vzorek, jehož teplota byla změřena kalibrovaným kontaktním digitálním teploměrem a po dosažení hodnot teploty okolí a vzdálenosti do



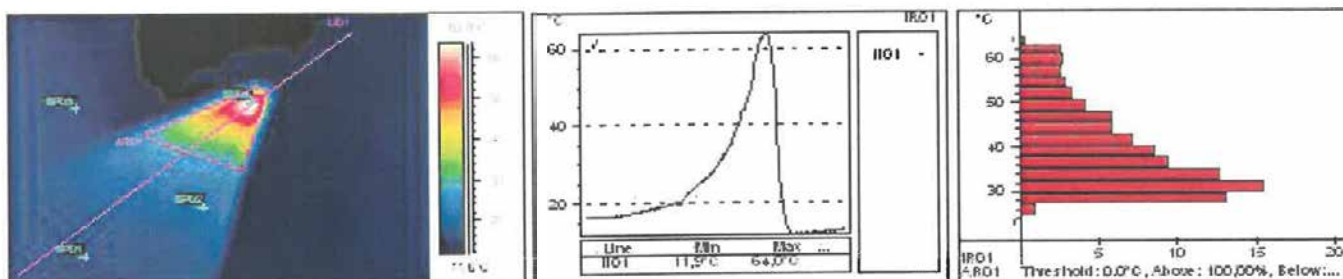
Obr. 4 Fotografie



Termogram



3D-view



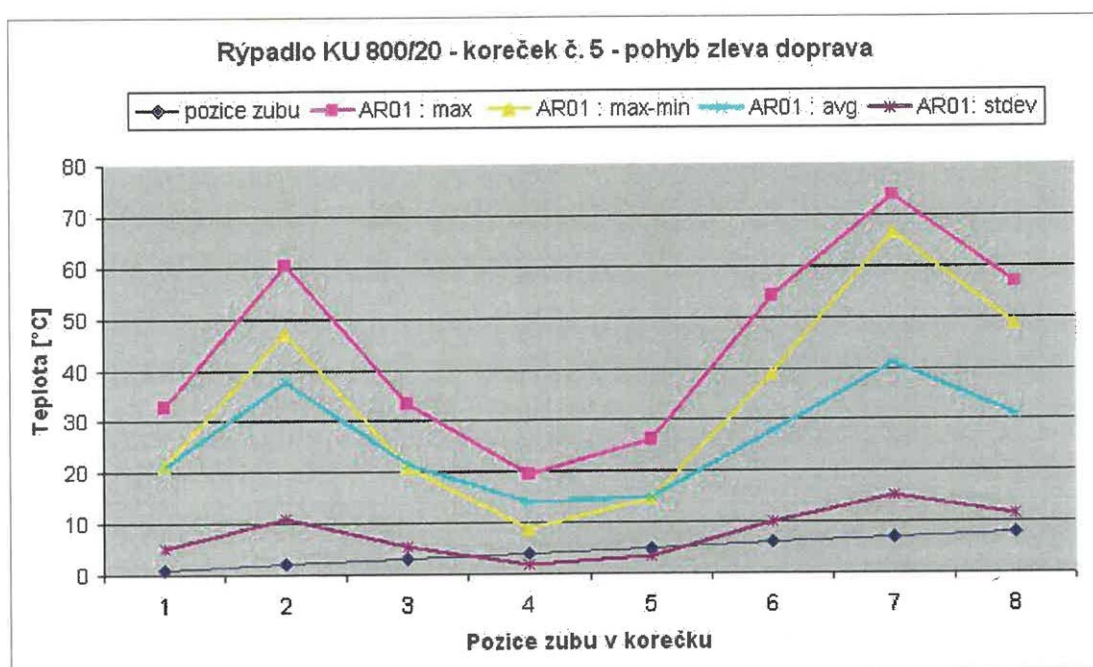
Obr. 5 Termogram

Průběh teplot ve zvolených bodech

Histogram



Obr. 6: Přehledné označení pozice zubů na korečku velkostroje



Graf 1: Teplota v závislosti na pozici zubu na korečku



Obr. 7: Příklad opotřebení zubu

kamery, byl tento vzorek změřen termokamerou. Upravováním hodnot emisivity byla kamera zkalibrována na správnou teplotu změřenou kontaktním teploměrem. Příklad výsledků měření je uveden na obr. č. 4 a 5. Označení pozice zubů na korečku velkstroje je na obr. 6.

Z vyhodnocení provedeného termovizního měření vyplývají výsledky v tab. 1:

Při pohybu kolesového výložníku zprava doleva vykazuje nejvyšší povrchovou teplotu zub č. 2. Následují pak zuby č. 1 a 3. Nejnižší povrchová teplota změřena na zubu č. 5.

Při pohybu kolesového výložníku zleva doprava vykazoval nejvyšší povrchovou teplotu zub č. 7. Následují pak zuby č. 6 a 8. Nejnižší povrchová teplota změřena na zubu č. 4. Viz graf 1.

Tab. 1: Tabulka naměřených povrchových teplot odečtených z vyhodnocených termogramů (°C)

Pozice zubu	AR01: max	AR01: max-min	AR01: avg	AR01: stdev
1	32,9	21,2	21	5,3
2	60,4	47	37,6	11
3	33,4	20,9	21,6	5,5
4	19,6	8,9	14,1	1,9
5	26,2	14,7	15	3,4
6	54,2	39	27,8	10,1
7	73,8	66,6	41,1	15,1
8	56,9	48,8	31,1	11,7

6 Měření opotřebení zubů

Průběžné měření opotřebení jednotlivých zubů na korečku kolesových velkstrojů je prováděno v dlouhodobějším horizontu. Jako etalon je brána délka korunky nového zubu.

