

D.t. Jan J a n í ě k, VÚHU

Vývoj rypných orgánů kolesových rypadel

1. Úvod

Kolesová rypadla zasazená v obou severočeských revírech na odklizu zemín a těžbě uhlí postupují do stále se zhoršujících geotechnických podmínek.

S výskytem pelokarbonátů nebo pelosideritů ve formě proplátek nebo čoček, s provozem v partiích s pevnými pískovci a v silně abrasivních partiích nadloží je nutno počítat prakticky ve všech lokalitách.

První ze strojních částí, která je vystavena působení vlivů vyplývajících z těchto podmínek jsou korečky a zuby rypadel. Jejich stav přímo ovlivňuje výkonnost stroje, charakter a velikost zatížení pohonu kola, dynamiku pohonu, která se přenáší na ocelovou konstrukci kolesového výložníku a dále pak ovlivňuje chování celého stroje.

Pevné nadloží komořanské části SHR, ve které prakticky začal vývoj našich kolesových rypadel, vedlo ke konstrukci koreček s jednotlivými zuby, které jsou upevněny na noži korečku. Toto řešení bylo uplatněno u všech strojů vyjma stroje typu KU 800.

Tvar a materiálové řešení u jednotlivých strojů byly rozdílné, takže ještě v r. 1976 pracovala kolesová rypadla v SHR s více než 10 typy zubů koreček.

2.1. Vývoj materiálů rypných orgánů

Původně byly odlévány z austenitických ocelí typu 422760 nebo ČSN 422761. Zuby z těchto ocelí se osvědčily v těch provozních podmínkách, kde rozpojení bylo provázáno rázem, kterým byl břit zubu zpevňován za studena a kde rozpojovaný materiál nepatřil mezi abrasivní typy. Tam kde proces zpevňování neprobíhal dostatečně rychle byla životnost zubů v důsledku čisté

abrasy nízká.

Snaha po úspoře legur vedla k přechodu na materiál ČSN 422710, 422712, ev. 422650. Vzhledem k podstatně nižší tvrdosti byla ostří zubů opatřována návarem tvrdých elektrod nejčastěji manganových nebo chromových. Vývoj prováděný ve VÚHU nebo ve SVÚM Praha a u výrobců kolesových rypadel spočíval ve volbě vhodného typu elektrody a vhodné technologie provádění návaru. Požadavky na návarové elektrody byly provozem formulovány zhruba takto:

- vysoká otěruvzdornost
- možnost provádění návarů bez speciálních technologických požadavků i v provozních přestávkách velkостrojů přímo na strojích
- odolnost proti popraskání návarových vrstev při průchodu korečků pevnými horizonty nebo při nárazu na valouny a proplásky
- přijatelná ekonomie

Z výčtu požadavků je patrné, že mnohé z nich jsou protichůdné. Vypracování dokonale pevného a otěruvzdorného návaru bez speciální technologie i dokonce v zimním období za teplot pod nulou nemohlo být úspěšně řešeným úkolem.

Řada pokusů ukázala, že návarové elektrody jsou použitelné za předpokladu dodržení poměrně přísného technologického postupu včetně dodržení minimální tloušťky návaru a tak lze podstatně zpevnit povrch břitové části zubů odlitých z oceli ČSN 422712.

Nejvhodnějšími elektrodami se ukázaly elektrody typu E-B 519 /V 59 B/ a typ E-B 516 /AB 20 R/. Chemické složení zkoušených elektrod je v tab. č. 1.

S vývojem návarových elektrod byly hledány nové typy oceli, které by byly schopny silového a abrasivního zatížení bez

ochranných návarů.

První zkoušky byly vedeny Státním výzkumným ústavem materiálu v Praze na bázi modifikovaných ocelí 422760 a 422761 a na bázi slitiny nízkolegované oceli tzv. Wear-packt.

Nejlepších výsledků bylo dosaženo u zkušební serie odlité z modifikované oceli 422761 s 2% Mo, která byla tepelně zpracována na tvrdost H_B-400 .

Vývoj uvedených ocelí však nebyl doveden do výrobního stadia a z malých zkušebních serií nebylo možno osadit stroje v různých provozních podmínkách.

Nutnost dalšího materiálového vývoje rypných orgánů se výrazně projevila v souvislosti s uváděním strojů KU800 na dole VMG 1 v Bílině.

Při konstrukci rypných orgánů kolesového rypadla KU 800 bylo použito běžně užívaných a v provozu vcelku osvědčených materiálů. Korečky byly opatřeny odlévaným nožem s předlitými zuby z oceli ČSN 422712.1, jejichž povrch byl v břitové části zpevněn návarem elektrodou E-B 519 /V 59 B/ v tloušťce 6 mm.

Takto vybavený stroj byl schopen práce v abrasivní části řezu VMG po dobu těžby 80-100 000 m³. Provoz stroje ukázal, že silovým a výkonovým parametrům KU 800 neodpovídají vlastnosti dosud užívaných materiálů a výrobních postupů.

Na rychlém opotřebení se podílely značnou měrou plasticke deformace ostří, po nichž následoval rychlý úbytek tvaru abrasí v důsledku porušení geometrie. Při průchodu koreček pevnými částmi řezu docházelo při vznikajících rázech k popraskání a vylámání návarových vrstev a tím k porušení pevnosti ostří a k rychlému opotřebení.

