

Inž. Ladislav Košut, VÚHU :

POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI VRTACÍCH KORUNEK DO UHLÍ VE SPOLUPRÁCI S DBI FREIBERG

Při komorovém dobývání hnědého uhlí uplatňuje se ve značné míře provádění vývrtů pro trhací práce. Této namáhavé práci se věnuje v posledních letech velká pozornost. Byl vyvinut nový typ elektrické vrtačky, pracuje se na vývoji lehkých vrtacích tyčí a byl dokončen vývoj vhodného typu vrtacích korunek o průměru 42 mm.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí v Mostě se podílel největší měrou na srovnávacích zkouškách "starého a nového typu" korunek, jejichž označení je ČSN 221960, resp. PN 22 1960.

Vedle porovnání účinnosti obou typů korunek bylo prováděno zjištění optimálního počtu otáček v mezích přítlaků ručně vyvozovaných a zjištění krouticích momentů vyskytujících se při ručním rotačním vrtání.

Zkoušky byly provedeny v rámci přímé vědecko-technické spolupráce mezi DBI Freiberg a VÚHU Most společně s odborem technického rozvoje OŘ SHD v Mostě, a to na pokusném vrtacím zařízení ve Freibergu.

Popis pokusného vrtacího zařízení

Vrtací zařízení je jednoúčelové konstrukce a je určeno pouze pro účely podrobného výzkumu rotačních vrtacích korunek a vrtatelnosti různých druhů hornin. Vlastní vrtačka má hydraulický pohon i přítlak, což umožňuje plynule měnit parametry vrtání (otáčky a přítlak) ve velmi širokém rozsahu. Počet obrátek lze měnit od nuly do 1500 n/min a přítlak v rozsahu od 50 do 2000 kp. Kromě těchto dvou základních parametrů lze měřit při pokusném vrtání i krouticí moment (M_k) a to jak střední, tak i maximální, a to nezávisle na dvou místech, jednak na vřetení vrtačky a jednak na zkušebním horninovém kvádru jako reakci vyvolanou krouticím momentem otáčející se zkoušené korunky. Grafický záznam posuvu vřetene umožňuje přesné odečítání docílené vrtací rychlosti (po přepočtu na příklad v cm/min.).

Celé zařízení lze natáčet v oblouku od 0° do 90° a bylo by možné je instalovat i v dole při ověřování výsledků výzkumu v přírodních podmínkách.

Zařízení umožňuje výzkum jak tvrdokovových plátků, tak i rotačních vrtacích korunek, a jak bylo výše uvedeno, i výzkum vrtatelnosti středně tvrdých hornin. Při pokusech lze volit jako konstantní buď přítlak, nebo posuv, při různých nebo konstantních otáčkách. Zařízení je dokonalé a pracuje s přesnými výsledky.

Provedení zkoušek

Předmětem zkoušek bylo ověření správnosti směru vývoje rotačních vrtacích korunek do uhlí, které se používají v SHR. Hlavním úkolem bylo srovnání docílených vrtných rychlostí standardní korunky dle ČSN 22-1960 (viz obr. č. 1) a nejnověji vyvinuté korunky dle PN 22-1960 podle návrhu odboru technického rozvoje OŘ SHD (viz obr. č. 2). Při této příležitosti byly zkoušeny za stejných podmínek i dva vývojové mezitypy, řadící se mezi oba dva výše uvedené.

Vzhledem k tomu, že oba tyto mezitypy byly po technické stránce překonány a ne našly v SHR širšího uplatnění, není jejich výkresová dokumentace uvedena. Jedná se o korunky uváděné v hodnocení zkoušek pod označením "D" (kladenský typ), resp. "E" (typ VÚ).

Na přání DBI Freiberg byla vyzkoušena za stejných podmínek i nově vyvinutá korunka, určená v NDR k vrtání kamenného uhlí (v protokole označená "C"). Zkoušky s ní však nebyly dokončeny, neboť již po šesti vývrtech se ukázala její nevhodnost pro hnědá uhlí. Jeden pokus byl proveden s korunkou starého typu NDR rovněž s negativním výsledkem, když za stejných podmínek nebyl docílen žádný postup.

Aby podmínky zkoušek byly přiblíženy co nejvíce provozním poměrům v dole, byly všechny zkoušky provedeny vrtáním do uhelných bloků velikosti 50 x 50 x 25 cm kolmo na jejich vrstevnatost. Vzorek č. 1, 2 a 3 pochází z dolu Mír v Břežánkách a byl odebrán na dole Jaroslav v Proboštově.

