

Zvyšování životnosti řezných orgánů kolesových rýpadel

Ing. Vlastimil Moni, Ph.D.¹, Ing. Lubomír Donát, Ph.D.²

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

²Vršanská uhelná a.s., Most

Přijato: 29. 10. 2020, recenzováno: 11. a 18. 11. 2020

Abstrakt

Článek ve stručnosti seznamuje s postupem prací na vývoji nových typů korečků s rohovými břity kolesového rýpadla KU 800 a navazuje tak svým obsahem na sérii článků popisujících realizované činnosti v dané problematice za sledované období. Pozornost je věnována výsledkům provozních testování nových prototypů břitů na reálném stroji v podmínkách těžby na lokalitě lomu Vršany, na jejímž základě vznikly další návrhy a úpravy výměnného rohového břitu. Nový výměnný rohový břit byl následně nasazen na rýpadlo KU 800 s cílem ověřit v provozních podmínkách funkčnost geometrie břitů a zjistit vhodnou geometrii břitu a ochranu proti otěru pro dané dobývací podmínky.

Increasing the lifespan of wheeled excavator cutting parts

The article briefly presents the progress of work on the development of new types of buckets with corner cutters of the KU 800 Wheel Excavator and thus follows up with its content on a series of articles describing activities in the given issue for the period under review. Attention is paid to the results of operational testing of new prototypes of cutters on a real machine in mining conditions at the Vršany quarry site, on the basis of which further designs and modifications of the replaceable corner cutters were created. The new replaceable corner cutter was then mounted on the KU 800 excavator in order to verify the functionality of the geometry of the cutters in operating conditions and to determine the appropriate geometry of the cutters and abrasion protection for the given mining conditions.

Erhöhung der Lebensdauer von Schneideorganen an Schaufelradbaggern

Der Artikel macht kurz mit dem Vorgang der Arbeiten bei der Entwicklung des neuen Eimertyps mit Eckmessern des Schaufelradbaggers KU 800 bekannt und knüpft so mit seinem Inhalt an die Artikelserie an, die die umgesetzten Tätigkeiten in gegebenen Problematik innerhalb des verfolgten Zeitraum beschreiben. Die Aufmerksamkeit wird den Ergebnissen der Betriebsprüfungen von neuen Messerprototypen an einem realen Gerät in Abbaubedingungen des Tagebaus Vršany gewidmet an deren Basis weitere Entwürfe und Verbesserungen des Austauschmessers entstanden. Der neue Austauschmesser wurde anschließend an Bagger KU 800 eingesetzt mit dem Ziel, in Betriebsbedingungen die Funktionsfähigkeit der Messergeometrie zu überprüfen und eine geeignete Messergeometrie und den Abriebschutz für gegebene Abbaubedingungen sicherzustellen.

Klíčová slova: dobývací orgán, břit, životnost, termodiagnostika, teplota, dobývací stroje.

Keywords: mining organ, cutter, lifespan, thermo-diagnostics, temperature, mining machines.

1 Úvod

Těžbě hnědého uhlí je nyní v České republice věnována velká pozornost. Jedná se však o pozornost spíše v negativním slova smyslu, a to zejména pokud hovoříme o těžbě uhlí, jehož účelem je jeho následné využití při výrobě elektrické a tepelné energie. Zejména v poslední době jsou porovnávány a ekonomicky vyhodnocovány způsoby povrchové těžby hnědého uhlí a překryvných skrývkových hmot. V této souvislosti je kladen nemalý důraz těžebních společností nejen na snížení ekologických dopadů těžby, ale i na celkovou efektivitu, jejíž bilanci je možné zlepšit zvýšením provozní spolehlivosti jednotlivých konstrukčních částí technologických celků a snížením provozních nákladů. A právě v poslední jmenované oblasti vyvíjí Vršanská uhelná a.s. značnou iniciativu. Ve spolupráci s firmou RENOMAG spol. s r.o. a Výzkumným ústavem pro hnědé uhlí a.s. (VÚHU a.s.) realizuje vývoj a laboratorní i provozní zkoušky in situ nových typů korečků s rohovými břity a další materiálové zkoušky rozpojovacích orgánů používaných při těžbě.