Tyto provozní neúspěchy vyvolaly zkoušky dalších způsobů návarů a to cestou elektrostruskového navařování, navařování pod tavidlem a navařování trubičkovými dráty.

Žádné z těchto řešení, relativně drahých a pracných, nevedlo k výraznému zvýšení životnosti.

Pracoviště VZMA - KSK provedlo návrh kovaného zubu z nástrojové oceli 2002 a provedlo zkoušky s takto osazeným kolem na rypadle K 1000. Výsledek zkoušek neprokázal v abrasivních materiálech provozní a ekonomickou výhodnost.

Mechanické vlastnosti ocelí na odlitky užívaných k výrobě rypných orgánů

Označení dle ČSN	průtažnost	pevnost MPa	tvrdost Hb	svařitelnost
422710.1 manganová.6	300 450	550-700 650-800	155-195 192-240	zaručená
422711.1 manganová	-	min 800	min 230	obtížná
422712.1 manganová	250	450-550	127-155	velmi dobrá
422760.2 mang. a stenit. .4	inf. 350 -	400 -	180-220 350-420	obtížná
422761.4 mang.-austenit.	400	min 900	180-220	obtížná
422650.2 uhlíková	250	min.500		obtížná

Z uvedeného přehledu je patrné, že z hlediska pevnosti nejlépe vyhovují manganové austenitické oceli s obsahem 1,0-1,5% C, 12%-14% Mn. Požadavkům otěruvzdornosti však vyhovují pouze v kaleném stavu, kdy však klesá vrubová pevnost.

Z porovnání dosažených provozních výsledků a životnosti zubů rypadel řad TC0, TC1 a TC2 s KU 800 vyrobených z uvedených ocelí byly vytyčeny podmínky pro další vývoj materiálů na rypné orgány, které lze shrnout do těchto bodů:

- pevnost v rozmezí 1200-1500 ev. 1800 MPa
- vrubová houževnatost mezi 30-50 Jcm⁻²
- odolnost proti abrasivnímu opotřebení
- vhodné slévárenské vlastnosti a cenová výhodnost

Splnění těchto podmínek bylo vedeno cestou aplikace nízkolegovaných vysokopevnostních ocelí. Jde o oceli se středním obsahem uhlíku v tvářené nebo lité formě. Pro rypné orgány byla jak z technologických tak ekonomických důvodů volena forma litých ocelí. Vhodným tepelným zpracováním lze u těchto ocelí dosáhnout vysoké odolnosti proti opotřebení při dostatečné houževnatosti. Považujeme-li tvrdost oceli jako zjednodušený ukazatel odolnosti proti obrasivnímu opotřebení lze dosáhnout v zušlechťených průřezech tvrdosti mezi 250 - 500 HB, což odpovídá pevnostem v mezích 800 - 1800 MPa.

Vývoj rypných orgánů na bázi tohoto typu oceli byl veden ve SVÚM Praha, SVÚM Brno, dále pak ve VTŽ - závod J. Fučíka v Chomutově a v k.p. Vítkovice.

Ve SVÚM Praha pobočka Brno byla vyvinuta a zavedena do výroby ocel označená vývojovým číslem VP 7. Zkoušky zubů vyrobených z této oceli, které byly prováděny ve většině typických nadložních materiálů a v některých druzích uhlí ukázaly na tyto přednosti této oceli:

- dostatečná vrubová houževnatost
- při pevnosti 1500 MPa dostatečná odolnost proti abrasí a vhodnost pro všechny materiály vyjma silně abrasivních písků a pískovců
- stabilita ostří po celou dobu životnosti

Ve většině těžebních podmínek bylo dosaženo zuby z této oceli dvoj- až trojnásobného zvýšení životnosti při stálém

ostři, což se příznivě projevilo v provozním zatížení a klidnosti chodu stroje. Pokud byla výroba včetně zušlechťování zajišťována ve VTŽ Chomutov na základě jejich předchozího vývoje technologického postupu výroby, bylo v provozech SHR dosahováno uvedených výsledků.

Později byla výroba zubů z oceli VP7 ve VTŽ zastavena a nahrazena výrobou z oceli označenou podle DIN 1700 jako GS 42 CrMo3. Z této oceli je dnes zajišťována převážná většina dodávek pro oba hnědouhelné revíry.

Její chemické složení a mechanické vlastnosti jsou uvedeny v následující tabulce. Provozní výsledky nejsou uspokojivé a jsou do značné míry ovlivněny širokým rozptylem mechanických vlastností.

Vitkovice vyrábí pro rypadlo K 10 000 zuby z oceli podle normy VŽKG VN 428727. Zuby z tohoto materiálu vykazují na špičce pevnost mezi 1300-1500 MP a při vrubové houževnatosti kolem 25 Jcm^{-2} . Na stroji K 10 000 je v abrasivních písčitých jilech dosahováno těžby kolem $800\,000 \text{ m}^3$ na jednu sadu. Pokud stroj projíždí partiemi nadloží s výskytem velmi pevných horizontů pelokarbonátů dochází k lámání v kritickém průřezu.

