

Výzkum optimalizace materiálu a tvaru řezných orgánů pracovních strojů

Ing. Vlastimil Moni, Ph.D., Ing. Jaromír Täuber, Ing. Tomáš Miletič

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most; moni@vuuh.cz

Přijato: 24. 1. 2018, bez recenze

Abstrakt

Obsahem předmětného článku je stručné seznámení s novým projektem, který řeší výzkum optimalizace tvarů a především materiálů použitých při výrobě řezných orgánů zemních a dobývacích strojů v závislosti na těžebních podmínkách, s využitím nejmodernějších poznatků z oblasti materiálového inženýrství a metalurgie, kryogeniky a nanotechnologií za účelem zvýšení efektivity rozpojovacího procesu a životnosti předmětného klíčového uzlu zemních a dobývacích strojů.

Optimization of material and shape of cutting organs of working machines

The article provides a brief introduction to a new project that addresses research optimization of shapes and materials used primarily in the manufacture of cutting parts of ground and mining machinery depending on mining conditions. Using the latest knowledge from the field of material engineering, metallurgy, cryogenics and nanotechnology should improve the efficiency of the cutting process and the time of life of this key node of the ground moving and mining machinery.

Forschung der Optimierung des Materials und der Gestaltung von Schneidorganen der Arbeitsgeräte

Dieser Artikel macht uns kurz mit einem neuen Projekt bekannt, das sich mit der Optimierung von Formen und besonders von Materialien befasst, die zur Herstellung von Schneidorganen der Erdbau- und Gewinnungsgeräte genutzt werden, in Abhängigkeit von Gewinnungsbedingungen unter Nutzung der neuesten Erkenntnisse aus dem Gebiet Material Engineering und Metallurgie, Cryogenik und Nanotechnologien, mit dem Ziel, Effektivität des Löseprozesses und die Lebensdauer dieses Schwerpunkts bei den Erdbau- und Gewinnungsgeräten zu erhöhen.

Klíčová slova: technická diagnostika, životnost, dobývací orgán, dobývací stroje.

Keywords: technical diagnostics, time of life, the mining part, mining technologies.

1 Úvod

Vzhledem k reálným, stále tvrdším dobývacím poměrům v nadloží sloje na hnědouhelných lomových provozech, a to zejména ve spodních řezech, výskytu tvrdých poloh, včetně proplátek o velmi vysoké pevnosti a tím i nezbytné rozpojovací síle dobývacích orgánů rýpadel, dochází ke značným nákladům spojeným s obnovou stále se otupujících a značně ubývajících řezných orgánů (dnes je doložená spotřeba zubů jednoho velkostroje v intervalu 2 až 6 tis. zubů za rok v závislosti na dobývacích podmínkách, ve kterých velkostroj pracuje = náklady v řádech 2 až 6 mil. Kč za rok na jeden stroj; jeden zub má hmotnost cca 12 kg). Vlastní kolesová rýpadla (v budoucnu i přes útlumové programy se jedná o desítky velkostrojů řady KU 300, KU 800 a SchRS) jsou na různých lomech provozována v různých báňsko-geologických poměrech. Jednotlivé typy strojů mají rozdílnou hodinovou výkonnost i rozpojovací síly a jsou osazeny rozpojovacími orgány – korečky – s různými tvary a řeznou geometrií. K většímu namáhání a spotřebě rozpojovacích orgánů a jejich břitů či zubů dochází při těžbě uhelného nadloží - skrývky. Tam také pracují kolesová rýpadla větší výkonnosti a modernější konstrukce, u nichž častěji dochází k modernizaci a u nichž je předpoklad optimalizace výkonu. Intenzifikace výkonnosti míří jednak směrem ke schopnosti těžít stále tvrdší polohy a jednak ke zvyšování provozní výkonnosti. Koleso rýpadla a jeho geometrie jsou determinujícími prvky dobývacího stroje, který je v interakci s rozpojovanou hor-

ninou. Rozhodující vliv na efektivnost a výkonnost dobývacích procesů kolesových rýpadel má tvar a geometrie břitu koreček, tvar a geometrie předsunutých zubů a materiál břitů a zubů - viz obrázek č. 1 až 3.

Koncepce předkládaného projektu je postavena na klíčovém zařazení období – „Provádění a vyhodnocování dlouhodobých měření in situ a laboratorních měření na zkušebních standech“, založené na systémově procesním přístupu. Cílem je získat relevantní verifikované údaje, jejichž následná analýza pak určí rozhodující vlivy, a jejich vzájemné souvislosti, na rychlost opotřebení zubů koreček dobývacích orgánů kolesových rýpadel v různých báňsko-technických podmínkách. Na základě podrobné analýzy a výsledků z dlouhodobých měření bude provedena vlastní optimalizace tvarů a materiálů řezných orgánů, a její následné ověření v praxi.