Vzorky byly uloženy v dřevěných bednách a aby nedocházelo k jejich zvětrávání, byly ze všech stran zality vrstvou sádry. Bedny byly otevřeny až ve vrtné laboratoři těsně před započítím zkoušek. Třebaže od jejich odebrání uplynula doba jednoho měsíce, nejevily žádné známky zvětrání, o čemž svědčí i skutečnost, že např. do bloku č. 1 bylo provedeno celkem 28 vývrtů, z nichž dva nejbližší měly vzdálenost okrajů 10 mm. Stejně vlastnosti vykazovaly i zbylé tři bloky.

Základní parametry zkoušek

Zkoušky tvoří tři samostatné skupiny, které se navzájem liší hledaným výsledkem :

- 1/ srovnání původního standardního typu korunky s korunkou nově vyvinutou při konstantním přítlaku $p = 10 \text{ kp}$ a konstantních otáčkách $n = 785/\text{min}$. Srovnávací měřítko tvoří docílená vrtná rychlost a hodnota krouticího momentu. Do této skupiny jsou zařazeny současně i zkoušky obou čsl. mezitypů a korunek výroby NDR.

- 2/ Srovnání původního standardního typu korunky s korunkou nově vyvinutou při shora uvedeném konstantním přítlaku v závislosti na počtu obrátek vřetene, který byl určen ve čtyřech hodnotách : 400, 550, 785 a 900/min. Srovnávací měřítko tvoří opět docílená vrtná rychlost a hodnota krouticího momentu.
- 3/ Opakování zkoušek uvedených ve skupině 1 s tím rozdílem, že byl použit blok č. 4 z dolu Jaroslav a upustilo se od ověřování vývojových mezitypů. Při hodnocení byl pak dodatečně propočítáván výkon vrtačky v kW na jejím vřetenu.

Přesnost měření

- 1/ Hodnoty konstantní : a/ přítlak

b/ počet obrátek vřetene.

ad a/ Protože na pokusném zařízení leží měřicí rozsah přítlaku nad hodnotou používanou při ručním vrtání v severočeském hnědém uhlí, musel být přítlak vyvozován šikmou složkou váhy vrtačky na nakloněné rovině. Nastavení přítlaku na hodnotu 10 kp bylo provedeno opakovaným měřením tahoměrem. Přesnost nastavení činila $\pm 0,76$ kp, tj. $\pm 7,6$ %. Zkoušky byly tudíž provedeny s přítlakem $10 \pm 0,76$ kp.

ad b/ Počet obrátek byl nastavován s přesností $\pm 0,6$ %, což lze považovat za chybu zanedbatelnou.

- 2/ Hodnoty proměnné, zjišťované : a/ vrtná rychlost

b/ maximální a střední krouticí moment

c/ výkon v kW na vřetenu vrtačky.

ad a/ Vrtnou rychlost lze stanovit z grafického záznamu vrtání s přesností ± 2 %.

ad b/ Krouticí moment sledovaný na vřetenu vrtačky se vypočítává z grafického záznamu o průběhu vrtání. Hodnota středního krouticího momentu se stanovuje planimetrem a přepočtem v poměru k cejchovní hodnotě snímače, která byla stanovena vždy před každou zkouškou v závislosti na nastavené citlivosti měření. Přesnost stanovení hodnoty krouticího momentu činí ± 5 %. Krouticí moment na zkušebním vzorku zjišťován nebyl, neboť to nedovolovaly jeho rozměry.

ad c/ Výkon na vřeteni vrtačky byl stanoven početně ze vztahu

$$M_k = 716,2 \frac{N}{n} .$$

Jeho přesnost je dána mírou přesnosti zjištěného krouticího momentu M_k a počtu obrátek a chyba nepřekročila hranici $\pm 5,6$ %.

Záznamy o provedených zkouškách

Průběh a vyhodnocení bylo evidováno v protokolech; celkem bylo provedeno 74 vrtů, z toho korunkami čsl. výroby 67. Vyhodnoceny jsou však pouze zkoušky československých korunek, protože konstrukci korunek výroby NDR lze považovat z našeho hlediska za nevhodnou. Jejich nevhodnost se projevila při použitém přtlaku 10 kp, když nebyl zaznamenán žádný postup. Teprve po jeho zvýšení na hodnotu 15 kp byl docílen postup v hodnotě odpovídající československé korunce standardního typu.

Protokoly o provedených zkouškách nejsou v článku uvedeny a je provedeno pouze jejich konečné vyhodnocení (viz tab. 1 - 5).