Pokud byly prověřovány dodávky zubů, byly v jednotlivých seriích značné pevnostní rozdíly pravděpodobně dané tepelným zpracováním. V poslední době VTŽ i Vitkovice třídí výrobky do určitých pevnostních skupin, které by měly být užívány v odpovídajících dobývacích podmínkách. Tak by bylo možno využít tvrdých a křehkých skupin pro práci v písčích a houževnatých výrobců s menší odolností proti abrasi používat v partiích a proplástky.

Provozní praxe však může tento záměr respektovat pouze v případech, kdy nadloží je monotonního typu. Ve složitých geotechnických podmínkách /VMG 1 a VMG 2/ nelze toto řešení dobře uplatnit.

Směrné chemické složení a mech. vlastnosti nízkolegovaných vysokopevnostních ocelí

	DIN 1700	VN 428727	VP 7
C	0,38-0,45 %	0,35-0,45 %	0,25-0,32 %
Mn	0,50-0,80	1,30-1,80	1,40-1,80
Cr	0,80-1,20	0,60-1,00	0,50-1,00
Si	0,50-0,80	0,40-0,60	0,45-0,60
Mo	0,20-0,30	0,20-0,40	0,40-0,60
B	-	-	0,006-0,01
V	-	-	0,20-0,30
Zr	-	0,05-0,12	-
P, S	0,035	max 0,04	0,035
pevnost	750-1200 MPa	1000-1500 MPa	1100-1300 MPa 1400-1800 MPa
vrubová houževnat.	50-20 Jcm ⁻²	40-20 Jcm ⁻²	40-25 Jcm ⁻²

2.2 Vývoj tvaru rypných orgánů

Současně s vývojem materiálů vhodných pro zuby a nože korečků probíhal v revíru i u výrobců vývoj tvaru korečků a zubů. Nože korečků, původně vyráběné ze zkroužených plechů svařováním, byly kruhového tvaru, později byly zkoušeny nože lichoběžníkového tvaru a převládly. Dnes jsou výlučně užívány nože obdélníkového tvaru se zaoblenými rohy. Nože jsou vyráběny odléváním z oceli 422712 a proti nadměrné abrazi jsou u rypadla K 10 000 v části mezi jednotlivými zuby chráněny pancéřováním.

Tvar zubů vycházel ze základního klínu o úhlu břitu kolem 45° s rozšířeným nebo zúženým ostřím /tzv. skalní provedení/ upevněné na noži přišroubováním nebo přivařením.

Vývoj mnohdy probíhal na jednotlivých strojích izolovaně ve snaze upravit korečky pro místní specifické těžební podmínky /Šverma-K1000, 5.květen KU 300/ a výsledky vývoje zanikly v důsledku potíží se zajišťováním výroby atypických náhradních dílů.

Na druhé straně pak výrobce neměl ze zkoušených serií dostatečně technicky a ekonomicky zhodnocené výsledky v důsledku proměnlivosti vlastností těžených hmot a malých zkušebních serií.

Přesto však zkoušky tří typů zubů Uničovských strojů prováděné na rypadle K 300 prokázaly, že tvarem zubu a stavem jeho ostří lze podstatně ovlivnit nejen zatížení a dynamiku dobývacího stroje, ale tvarem zubu lze ovlivnit i granulometrické složení těženého uhlí. Tato skutečnost ostatně je mechanikům všeobecně známa, ale málokterý provoz měl možnost udržet optimální stav rypných orgánů i z tohoto hlediska. Proto také směr řešení cestou obnovy návarů v provozních podmínkách vedl k rozporným požadavkům.

Šířka břitu zubů se pohybovala mezi 50-150 mm, rozteč zubů na bandáži pak byla mezi 2-3,5 násobkem šířky břitu.

Zavedení vysokopevnostních ocelí vedlo k vývoji štíhlého zubu o úhlu břitu 22-25°.

Úhel hřbetu daný postavením zubu vůči tečně obrysové kružnice kola se ustálil na hodnotě $\approx 15^\circ$ v pevných jilech a 20-25° v píscích a málo soudržných jílovitých píscích.

Poslední tvar zubu, který se osvědčil v převážně většině dobývacích podmínek je kopinatý zub s úhlem břitu 25° vyráběný podle č. modelu 2671. Tento typ vyhovuje z hlediska minimálních rypných odporů a směřováním řezné hrany vyhovuje proměnlivému směru výslednice řezání. Další předností těchto zubů je podíl na klidném chodu stroje, v některých podmínkách bylo za dobrého stavu ostří dosaženo snížení kusovitosti.

Pokud jde o spojitě ostří korečků kolesových rypadel jsou

v současné době takto vybavovány Uničovskými strojírnami pouze stroje KU 800. Podobně byly vybaveny po určitou dobu některé stroje K 1000 /Šverma/ a K 300 /A. Zápotocký/.

Provedení korečků rypadel KU 800 s ostrím odlitým z oceli VP7 umožňuje v silně abrasivních podmínkách VMG1 provoz kolem 600 000 m³ bez poruch, avšak za cenu zvýšeného zatížení pohonu kola.

V poslední době jsou však kola rypadel KU 800 rekonstruována na použití kopinatých zubů č.m. 2671 užívaných u všech strojů vyjma K 10 000. Tento stroj je vybaven zuby klínového tvaru shodných úhlů hřbetu a břitu avšak větších rozměrů. Výrobce připravuje řešení, které by snížilo počet lomů zubů při zachování dobré geometrie a zvýšené odolnosti proti abrazi.