V závěrečné fázi projektu dojde k vytvoření a zavedení metodiky, která pomůže těžební organizacím vybrat vhodný typ zubu a materiálu zubu do konkrétních báňsko-technických podmínek.

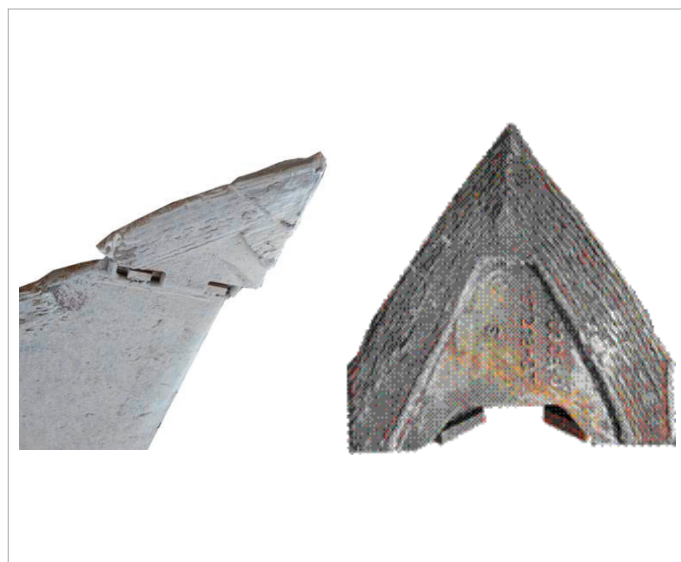
Metoda práce dlouhodobých měření spočívá ve zjištění korelačních vztahů mezi oteplením břitu [°C] a opotřebením břitu [% hmotnostní], resp. mezi energetickou náročností [kWh.m⁻³r.z.] a opotřebením [% hmotnostní] při dané geometrii břitu [konstrukce rozpojovacího orgánu] a geologických podmínkách [index JKS].



Obr. 1: Geometrie č. 1.



Obr. 2: Geometrie č. 2.



Obr. 3: Geometrie č. 3.



Získané korelační vztahy mají význam pro prognózování spotřeby břitů rozpojovacích orgánů a pro volbu či hledání optimální geometrie a materiálu zubů v daných báňsko-geologických podmínkách. Projekt je zaměřen zejména na zlepšení pozice českého, a v globálním kontextu i evropského průmyslu pomocí podpory průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje. Předpokládané výstupy a výsledky mají vysoký potenciál pro rychlé uplatnění v těžebních, stavebních a dalších oblastech, kde je pomocí strojů nakládáno s hmotami.

2 Cíle projektu

Hlavním cílem projektu č. TH03020368 z programu EPSILON s názvem „Výzkum optimalizace tvaru a materiálu řezných orgánů zemních a dobývacích strojů“ je optimalizace tvaru zubů a především optimalizace materiálů použitých při výrobě řezných prvků v závislosti na pracovních podmínkách v rámci rozpojovacího a nakládacího procesu, což umožní zvýšit efektivitu výrobního procesu snížením provozních nákladů na zuby a dosažením vyššího hodinového těžebního výkonu.

Dílčí cíle

- Rešerše používaných řezných orgánů rýpadel a zemních strojů obecně se zaměřením na typ korečků, tvar řezného orgánu, na materiál řezných orgánů a materiál těla korečku.
- Rešerše báňsko-technologických podmínek, které ovlivňují nasazení, životnost korečků a řezných orgánů velkostrojů.
- Rešerše materiálového složení ocelí vhodných pro výrobu rozpojovacích orgánů rýpadel.
- Zpracování a provozní ověření metodiky výběru zubů.

Navrhovaný projekt má v dnešní době aktuální význam a důležitost, neboť rozpojovací proces má zásadní vliv na celkovou rentabilitu těžby. Zvýšený zájem o výstupy projektu lze očekávat i u dalších podniků z oblasti těžby nerostných surovin. Na základě svých znalostí partnerské společnosti identifikovaly dočasnou mezeru na trhu, kterou je možno zaplnit novým vlastním výrobkem, postupem, zkušeností, popř. vlastní službou.