2 Koreček s rohovými břity

Pro těžbu obtížně rozpojitelných a abrazivních materiálů korečkovými rýpadly se v podmínkách těžby lomu Vršany nejvíce osvědčily korečky s rohovými břity [3,7].

Plný koreček s rohovými břity je svařencem z konstrukční oceli a ocelolitiny. Koreček je plnostěnný se čtyřmi úchyty pro čtyřbodové upevnění korečku v kolese. Přední úchyty jsou kruhového průřezu, zadní oválné. Bandáž je vyrobena z ocelolitiny, odlitím do pískové formy. Rohové břity, nejčastěji odlité, jsou přivařeny k upravené stykové ploše na bandáži korečku. Vyrábějí se ve dvou variantách, které se liší tvarem řezné hrany břitu. Výhodou tohoto řešení je spolehlivost uchycení rohového břitu k bandáži korečku.

Hlavní nevýhodou je obtížná, finančně a zejména časově náročná výměna rohového břitu při jeho opotřebení nebo při jeho poškození. Tato výměna vyžaduje demontáž korečku z kola a je nutné výměnu provést v dílně. Demontáž korečků a následná montáž nových (renovovaných) korečků vyžaduje dobu 36 až 48 hodin.



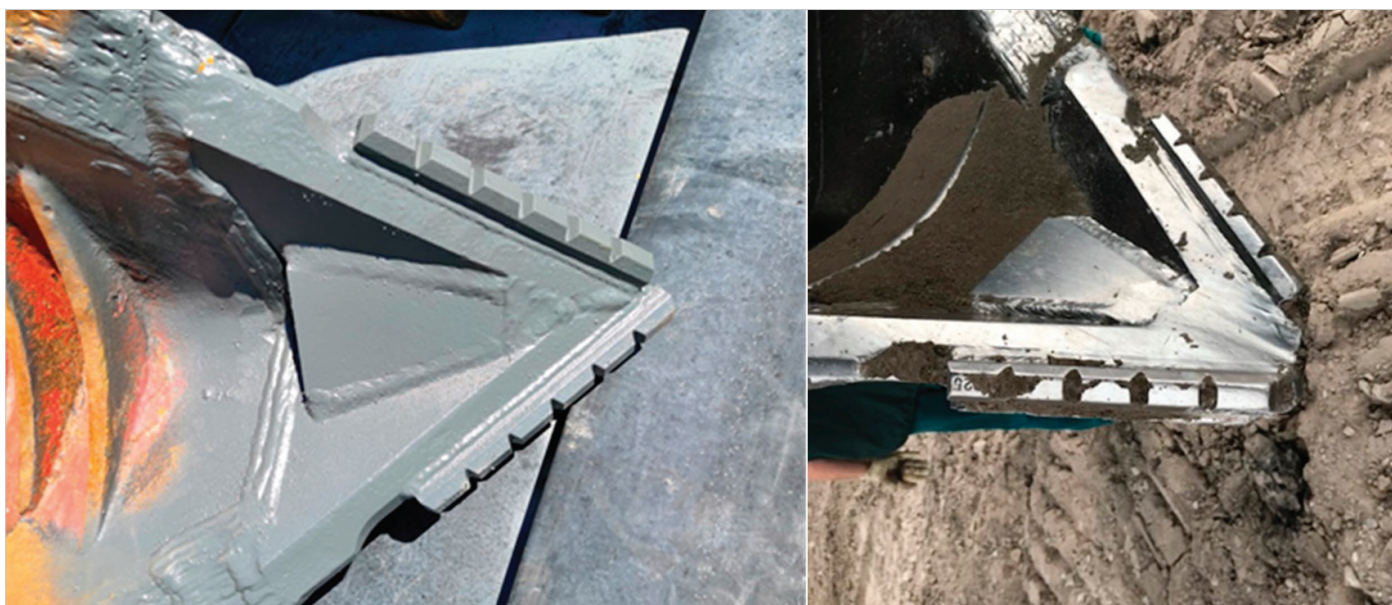
Obr. 1 (zleva): Plný koreček s rohovými břity - boční pohled, čelní pohled.