3. Směr dalšího vývoje rypných orgánů

Nutnost snižování specifické spotřeby energie ve všech oblastech výroby, snaha po snížení spotřeby kovů a potřeba vyššího kapacitního využití strojů vyvolává další vývoj rypných orgánů kolesových rypadel. Obecné cíle tohoto vývoje lze rozdělit takto:

- zvýšení odolnosti ostří zubů a bandáží proti abrazivnímu působení rozpojovaného materiálu
- snížení lomů zubů při zachování bezpečnosti důležitých uzlů stroje
- snížení času nutného pro výměnu a údržbu
- zlepšení řezných poměrů s cílem snížení zatížení pohonů a dosažení klidnosti chodu stroje při maximálním výkonovém využití stroje
- snížení kusovitosti jílovitých materiálů a naopak zvýšení hrubé frakce uhlí v určitých lokalitách

Zvýšení životnosti ostří zubů v abrazivních podmínkách je třeba řešit současně s otázkou pevnosti zubů proti lomu. V podmínkách obou našich hnědouhelných revírů nedovolí členitost

nadloží z hlediska pevnosti proti rozpojování ev. výskytu pe-
lokarbonátů nebo pískovců, vést řešení pouze cestou tvrdých a
v těchto případech křehkých materiálů. Jde tedy o vypracování
zubů z vysokopevnostní oceli s dřikem o vysoké houževnatosti
a velmi tvrdým ostřím.

Tohoto cíle lze dosáhnout použitím vysokolegovaných oce-
lí tepelně zpracovaných nebo kombinací nosné houževnaté části
s velmi tvrdou špičkou.

V současné době VÚT Brno spolu s vývojovým pracovištěm
VŽKG provádí řadu zkoušek oceli se zvýšeným obsahem Mn a V na
kolesovém rypadle K 10 000 v Bilině. Dosavadní zkoušky nazna-
čily, že tímto řešením lze zvýšit životnost ostří min. o 50 %
proti dosavadnímu provedení zubů z oceli VN 428727. Zkoušky
ukazují, že u tohoto řešení bude úspěšnost odvislá, tak jako
v případě nízkolegovaných ocelí, od dodržení tepelného zpra-
cování v provozních podmínkách seriové výroby.

Taktéž SVÚM Praha a Přerovské strojirny se podíli na vý-
voji modifikované austenitické oceli, která by byla vhodná pro
výrobu celých zubů, nebo jako nosná houževnatá část tzv. dvou-
dílných zubů.

Konstrukce dvoudílných zubů byla vyvíjena ve VZMA-KSK již
v roce 1973 ve spolupráci s k.p.DVIL. Špička zubu, jejíž šířka
byla zvětšena ze 120 mm na 150 mm byla odlita z materiálu 42
Cr MO₃ o pevnosti 1200 MPa. Špička i dřík byly neobrobeny a
byly vyměnitelné. Tyto dvoudílné zuby byly zkoušeny na rypad-
lech K 1000/23 a K 1500/22. V abrazivních materiálech docháze-
lo k rychlému opotřebení ostří zubu. V důsledku větší délky
ostří o 25 % docházelo i k vyššímu zatížení pohonu kola.

Obdobné řešení dvoudílného zubu použily Uničovské strojir-
ny na kolesovém rypadle KU 800, kde vyměnitelná špička byla
nasazena na soustruženém kuželi nosné části. Při ztrátě špičky
došlo k deformaci a opotřebení kužele a tím ke znehodnocení
celého držáku. Do určité míry lze preventivní údržbou toto ne-
bezpečí snížit, avšak nelze je vyloučit. V nočním provozu pak

tuto závalu je obtížné včas postihnout.

V současné době vyvíjí VZMA a VŽKG nové alternativy dvou-
dílných zubů.

Druhou skupinou řešení je pevné spojení tvrdé břitové čás-
ti se základním nosičem. SVÚM Praha provedl několik zkoušek zu-
bů, u kterých byla špička předlita z tvrdé oceli v provozu VMG.
Výsledek však pro malý počet vzorků nebylo možno spolehlivě vy-
hodnotit. Rozdíly v opotřebení jednotlivých vzorků byly tak vý-
razné, že je bylo nutno přisoudit nespecifikovaným metalurgic-
kým rozdílům. Další možností je použití nalisovaných nebo nava-
řených břitových částí.

Pro velmi abrasivní prostředí jsou pro rypadla Orenstein-
Koppel dodávány firmou Sandvik zuby opatřené tvrdokovem a ná-
varem tvrdých elektrod. Tato firma se věnuje ve spolupráci s
řadou francouzských a západoněmeckých firem vývoji jak samot-
ných tvrdokovů tak i vývoji technologie jejich vsazování. Jde
vesměs o materiály na bázi karbidu wolframu, které jsou připá-
jeny na nosnou část a tato je v okolí tvrdé vložky chráněna
proti opotřebení návarem z tvrdých elektrod. Pokud by toto oko-
lí nebylo zpevněno, došlo by k opotřebení základního materiálu
a k následnému vypadnutí tvrdokovu. Takto upravené zuby vyká-
zaly až desetinásobnou životnost oproti oceli s 2% Mn.