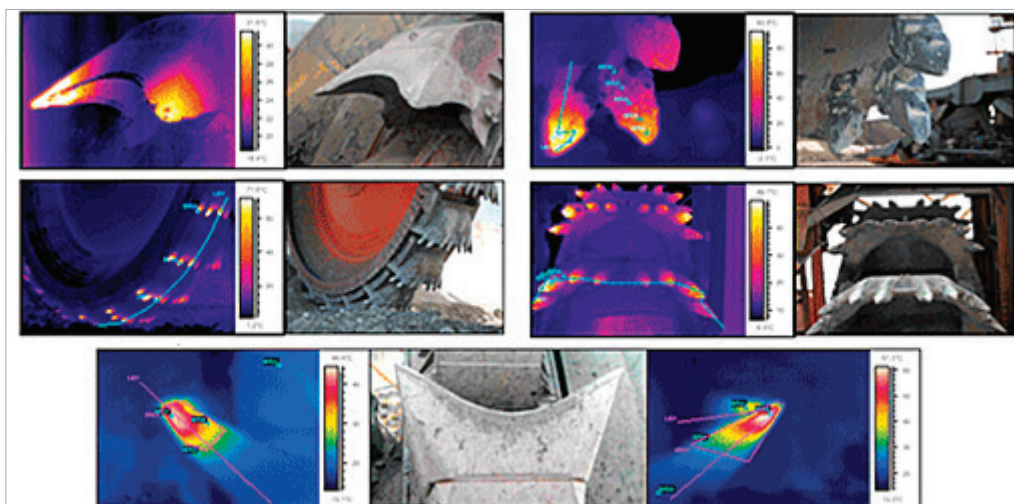
Problematika projektu je velmi aktuální a jeho cíle plně korespondují s Národními prioritami orientovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, k jejichž naplnění přispívá.

Výsledné řešení je možno využít pro snížení spotřeby řezných orgánů nejen při těžbě nadloží a nerostných surovin i při jejich dalším zpracování a využití, ale i při manipulaci a transportu dalších sypkých hmot a zemin obecně.

Způsob dosažení výsledků

Celý projekt bude zajišťován převážně vlastními silami nositele (a dalších případných partnerů projektu – VŠ, VÚ, lomy, firmy), který je dostatečně materiálně, technologicky, metodicky i personálně vybaven pro řešení takovéhoto předpokládaných úkolů:

- 1) Hodnocení vstupů a výstupů rozpojovacího procesu a analýza všech vlivů na tento proces, kritéria hodnocení vztahu rypná síla x rypný odpor, rozpojovací síla, abrazivnost atd., s využitím poznatků uživatelů a dodavatelů strojů a jejich komponent.
- 2) Simulace procesů únavy na počítačovém modelu. Kontaktní, degradační a únavové funkce. Výpočty zbytkové životnosti.
- 3) Počítačové modelování CAD a MKP s využitím materiálového inženýrství.
- 4) Vývoj nových typů řezných orgánů a jejich implementace na vybrané stroje a jejich provozní ověření.
- 5) Realizace kryogenických a dalších postupů zpracování a úpravy (např. využití nanotechnologie) na vytípané materiály řezných částí s následnou analýzou provedených testů.
- 6) Provádění dlouhodobých zkoušek na laboratorních standech. V rámci zkoušek bude prováděna kontrola abrazivního opotřebení, metalografické pozorování, analýza pomocí SEM, kontrola tvrdosti a chemického složení.
- 7) Provádění dlouhodobých komplexních měření in situ. Využití poznatků a dovedností z oborů tenzometrie, termografie, měření výkonnosti a rypných odporů, elektrických měření a provádění dlouhodobých měření na velkstrojové technice.
- 8) Vyhodnocování realizovaných měření s návrhem na optimalizaci výstupů.



Obr. 4: Ukázka tepelného zatížení zubů.

9) Vypracování metodik doprovodných diagnostických služeb.

10) Odladění závěrečných výstupů.

11) Konečná úprava technické dokumentace jednotlivých dílčích výstupů a závěrečná zpráva projektu. Po konečné úpravě bude technická dokumentace sloužit k přípravě komerční výroby jednotlivých výstupů.

12) Spolupráce formou služeb s vyspělými akademickými pracovišti v daném oboru (ČVUT, VUT, VŠB, ZCU).