Oprava je technicky i časově náročná. Při opravě je nejprve koreček očištěn a následně převezen na dílnu. Dále je za použití autogenní soupravy celý břit odstraněn. Poté je zarovnána dosedací plocha na bandáži korečku a v této chvíli lze přikročit k přivaření nového (renovovaného) břitu. Přivaření nového břitu je potřeba provést za dodržení předepsaného technologického postupu, kdy je mimo jiné nutné zajistit předeřev svařovaných materiálů a následně po jejich svaření dodržet jejich povolené chladnutí. Na závěr je rohový břit na funkčních částech opatřen návarem proti otěru, a to opět při dodržení předepsaného technologického postupu. Další nevýhodou tohoto

provedení rohových břitů je vysoká cena samotného břitu a velmi omezený výběr materiálů pro výrobu rohových břitů. Při požadavku na svařitelnost materiálu rohového břitu jsou výrazně omezeny mechanické vlastnosti tohoto materiálu.

3 Nově navržené výměnné břity

Hlavní cílem řešení bylo, na základě původního korečku s pevnými břity, vytvořit koreček s břity výměnnými. Znovu byl otevřen způsob řešení, jemuž se konstruktéři v minulosti opakovaně věnovali. Hlavní výhodou výměnného břitu, oproti břitu



Obr. 2 (zleva): Rohový břit varianta I - nový, rohový břit varianta I - opotřebený.



Obr. 3 (zleva): Rohový břit varianta II - nový, rohový břit varianta II - opotřebený.



Obr. 4 (zleva): Rohový břit varianta III - nový, rohový břit varianta III - opotřebený.



Obr. 5: Rohový břit vyměnný - nový, rohový břit vyměnný - opotřebený.

pevně přivařenému ke korečku, je rychlá výměna opotřebovaného břitů za nový nebo renovovaný. Slabým článkem tohoto řešení je spojení břitů s korečkem, jednak jeho pevnost, ale i velká výrobní pracnost a tím i jeho vysoká cena.

Snahou nového řešení bylo navrzení funkčního rohového břítu s dostatečně pevným uchycením na unášeci (adaptér) a s možností jeho snadné a rychlé výměny. Dále bylo snahou navrhnout řešení bez závislosti na slévárnách. Při řešení byly využity současné dlouhodobé provozní poznatky z používání břitových korečků s cílem využít jejich klady a snažit se potlačit zápory. Při vlastním řešení bylo využito nových výrobních možností a současně byly použity i nové materiály [4,5].

V první fázi vývoje vznikly 4 varianty rohových břitů: jedna s výměnným břitem a tři varianty pevných břitů s rozdílnými oteruvzdornými materiály, z kterých byly vytvořeny řezné hrany a oterem namáhané části. Použity byly pevnostní a oteruvzdorné materiály Hardox 500, Chocoblok a Overlay 700.

Tvar břitů vycházel ze zkušeností z používání břitových korečků a byl ovlivněn vlastnostmi oteruvzdorných materiálů, které byly použity.

Všechny čtyři varianty byly podrobně popsány v samostatném článku (Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2019), takže se v následujícím textu omezíme na výsledky provozních testů na reálném stroji.

4 Nasazení navržených břitů do provozu a jejich porovnávání

V průběhu července 2019 zahájilo rýpadlo KU 800/K84 těžbu v části řezu obsahující obtížně rozpojitelné horniny [1,2]. Koleso rýpadla bylo osazeno korečkami s rohovými břity a to tak, že 1. koreček byl v původním provedení s přivařenými odlitými břity opatřenými antiabrazivním návarem manganovými elektrodami. Dalších devět pozic bylo osazeno korečkami s třemi variantami přivařených břitů, a to vždy tři korečky po sobě jdoucí osazené stejnou variantou. Na posledních dvou pozicích byly nasazeny korečky s výměnnými břity.