Tabulka č. 1

Srovnání vrtných rychlostí

Korunka	A	B	D	E	P o z n á m k a
vrtná rychlost cm/min	198	457	133	136	Vzorek : č. 1, 2 a 3 Počet obr. n = 785/min Přítlak p = 10 kp
"	174	497	168	151	
"	162	520	167	133	
"	152	538	136	170	
"	135	392	140	168	
"	152	480			
"	127	420			
"	135	500			
"	110	452			
Ø cm/min	149	472	149	152	
Srovnání	1	3,2	1	1	

Označení korunek : A ... starý typ ČSR dle ČSN 22 1960

B ... nový typ ČSR

C ... nový typ NDR

D ... vývojový typ 1 (Kladno)

E ... vývojový typ 2 (VÚ)

Zkušební uhelné bloky : 1, 2 a 3 ... důl Mír v Břežánkách

4 ... důl Jaroslav v Probošově.

Tabulka č. 2

Srovnání krouticích momentů

Korunka	A	B	D	E	Poznámka
Střední M_k kpm	0,76	2,63	0,45	0,34	vzorek : 1, 2 a 3 n = 785/min p = 10 kp
- " -	0,56	1,87	0,59	0,73	
- " -	0,53	2,03	0,62	0,49	
- " -	0,53	3,06	0,51	0,69	
- " -	0,68	2,85	0,56	0,59	
- " -	0,57	2,30			
- " -	0,47	2,30			
- " -	0,53	2,56			
- " -	0,49	2,19			
$\emptyset M_k$ střed kpm	0,57	2,42	0,55	0,57	
Srovnání	1	4,24	1	1	

Tabulka č. 3

Závislost změny vrtné rychlosti na počtu otáček

Korunka	A				B				Pozn.
Otáčky n/min	400	550	785	900	400	550	785	900	
Vrtná rychlost cm/min	83	84	127	134	?	265	452	?	Vzorek : 1,2 a 3 p=10 kp
	60	88	135	152	267	290	420	535	
	76	92	110	171	203	320	500	535	
	88	114	152	154	240	400	480	551	
$\emptyset$ vrtná rychlost	77	95	131	153	237	318	463	537	
Srovnání	1	1	1	1	3,1	3,3	3,5	3,5	

Tabulka č. 4

Závislost změny M_k stř. na počtu otáček vřetene

Korunka	A				B				Pozn.
Otáčky n/min	400	550	785	900	400	550	785	900	
M_k stř. kpm	0,66	0,49	0,49	0,53	1,41	3,06	2,19	2,46	Vzorek: 1, 2, 3. $p = 10$ kp
	0,81	0,44	0,53	0,53	2,61	3,23	2,56	2,82	
	0,57	0,51	0,47	0,56	2,40	3,06	2,30	2,03	
	0,38	0,43	0,57	0,54	2,25	1,64	2,30	2,53	
$\emptyset M_k$ stř. kpm	0,61	0,47	0,52	0,54	2,17	2,74	2,34	2,46	
Srovnání	1	1	1	1	3,5	5,8	4,5	4,5	

Tabulka č. 5

Srovnání vrtných rychlostí a krouticích momentů

Korunka	A	B	Poznámka
M_k stř. kpm	0,55	2,58	Vzorek : důl Jaroslav Počet otáček : 785/min Přítlak $p = 10$ kp
	0,62	2,28	
	0,58	2,51	
	0,61	2,44	
Prům. hodnota	0,59	2,45	
Srovnání	1	4,1	
Vrtná rychlost cm/min	108	354	
	102	314	
	96	369	
	108	334	
Prům. hodnota	104	343	
Srovnání	1	3,3	

Zhodnocení zkoušek

Průběh a výsledky zkoušek ukázaly, že směr vývoje nového tvaru rotační korunky do uhlí Ø 42 mm byl správný. Pokud se týká docílené vrtné rychlosti, pak převyšuje ostatní korunky 3,2 x (u uhlí z dolu Mír), resp. 3,3 x při vrtání do uhlí z dolu Jaroslav. Zlepšení je tedy více než prokazatelné. Překvapuje, že ke zvýšení vrtné rychlosti nedošlo u obou vývojových mezitypů korunek označených "D" a "E".

Současně se zvýšením vrtné rychlosti vzrůstá však i střední krouticí moment, který dosahuje u nového typu korunky hodnotu 2,42 kpm, což je 4,24 krát více než u standardního typu (důl Mír), resp. 4,15 krát při vrtání do uhlí z dolu Jaroslav.