Řada úspěšných aplikací tvrdokovů byla prováděna v kyjev-
ském ústavu UKRNIIPROJEKT. Bylo užito tvrdokovů řady G 58 a G 59
vyráběných ve formě roubíků čokovitého průřezu o průměru 4-32mm,
výšce 6-45 mm a poloměru zaoblení břitu 3-22 mm. Použité tvrdé
vložky patří do skupiny karbidů WC_o. O seriové výrobě ev. o eko-
nomické výhodnosti těchto zubů nemáme informace.

Současně s vývojem materiálu odolného proti opotřebení a
mechanickému zatížení bude nutno pro specifické těžební podmín-
ky zajistit vývoj optimálních tvarů zubů a současně také opti-
malizovat samotný proces rozpojení z hlediska formy a rozměrů
třísky.

Měření rypných odporů prováděných na kolesových rypadlech ukázala, že tvar odbírané třísky má vliv na specifické zatížení pohonu kola. Měření ukázalo a praxe na našich lozích to potvrzuje, že naměřené hodnoty specifického rypného odporu v pevných jílech a křehkých typech uhlí vztažené k poměru stran odebírané třísky probíhaly zcela opačně. Proto se v provozu setkáváme s odlišnostmi v technologickém postupu při práci rypadel pokud jde o poměr stran odebírané třísky. Do jaké míry jde o návyk řidičů rypadel nebo pozorováním zdůvodněný postup z hlediska optimalizace není obvykle známo. Je skutečností, že pro rypadla s obrovskými hodinovými výkony je předepsán pouze rámcový technologický předpis, který sleduje potřeby báňských postupů nikoliv okamžité provozní stavy velkostroje ev. výkonnosti. Pro takové řízení nejsou naše velkostroje vybaveny dostatečnou indikační a optimalizační technikou.

V SSSR byla prováděna měření rypných sil a energetické náročnosti při použití kola se dvěma typy korečků a zubů. Byly porovnány hodnoty sil a zatížení při provozu kola s korečkou běžného provedení a speciálních korečků s vystřídánými zuby označených jako "kovši škola". Jde o korečky, které mají upraveny nejen tvar a uspořádání zubů, ale jejich provoz je podmíněn určitými rozměry třísky, kdy šířka třísky nepřesahuje rozměr daný délkou zubu. V tomto případě je nutně korečku prakticky vyloučen z účasti na rozpojování. Toto uspořádání vykazovalo výrazné snížení sil na kolese a specifická spotřeba elektrické energie poklesla při práci v tvrdém uhlí až o 100 %. Taktéž došlo k úpravě granulometrického složení těžného uhlí ve prospěch středních kusů s vyloučením kusů nad 500 mm.

4. Závěr

Z uvedeného příspěvku je patrné, že technický stav rypných orgánů kolesových rypadel přímo ovlivňuje provozní výsledky a promítá se v poruchovosti, výkonnosti, spotřebě ener-

gie a nákladech.

Pokud se užívá doba životnosti jako jediné kritérium výhodnosti, jde o ukazatel velmi zjednodušený. Pro hodnocení provedení bude třeba řady technických měření včetně vyhodnocení ekonomické výhodnosti. Pro posouzení okamžitého stavu bude třeba kromě opotřebení průběžně sledovat aspoň specifickou spotřebu elektrické energie potřebné pro pohon kola jako souhrnný ukazatel podmínek rozpojitelnosti.

I když vývoj rypných orgánů není snadnou a levnou záležitostí je nejrychlejší cestou ke zvýšení efektivnosti provozu. K úspěšným výsledkům v tomto směru bude třeba cílevědomé spolupráce výrobců a uživatelů.

Seznam příloh k článku:

1. Tabulka chemického složení navarových elektrod
2. Koreček rypadla K 10 000
3. Unifikované zuby č.m. 2671
4. Spojité břity KU 800
5. Opotřebení zubů K 10 000
6. Návrh provedení zubů pro K 10 000 C tvrdokovem dle fy Sandrik
7. Provedení zubů pro stroj O & K firmou Sandrik
8. Provedení zubů pro stroj SRs/K 470 ústavem UKRNIIPROJEKT
9. Snížení spotřeby energie při provozu kola s vystřídánými zuby
10. Dvoudílný zub.