4.1 Porovnávání navržených variant výměnných břitů a pevných břitů

V průběhu těžby byl průběžně kontrolován stav jednotlivých břitů a bylo provedeno termovizní měření povrchové provozní teploty všech břitů (výsledky publikovány ve výše uvedeném článku ve Zpravodaji Hnědé uhlí, 4/2019).

Blok obtížně rozpojitelných materiálů, který byl těžený v průběhu porovnávání nasazených typů břitů, nebyl velký a všechny čtyři varianty vydržely v těžbě po celou požadovanou dobu bez potřeby průběžných dílčích oprav. Všechny čtyři varianty břitů byly schopny odtěžit požadovaný blok horniny, ale každá z variant s rozdílným stupněm opotřebení. Při zkoušce bylo zjištěno, že koleso osazené různými řeznými orgány, ač mají shodné řezné obrysy, je při těžbě nevyvážené a není vhodné jej takto dlouhodobě provozovat.

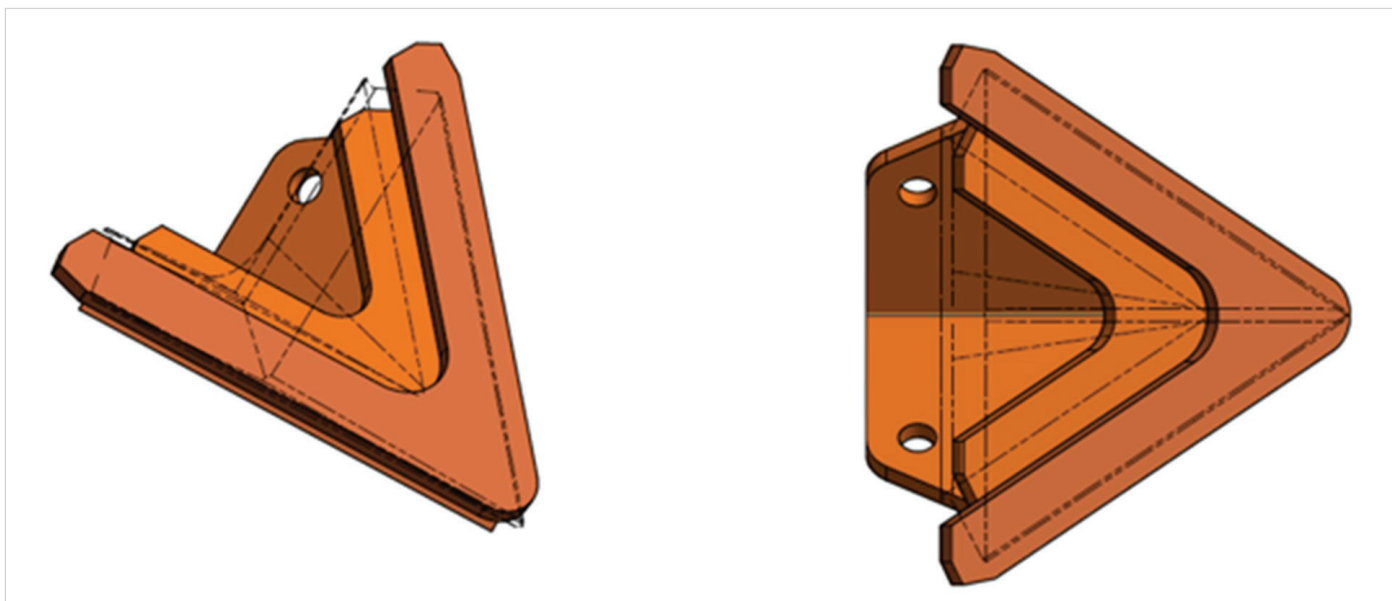
Při rozpojování horniny v částech řezu, kde jsou obtížně rozpojitelné materiály, dlouhodobě neobstojí žádný z dosud používaných a navržených břitů. Nejlépe lze hodnotit původní pevný břit a použitý břit výměnný. Dále bylo zjištěno, že oteruvzdorný materiál Overlay 700 není vyhovující [6], abrazivní vrstva segmentu je křehká a při kontaktu břítu s pevným materiálem dochází ke změně tvaru základního materiálu ve špičce břítu a k následnému odlupování oteruvzdorného materiálu. Po odloupení materiálu Overlay 700 již není břit chráněn proti abrazi a velmi rychle ubývá. Zkouška prokázala, že ani oteruvzdorný materiál Chocoblok není vyhovující, a to ze stejných důvodů, které byly vysledovány při použití materiálu Overlay 700.