Vlastní řešení je inovativní především v celkovém komplexním přístupu k řešení předmětné problematiky a ve spojení a aplikování nejnovějších poznatků z oblasti materiálového inženýrství, kryogenního zpracování kovových materiálů a nanotechnologií do zcela nových a nevyzkoušených aplikací. Inovativnost také spočívá ve výrobě, popř. následné úpravě prototypů nových řezných orgánů a jejich implementaci ve vybraných provozech. Vlastní testování bude především realizováno v rámci dlouhodobých komplexních testů in situ na reálném stroji v reálném provozu, ale i v laboratorním prostředí. Očekávané výsledky předkládaného projektu budou tak logicky uplatněny především u těžebních a stavebních společností.

3 Závěr

Projekt č. TH03020368 z programu EPSILON agentury TA ČR s názvem „Výzkum optimalizace tvaru a materiálu řezných orgánů zemních a dobývacích strojů“, řešený od ledna roku 2018, je v úvodní části svého řešení. V rámci řešení projektu se očekává prodloužení doby technického života rozpojovacího orgánu dobývacích a zemních strojů, t.j. zvýšení doby do nutné obměny. Současně bude možné lépe plánovat investiční prostředky spojené s údržbou a výměnou, jelikož se sníží frekvence prostojů a výpadků v technologickém procesu. Projekt tak umožní provozovatelům těžební techniky (jen na hnědouhelných lomech je v současné době nasazeno několik desítek velkostrojů) optimální volbu zubů v závislosti na těženém materiálu, a tím snížení provozních nákladů z titulu snížení počtu spotřebovaných zubů, zkrácení prostojů a výpadků při méně časté potřebě výměny poškozených a opotřebovaných řezných orgánů. Vznikne databáze nových materiálů vhodných pro výrobu zubů (a jejich následnou úpravu) do různých báňsko-technických podmínek.

Projekt má celou řadu příznivých ekonomických přínosů pro nositele projektu, pro partnery projektu, pro konečné zákazníky a odběratele v oblasti těžby nerostných surovin (lomy, kamenolomy) a provozovatele zemních strojů v oblasti stavitelství s důrazem na dopravní stavitelství, zemědělství, lesnictví atd.

V případě zájmu o spoluúčast na řešení předmětné problematiky, konzultace a vzájemné předání zkušeností z dané oblasti, prosím kontaktujte autory článku. Těšíme se na případnou spolupráci.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory projektu TA ČR s názvem „Výzkum optimalizace tvaru a materiálu řezných orgánů zemních a dobývacích strojů“.

Literatura

- [1] ČSN 27 7013 - Kolesové rýpadla a nakladače, květen 1992.
- [2] BRIŠ, R.: Výzkum závislostí pro energetickou náročnost, opotřebení a oteplení v kontextu s geometrií břitu a geologickými podmínkami při dobývacím procesu kolesových rýpadel. Technická zpráva, Kunčice pod Ondřejníkem 2010, 49 s.
- [3] GONDEK, H., JURMAN, J., HELEBRANT, F.: Analýza teorie rozpojování hornin kolesovými rýpadly a objektivní náhled na ČSN 2707013, Centrum špičkových technologií pro hnědouhelné hornictví – subprojekt B, VŠB – TU Ostrava 2000, 46 s., 64 příl.
- [4] HELEBRANT, F., JURMAN, J., FRIES, J.: Kolesová rýpadla a provozní spolehlivost. VŠB – TU Ostrava 2007, 189 s., ISBN 978-80-248-1669-2
- [5] ŠIMŮNEK, J.: Části strojů pro povrchovou těžbu – Kolesová rýpadla. Studijní texty pro postgraduální studium. Institut VJH Vítkovice 1985. 113 s.
- [6] ŽĎÁRSKÝ, J.: Interakce hornina – dobývací stroj. Odborný článek v časopisu Uhlí - rudy - geologický průzkum, 2/2006, s. 11-15. (Odborné posouzení Ing. B. Suchý).
- [7] ŽĎÁRSKÝ, J., FULTNER, J. a kol.: Prognózování rozpojovacích odporů hornin v perspektivních dolo-vých polích velkolomů. Grantový úkol č. 105/988/0166. Závěrečná zpráva GÚ. VÚHU a.s., Most 2000, 67 s.
- [8] KLOUDA, P.: Výzkum vlivu tvaru a geometrie břitu rozpojovacích orgánů kolesových rýpadel pomocí nových metod na energetickou náročnost a životnost. Grantový úkol č. 105/07/1031 (836.1). Závěrečná zpráva GÚ. VÚHU a.s., Most 2010, 65 s.
- [9] MONI, V. : Vliv teplotního obrazu zubu korečku kola na jeho životnost. VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní 2011, Disertační práce, 120 s. + 67 s. příloh.