S h r n u t í

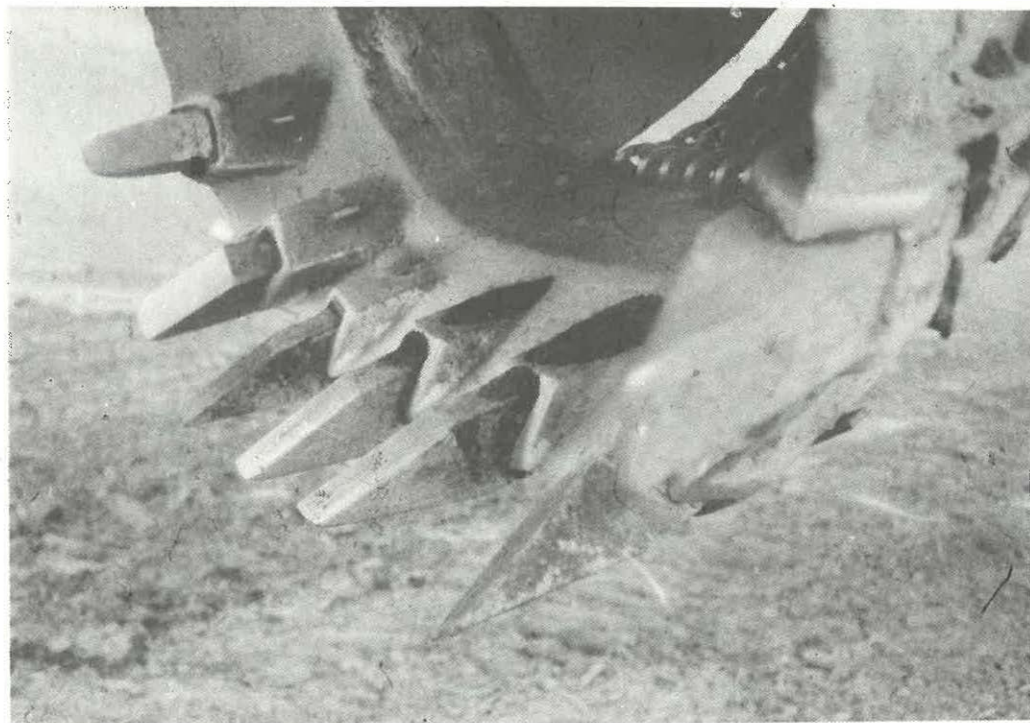
Vývoj rypných orgánů kolesových rypadel

V článku je popsán vývoj rypných orgánů kolesových rypadel jak z hlediska použitých materiálů, tak i konstrukčního řešení. Dále jsou naznačeny směry dalšího vývoje cestou užití vysokopevnostních ocelí, karbidů a speciálního provedení. Je zdůrazněna nutnost vývoje s ohledem na efektivnost provozu.

Chemické složení elektrod používaných k návaru břitů zubů

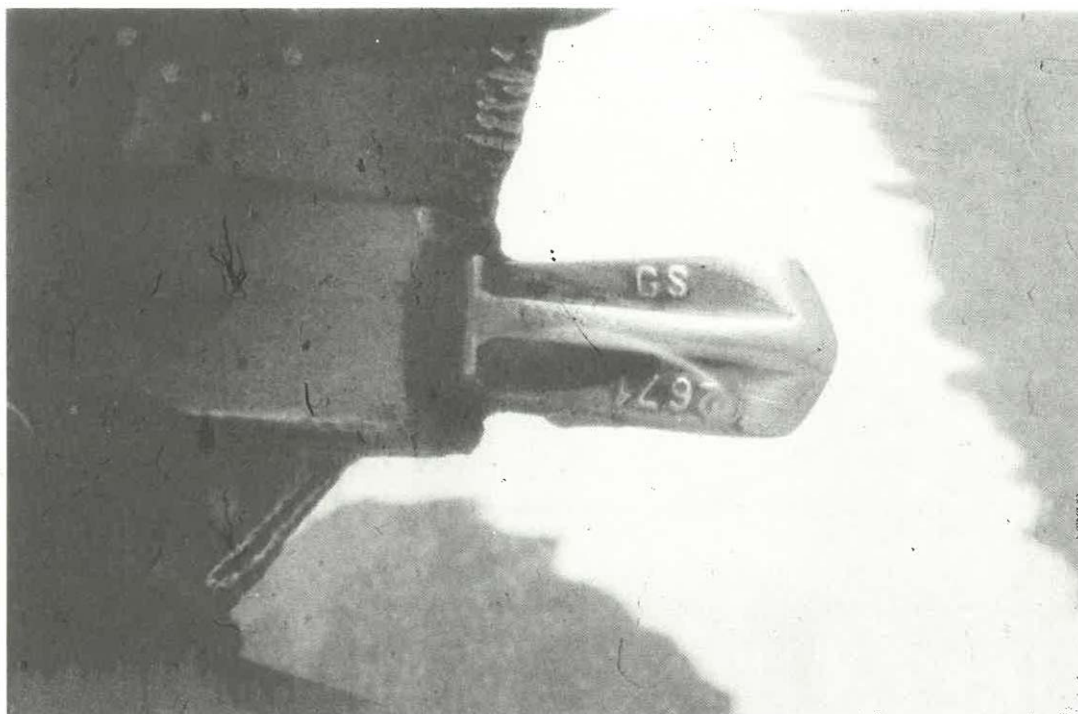
označení elektrody	%									
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	V	B	Ti
E-Mn	1,03	13,17	0,53	0,09	0,08	-	-	-	-	0,15
V 600	0,50	1,09	0,52	21,43	0,04	-	-	-	-	0,09
Čakov 2	3,20	0,56	0,53	24,90	0,21	-	-	-	-	0,15
E-Ti	2,05	3,41	3,46	3,66	0,04	-	3,64	-	-	0,44
E-Ti Extra	1,97	3,26	3,25	2,08	0,42	-	3,20	-	stopy	0,79
Cr LDB	1,49	0,44	0,53	14,85	0,10	0,32	-	0,98	-	0,46
Dia T 1	2,80	0,45	0,14	4,53	-	-	29,63	-	-	1,64
AB 20R	3,61	0,50	0,31	21,95	0,16	0,40	-	0,16	-	0,23
V 59 B	1,29	0,48	1,10	22,90	-	-	-	-	0,33	0,05

Příloha č. 1.