Důležitým zjištěním byla skutečnost, že navržený pevný břit obstál, a zejména důležité bylo zjištění, že nedošlo k degradaci adaptéru (unášec výměnného břítu) a že adaptér vydržel beze změn a bez prasklin, což prokázala i defektoskopická zkouška laboratoří VÚHU a.s.

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny jednotlivé varianty břitů před nasazením a po ukončení provozní zkoušky.



Obr. 6: (zleva): Adaptér pro uchycení výměnného břítu, výměnný břit.



Obr. 7: Upravený výměnný rohový břit.

4.2 Vyhodnocení provozní srovnávací zkoušky

Provozní zkouška jednoznačně ukázala, že správným směrem je pokračovat ve vývoji varianty pevně přivařeného adaptéru s výměnným břitem [2]. Dále ukázala, že není nutné vyrábět adaptér z materiálu Hardox 500 (důvodem použití materiálu Hardox 500 byly obavy, že výměnný břit na unášeci nevydrží a pokud bude adaptér vyroben z Hardoxu, bude možné pokračovat v těžbě i po degradaci výměnného břitu, neboť adaptér bude plnit funkci břitu). Současně se nepotvrdila vhodnost použití materiálů Overlay 700 a Chocoblok pro výrobu vrchní a boční ořezové části výměnného břitu, pro jejichž výrobu je třeba použít jiné ořezuvzdorné materiály. Dále je nutné vyřešit způsob snadného sejmutí břitu z adaptéru (pro upevnění přípravku bude třeba výměnný břit upravit nebo najít způsob jeho snadného sejmutí). Nutné je, při dalším provozu a při prováděných zkouškách, osadit koleso pouze jedním typem výměnného rohového břitu.

Analýzou získaných výsledků byl navržen následující postup:

- Adaptér vyrobit z materiálu Strenx 700, který je materiálem pevnějším, houževnatějším a levnějším než původně použitý materiál Hardox 500.
- Navrhnout nový výměnný břit a osadit celé koleso. Vrchní a boční ořezové části vyrobit z materiálu Hardox 600.
- Připravit sadu náhradních břitů, kterými bude možno v plánovaných nebo neplánovaných odstávkách nahradit opotřebované břity. Po sejmutí bude sada břitů dílensky opravena a připravena k dalšímu nasazení.
- Navrhnout a vyrobit přípravek ke snazší demontáži výměnných břitů.

5 Návrh nového výměnného břitu

V následujícím období vývoje nového prototypu vznikly další návrhy a úpravy výměnného rohového břitu.

Pevný adaptér

Pevný adaptér je pevně spojen s korečkem – viz obrázek č. 6. Při zkouškách bylo prokázáno, že navržený a použitý adaptér pevnostně i tvarově vyhovuje. Pro další řešení byl zvolen stejný tvar, způsob spojení s bandáží korečku i způsob usazení výměnného břitu a jeho upevnění. Materiál byl změněn, byl nahrazen materiálem Strenx 700.

Výměnný rohový břit

Výměnný rohový břit byl navržen na základě výsledků testování navržených variant – viz obrázek č. 6 a 7. Snahou bylo odstranit nebo snížit zápory, vytvořit funkční pevný břit, který lze snadno měnit, snadno renovovat a jehož výroba není zdlouhavá a finančně náročná. Byl navržen a vytvořen břit, který splňuje uvedené podmínky. Základním materiálem je Hardox 500. Vrchní a boční ořezové části jsou vyrobeny z materiálu Hardox 600. Spona je z materiálu Strenx 700.