Při tomto středním krouticím momentu a 785 n/min činí potřebný výkon na vřetenu vrtačky 1,95 kW, což je o 0,75 kW více než je jmenovitý výkon dnes používané vrtačky typu TD 204/v, resp. o 1,05 kW u nově vyvinuté lehké vrtačky VD 004 B.

Proto, aby se předešlo "blokování" korunky, je nutné snížit přítlak pod hodnotu dnes užívanou a tudíž změnit způsob vrtání v tom smyslu, že na vrtačku se nesmí přitlačovat takovou silou, jak jsou horníci zvyklí při vrtání standardními korunkami. V opačném případě by mohlo zavedení nového typu korunky vést ke zvýšení nebezpečí úrazu následkem častého zasekávání. V tabulkách vyznačený maximální krouticí moment bude v praxi sotva dosahován, neboť byl zaznamenán vždy při zavrtávání korunky, které bylo vedeno ihned při konstantním přítlaku $p = 10$ kp na nerovném povrchu uhelného bloku, zatím co v provozu se uskutečňuje zavrtávání s přítlakem nepatrným.

Na druhé straně snižuje se podstatně podíl nejjemnější frakce uhelného prachu, protože při vrtání korunkou nového typu je vrtná drť již makroskopicky hrubozrnější. Odběr drtě, jakož i její rozbory nebyly prováděny, protože odsávací zařízení pokusné vrtačky bylo pro poruchu vyřazeno z provozu.

Závislost růstu vrtné rychlosti na počtu obrátek vřetene je zřejmá z hodnotící tabulky. Přestože bylo docíleno nejvyšší vrtné rychlosti při maximálním počtu obrátek, lze považovat $n = 785/\text{min}$, které mají dnes užívané vrtačky, za optimální a vyhovující.

Srovnání všech typů korunek bylo provedeno v laboratorních podmínkách. Přes poměrně malou hloubku vývrtů, která byla dána výškou zkušebních uhelných bloků, nebudou se zjištěné hodnoty podstatněji lišit od hodnot, kterých by se docílilo při vývrtech hlubších. U všech zkoušených typů může se docílená vrtná rychlost lišit směrem dolů a krouticí moment směrem nahoru. Srovnávací poměr zůstane však stejný a ten je pro posouzení všech typů rozhodující. Vzhledem k malé vzdálenosti jednotlivých vývrtů lze považovat jejich počet pro získání průměrných hodnot za zcela dostačující.

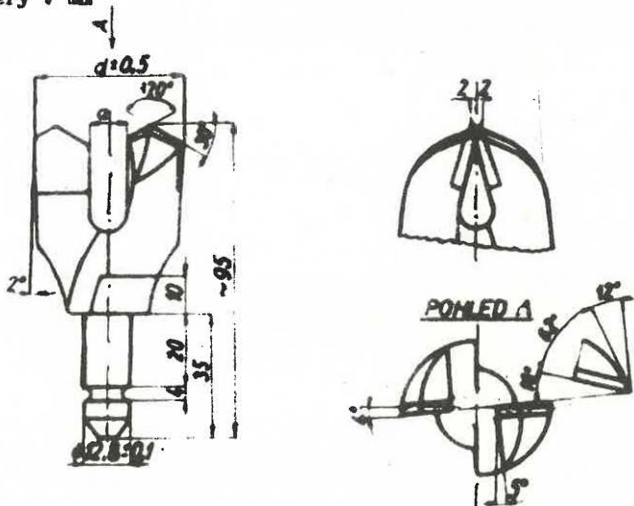
PODNIKOVÁ NORMA

Schválena: 14. 12. 1963

Severočeský hnědouhelný revír	Dělní nástroje VRTACÍ KORUNKY DO UHLÍ s břity ze slinutých karbidů	PN 22 1960
-------------------------------------	---	------------

Tato norma platí pro vrtací korunky s břitovými destičkami ze slinutých karbidů určené k rotačnímu vrtání do uhlí v dolech severočeského hnědouhelného revíru.

Rozměry v mm



Označení vrtací korunky Ø 42 s břity ze slinutého karbidu G 1 x.

VRTACÍ KORUNKA 42 PN 22 1960

d	a	Břitové destičky		Váha kg	Pro vrtací tyče
		ČSN 22 0881	ČSN 22 0882		
38	8	15,5	15,5	0,18	34/18,5
42	12	15,5	15,5	0,25	37/22

x/ viz čl. 2

Tisk: leden 1964	Tato norma je závazná.	Platí od: 1.2.1964	2-1-63 4
---------------------	------------------------	-----------------------	-------------

Obr. č. 2