Provedení korečků K 10 000

Příloha č. 2

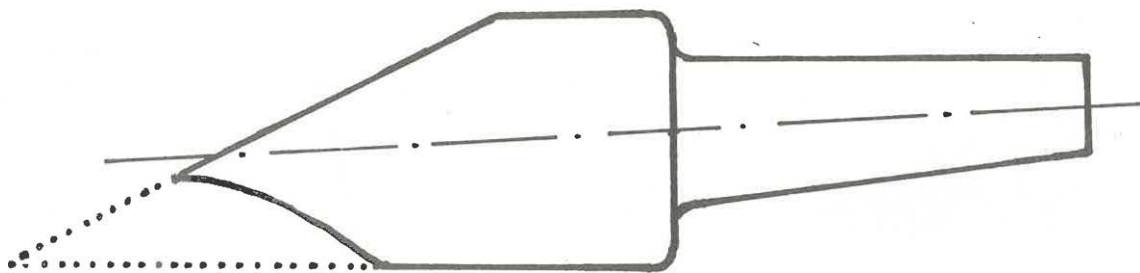


Unifikované kopinaté zuby VZMA - 2671

Příloha č. 3



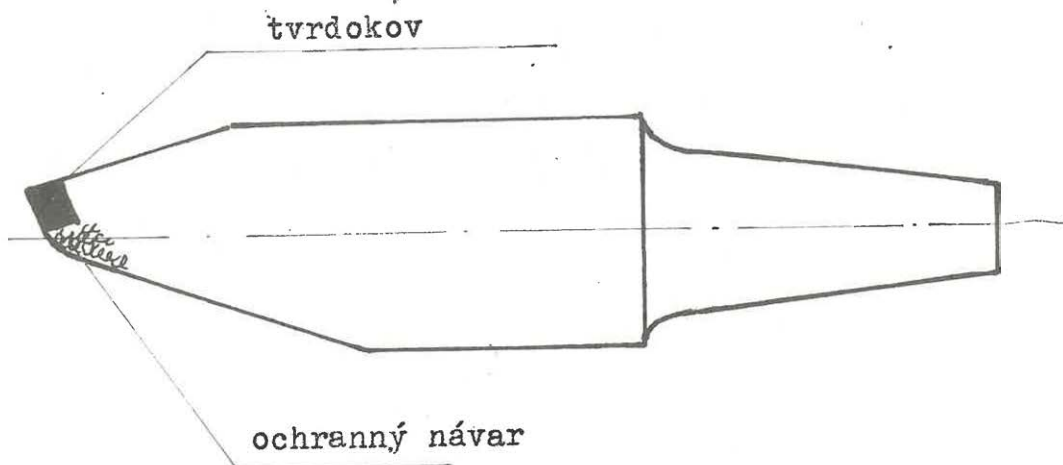
Spojité břity KU 800 vyráběné Uničovskými strojírnami
Příloha_č._4



Opotřebení zubů K 10 000 při práci v silně
abrazivních píscích po vytěžení 350 000 m³