Pro sledování opotřebení zubů byl přijat následující postup:

- zvolit pro sledování jeden koreček na kolese, např. koreček č. 5
- přijmout označení pozice zubu na korečku pořadovým číslem ve směru zleva doprava při pohledu do korečku, tj. proti S den v týdnu (středa) směru hrabání – viz obr. 6
- při výměně opotřebovaný zub obložit do připraveného kontejneru. Přitom zub opatřit označením pozice zubu a dnem výměny v týdnu

Systém značení:

3-S

3 pozice zubu na korečku S den v týdnu (středa)

- pracovníci VÚHU a.s. Most následně provedli proměření úbytků materiálu a změny tvaru zubů

Příklad opotřebení zubu je na obrázku obr. 7.

7 Vibrace pohonu

Vibrace pohonu jsou důležitou informací o stavu ložisek a ozubených převodů pohonu, a o zatížení pohonu. Byly měřeny v souladu s ČSN ISO 10816-1 a 3 (Hodnocení vibrací strojů na základě měření na nerotujících částech, část 1 a 3)



Obr. 8: Umístění snímače



Obr. 9: Mikrolog CMVA60

a ČSN ISO 2954 (Zařízení pro měření mechanického kmitání) pochůzkovou inspekční metodou přístrojem Mikrolog CMVA 60 se snímačem zrychlení CMSS 786M dual sensor. Měřicími místy byla tělesa ložisek elektromotorů, vstupů převodovky, předlokových hřídelů a výstupního hřídele – hřídele kola. Příklad umístění snímače zrychlení vibrací na tělese ložiska elektromotoru u spojky je na obr. 8, přístroj Mikrolog CMVA60 je na obr. 9. Měřenou veličinou byla rychlost vibrací.

Pro hodnocení vibrací pohonu bylo použito kritérium dle Tab. A.1 normy ČSN ISO 10816-3-99(011412), tj. velikost širokopásmových vibrací. Sledovaný pohon byl zařazen do skupiny 1 (střední stroje s výkonem nad 300kW na pružných základech) s hranicemi vibrací dle pásma B a C. Stroje, jejichž mohutnost vibrací nepřesáhne hranici pásma B mohou být provozovány po neomezeně dlouhou dobu. Stroje, jejichž mohutnost vibrací nepřesáhne hranici pásma C, mohou být provozovány po omezeně dlouhou dobu se zvýšenou frekvencí monitorování. U strojů, jejichž mohutnost vibrací přesáhne hranici pásma C, se doporučuje zastavit provoz.

Pro toto zařazení jsou hranice vibrací stanoveny na hodnoty:

$v_{\text{efmax}} = 7,1 \text{ mm.s}^{-1}$ pro pásmo B a pružný základ
 $v_{\text{efmax}} = 11,0 \text{ mm.s}^{-1}$ pro pásmo C a pružný základ

Při měření dne 15. 6. 2009 pohon nevyhověl stanoveným kritériím pro trvalý provoz:

- u levého elektromotoru je překročena hranice pásma B v horizontálním a axiálním směru;
- u pravého elektromotoru je překročena hranice pásma B v axiálním směru;
- u převodovky je překročena hranice pásma C na předloze pravého vstupu.

8 Závěr

V současné době probíhá soubor výše popsaných měření na vybraných kolesových velkostrojích typu KU800 v provozech těžebních společností a vzniká rozsáhlá databáze naměřených dat.

Dosavadní výsledky teplot odečtených z termogramů (hlavně Δt) celkem dobře sledují ostatní fyzikální charakteristiky dobývacího procesu – spotřebu energie, měrný rypný odpor, pevnost materiálu.

Poděkování

Tento článek byl vypracován v rámci grantového projektu registrační číslo 105/07/1031 za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Grantové agentury České republiky.

Literatura

- [1] Grantový projekt č. 105/07/1031 „Výzkum vlivu tvaru a geometrie bříty rozpojovacích orgánů kolesových rýpadel pomocí nových metod na energetickou náročnost a životnost“.
- [2] Zpráva VÚHU a. s. č. 251/07 „Zvýšení životnosti korečků KU800.20 s využitím zubů ESCO“.

Informace pro autory

Termín uzávěrky č. 4/2009: 31. 10. 2009

Termín uzávěrky č. 1/2010: 31. 1. 2010

Příspěvky, zpracované dle pokynů pro autory, jež jsou zveřejněny na internetových stránkách www.vuhu.cz, je možné zasílat na e-mailovou adresu redakce. Současně s příspěvkem je nutné zaslat vyplněný formulář přihlášky příspěvku a prohlášení o uveřejnění. Došlé příspěvky jsou v první fázi posuzovány členy redakční rady, ve druhé fázi pak dvěma nezávislými odbornými recenzenty.

Přivítáme příspěvky zaměřené na prezentaci výzkumných sdělení, teoretických studií a odborných prací, vztahujících se k problematice hornictví (těžby, úpravy a užití uhlí), rekultivací a revitalizace krajiny (zahlazování důlní činnosti), energetiky a ekologie.

(red.)