Korečky s výměnnými břity

Na základě realizovaných návrhů byla vyrobena sada 15 ks korečků s výměnnými břity – viz obrázek č. 8. Pro její vytvoření byly použity původní korečky s pevnými břity, u kterých byly upraveny řezné orgány. Úprava spočívala v odpálení stávajících břitů a přivaření unášecích adaptéru výměnných břitů. Svařování adaptéru s bandáží korečku bylo provedeno metodou MIG/MAG za dodržení podmínek stanovených technologickým postupem vypracovaným svářecím technologem. Důležité bylo zejména dodržení navrženého přídavného materiálu a dodržení předepsaných předehřevů spojovaných materiálů a zajištění jejich následného pozvolného chladnutí.

Pro snazší demontáž břitů při jejich výměně byl před montáží břitů na povrch adaptéru nanesen film maziva. Nové břity byly nasazené a následně upevněny šrouby, které byly dotaženy na předepsaný utahovací moment.

Nasazení korečků s výměnnými břity do provozu

Dne 19. 12. 2019 bylo celé koleso rýpadla KU 800 osazeno korečky s výměnnými rohovými břity a zahájilo těžbu bloku



Obr. 8: Břitový koreček osazený upravenými výměnnými břity.

obtížně rozpojitelných hornin. Blok horniny byl v části řezu tvořen tvrdými polohami a v další části byly křemičité písky, které obsahovaly samostatně uložené jílovce o velikosti až 2 m.

Při těžbě byl průběžně kontrolován celkový stav břitů, a to se zaměřením na tvarové změny a případné vady vzniklé rozpojováním materiálů. Byl sledován i stav unášecích adaptérů, zejména byly kontrolovány sváry, kterými byl adaptér připevněn ke korečku.

Nejvýraznější změny byly způsobené obroušením abrasivním materiálem. Bylo zjištěno, že nejvíce je obroušována přední hrana břitů. Byla stanovena hranice úbytku břitů, do které lze výměnný břit provozovat, aniž by došlo k narušení adaptéru. Úbytek přední hrany břitů byl konstantní, a tím byl i snadno předvídatelný předpokládaný termín dosažení této hranice a na ten den byla naplánována preventivní oprava technologického celku.

V naplánované preventivní opravě byly břity pomocí přípravku sejmuty, jejich demontáž proběhla hladce. Po obnovení adaptéru následovala jejich důkladná kontrola, při které nebyly shledány žádné vady. Před nasazením nových břitů byl obnoven film maziva na unášeci. Poté byly nasazené nové břity a šrouby připevněny k unášeci.



Obr. 9: Měření opotřebení břitů.



Obr. 10: Porovnání nového a opotřebovaného břitů při jejich výměně.

Při výměně břitů byly sledovány časy jednotlivých operací. Na kompletní výměnu břitů jednoho korečku je potřeba 15 min., z čehož vychází, že na 15 korečků je potřeba 3 h 45 min. čistého času a s doplněním času potřebného na otáčení kola se dostáváme na 4 h. Vzhledem k tomu, že na TC2 jsou PPO převážně plánovány na dobu 12 h, je čas potřebný na výměnu břitů zcela dostatečný a vyhovující.

6 Výsledky a hodnocení provozních zkoušek

Pro splnění cíle, kterým bylo vytvoření korečku s výměnnými břitmi, byl vytvořen upravený břitový koreček s pevným dnem, osazený unášecími adaptéry s výměnnými řeznými orgány - břitmi. Břity korečku jsou při rozpojování horniny srovnatelné s původními pevnými břitmi opatřenými návarem z oteruvzdorného materiálu.

Hlavní výhodou, kterou přináší výměnný břit, je zvýšení disponibilního těžebního času. Výměna 30 ks břitů na patnácti korečcích vyžaduje dobu cca 4 hod. Výměna břitů je tak krátká, že ji lze provést v rámci plánované preventivní opravy a demontované břity lze následně dílensky renovovat. Oproti tomu opravy a renovování řezných orgánů původních korečků s pevnými břitmi nelze v rámci běžné preventivní opravy časově zvládnout a výměna všech patnácti korečků vyžaduje odstavení velkstroje na 36 až 48 hod.