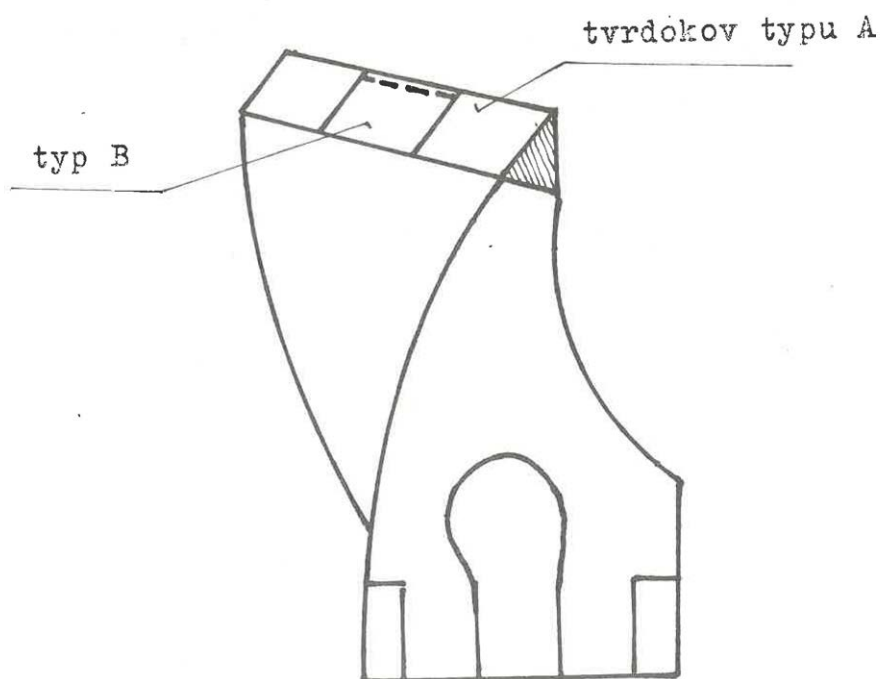
Příloha_č._5

Příloha č. 6

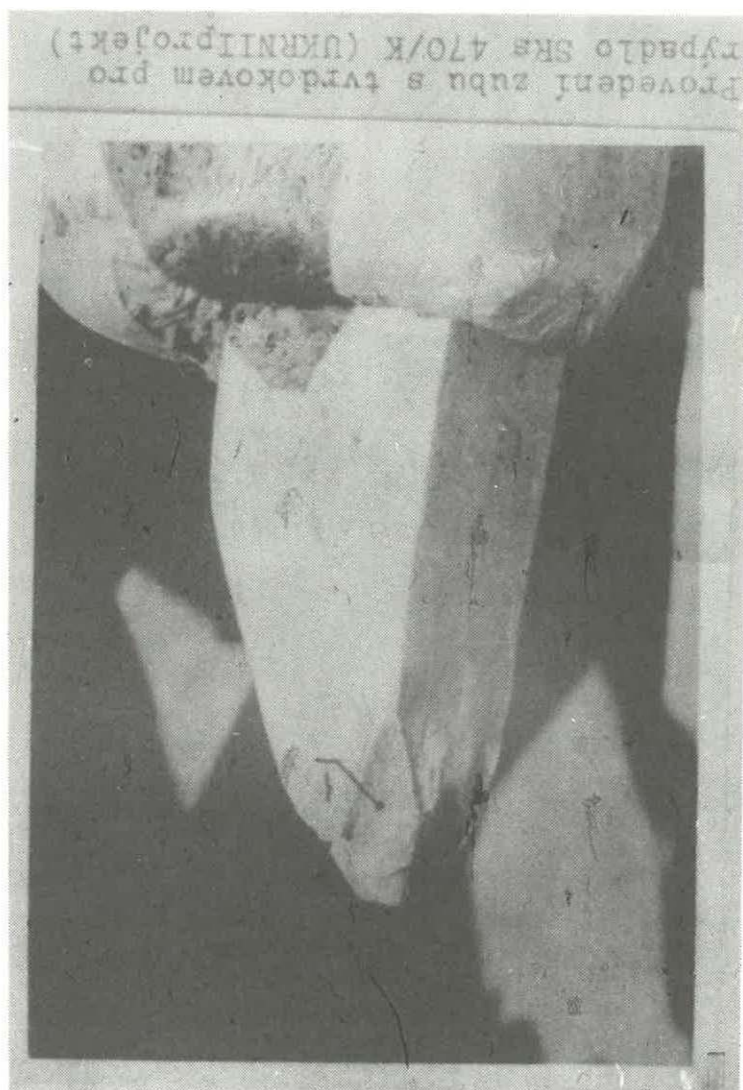


Ideový návrh zubu pro K 10 000
podle firmy Sandvik

Příloha č. 7

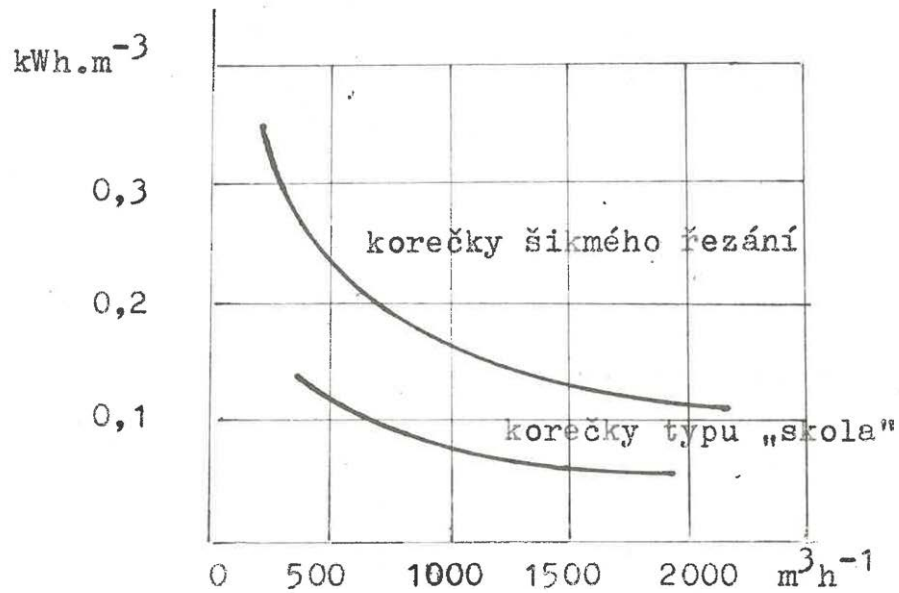


Speciální zub korečků rýpadla firmy O - K



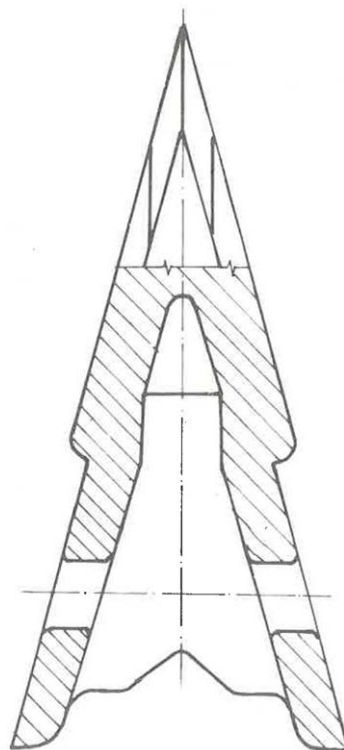
Ртлпга-г-8

Příloha č. 9



Specifická spotřeba energie pohonu kola při použití různých typů koreček

Příloha č. 10



NASAZOVACÍ KORUNKA DVOUDÍLNÉHO ZUBU
DLE VZMA