Další výhodou výměnného břitu je to, že po vyměnění břitu máme plnohodnotný koreček, schopný okamžitého nasazení. V případě použití korečku s opotřebovanými pevnými břitmi je potřeba koreček před dalším použitím renovovat, odpálit opotřebované břity a následně navařit břity nové. Břity, které jsou odlitkem z vysokopevnostního materiálu, jehož svařitelnost je dobrá až obtížná, vyžadují přesné dodržení požadavků jako je předehřev na 250 °C a zajištění následného pomalého chladnutí, což prodlužuje dobu výměny a zvyšuje celkovou cenu renovace.

Dalším přínosem je to, že při výměně břitů není potřeba mechanizace, která je potřeba při výměně korečků na vyřazení čepů korečků, mechanizace na převozy korečků a nutné použití mobilního jeřábu. Na převoz břitů postačí střední valník, jeden břit má hmotnost 25 kg, sada 125 kg.

Přínosem je i cena výměnného břitu, která je nižší než polovina ceny pevného břitu a jeho výměna snazší a časově kratší.

Výměnný břit je svařenec a jeho dodací doba je kratší než u polotovaru potřebného k opravě břitu pevného, který je odlitkem.

Další výhodou je to, že je výměnný břit vytvořen jako oboustranný. Jak bylo při sledování břitů zjištěno, dochází při rozpojování horniny k největšímu ubrušování jeho přední hrany a pokud je břit oboustranný, lze jej po ubroušení přední řezné hrany prohodit na pozicích levá a pravá a pokračovat v těžbě, a tím prodloužit jejich využití.

7 Závěr

V rámci vývoje nových řezných orgánů s vyšší užitnou hodnotou, realizovaného Vršanskou uhelnou a.s., byl na základě pevného korečku s rohovými břitmi navržen, odzkoušen a vytvořen koreček s břitmi výměnnými.

Tento nový koreček, oproti původnímu korečku, lépe zvládá rozpojování materiálu v daných podmínkách lomu ČSA. Nový koreček je oproti původnímu korečku efektivnější a ekonomicky výhodnější.

Poděkování

Príspevek vznikl za finanční podpory projektu TAČR s názvem „Výzkum optimalizace tvaru a materiálu řezných orgánů zemních a dobývacích strojů“ a značné spolupráce partnerů z Vršanské uhelné a.s. a společnosti RENOMAG, spol. s r.o., jejichž výsledků výzkumu bylo v článku použito.

Literatura

- [1] MONI, V.: Měření povrchových teplot rohových břitů za provozu rýpadla KU 800. VÚHU a.s., TPD - 023/19, 2019.
- [2] MONI, V., DONÁT, L.: Měření povrchových teplot rohových břitů rýpadla KU 800 při těžbě obtížně rozpojitelných materiálů, Zpravodaj Hnědé uhlí, no. 1, str. 40-43, ISSN 1213-1660.
- [3] MONI, V.: Vliv teplotního obrazu zubu korečku kola na jeho životnost. VŠB – TU Ostrava, Fakulta strojní 2011, Disertační práce, 120 s, + 67 s. příloh.
- [4] MONI, V., TÄUBER, J., MILETIČ, T.: Výzkum optimalizace materiálu a tvaru řezných orgánů pracovních strojů, Zpravodaj Hnědé uhlí, no. 1, str. 40-43, ISSN 1213-1660.
- [5] MONI, V., ŘEHOŘ, M., MILETIČ, T., TÄUBER, J.: Research of the new materials and these materials adjustment for cutting bodies of excavators, Scientific Geoconference SGEM 2018, Albena, 6-7/2018, s. 647 – 654, ISSN 1314-2704.
- [6] HRADIL, D., KOTOUS, J., VOMÁČKA, P., GREGOR, T.: Vývoj zubů rypadel se zlepšenými vlastnostmi. COMTES FHT a.s., 2018.
- [7] HELEBRANT, F., JURMAN, J., FRIES, J.: Kolesová rýpadla a provozní spolehlivost. VŠB-TU Ostrava 2007, 189 s., ISBN 978-80-248-1669-2.