

Ing. Jiří B a r t á k, VÚHU

Vliv technologického postupu na vytváření vysoké kusovitosti

V prvním čtvrtletí letošního roku byla provedena dvě měření kusovitosti na rypadle KU 800/6, která měla posoudit vliv technologického postupu rypadla a řezných orgánů na kusovitost těženého materiálu.

Při měření byly sledovány tyto veličiny:

- a) výsuv kolesového výložníku
- b) sklon kolesového výložníku
- c) otáčky motoru otoče horní stavby
- d) vytěžené množství zeminy
- e) řezný a rypný odpor zeminy
- f) kusovitost těženého materiálu

Výsuv kolesového výložníku byl měřen metrem a sklon kolesového výložníku sklonoměrem, vždy po ukončení obou manipulací na počátku nové štěpiny. Otáčky motoru otoče horní stavby byly snímány tachodynamem a zaznamenány na registrační pásek po celou dobu měření. Vytěžené množství zeminy bylo měřeno tenzometrickými vahami s registračním záznamem na pásovém dopravníku DPD za rypadlem. Rypný odpor zeminy byl určen nepřímou metodou měřením příkonu pohonu kola a zaznamenán rovněž na registrační pásek. Kusovitost těženého materiálu byla zachycena fotograficky na předním pásu kolesového výložníku v intervalu 30 sekund.

Rýpací čas jednotlivých štěpin byl stanoven z registračního záznamu otáček motoru otoče horní stavby rypadla.

Rozměry třísky na jednotlivých štěpinách byly určeny z délek výsuvu a sklonu kolesového výložníku, rychlosti otoče horní stavby rypadla a otáček kola. Na převodovkách pohonu kola byla zařazena druhá (vyšší) rychlost, to je $7,69 \text{ ot.min}^{-1}$.

Při prvním měření 17.1.1977 byla pravá strana korečků a mezibřitů osazena zuby a na levé straně kola byly ponechány břity. Na bocích korečků a mezibřitů byly navařeny ocelové pásy ve vzdálenosti 0,82 m od špičky zubů a břitů, které měly omezit vniknutí velkých kusů zeminy z boků do prostoru kola.

Druhé měření bylo provedeno 10.3.1977, kdy všechny korečky a mezi-

břity byly osazeny zuby, na bocích zůstaly ocelové pásy a v pěti korekcích z osmi byly vytvořeny řetězové sítě proti vniknutí velkých kusů zeminy do kola při řezání zeminy.

Popis skryvkového řezu rypadla KU 800/6 na lomu Merkur

Rypadlo KU 800/6 v době prvního měření postupovalo od západu na východ, výška řezu byla 18 m, pojezdová pláň je v nadmořské výšce 300 m.

Téměř horizontálně uložené lavice tmavších jílu až jílovců se střídají se světlejšími. V horní části řezu (3 m pod horní hranou) je téměř vodorovný proplástek jílovce slabě jemně písčitého, mocnosti asi 20 cm. Z úrovně pojezdové pláně vychází asi dvoumetrová lavice tmavě šedého jílu, který nasedá na slabě jemně písčitý proplástek 15 cm mocný, stoupající k východu 5° .

Celá stěna, vytvořená spouštěním kola, je narušena bohatou sítí téměř svislých puklin, vzdálených od sebe zhruba po 0,5; 1 a 2 m, u nichž se zvlášť výrazně projevuje systém puklin ve směru JVV - SZZ ve vodorovné rovině a systém s tímto svírající přibližně 70° ve svislé rovině. Také odlučnost jednotlivých horizontálních lavic je dobře patrná.

V době druhého měření rypadlo KU 800/6 postupovalo od východu k západu, zeminu těžilo v zářezu spuštěním kolesového výložníku. Výška řezu ve směru osy postupu byla 7 m, maximální výška řezu 18 m byla vpravo od osy postupu, v rozmezí uhlů ca 20° až 60° . Výška boku řezu byla přibližně 15 m.

Vyhodnocení provedených měření

V literatuře je uváděn optimální poměr hloubky a šířky třísky pro snížení kusovitosti rýpané zeminy o velikosti 2 až 2,5. Při prvním měření byl dosažen nejmenší poměr 2,19 na 7. štěpině a největší poměr hloubky a šířky 115 byl dosažen v několika případech na 5. štěpině (tab. č. 1). V druhém měření byl dosažen nejmenší poměr hloubky a šířky třísky 1,39 na čtvrté štěpině a největší poměr 6,62 na sedmé štěpině. V tomto případě není uvažován poměr mezi hloubkou a šířkou (10,12), dosažený na osmé štěpině, protože pro výměnu filmu nebyla zachycena kusovitost (viz tab. č. 2).

Z tabulek č. 3 a 4 "Vyhodnocení kusovitosti na rypadle KU 800/6"

není možno zjistit výrazný vliv změny poměru mezi hloubkou a šířkou třísky na změnu kusovitosti. Výskyt větších kusů (nad rozměr 551 mm) z hlediska tohoto poměru je možno považovat v tomto případě více za nahodilý.

Porovnáním parametrů třísek u štěpin č. 2 až 4, dále 5 a 6 v tabulce č. 1, které jsou si podobné, s výskytem kusovitosti rýpané zeminy na daných štěpinách (tab. č. 3), je vidět výrazný pokles kusovitosti u štěpin se sudým číslem. Při těchto štěpinách byla tříska řezaná levou stranou korečků a mezibřítů (směr otáčení kolesového výložníku vlevo) proti sklonu puklin ve svislé rovině, a tím nedocházelo k vytrhávání kusů zeminy. Naopak u lichých štěpin, kdy tříska byla řezána pravou stranou korečků a mezibřítů byl směr výsledného vektoru rychlosti (složen z vektorů rychlosti otáčení kolesového výložníku a otáčení kola) téměř shodný se směrem puklin na řezu a docházelo ke značnému vylamování velkých kusů zeminy.

Tento jev byl zvláště výrazný na páté štěpině, kdy při hloubce třísky $h_{\max} = 1,15$ m bylo nutno devětkrát zastavit přední pás a rozbít kusy o minimální délce 0,9 m. Z tohoto důvodu je v tabulce č. 1 provedeno značení některých štěpin pomocným indexem. Poslední dvě části páté štěpiny ($5P_L$ a $5P_P$) byly odrýpány pro značný výskyt velkých kusů se zmenšenou hloubkou třísky. Pro objektivní porovnání kusovitosti páté a šesté štěpiny v tabulce č. 3 je nutno k vyhodnocení kusovitosti páté štěpiny ještě vzít v úvahu pro její četnost, kusy o min. délce 0,9 m, které způsobily přerušování těžby a vyskytly se mimo zvolený interval fotografování.

Celkový čas rýpání páté štěpiny přesáhl jednu hodinu. Šestá štěpina s větší hloubkou třísky $h_{\max} = 1,2$ m, rýpaná proti sklonu puklin, byla odtěžena za 7'27" bez přerušování těžby.

Pro částečné snížení kusovitosti rýpané zeminy při těžbě po sklonu puklin je vhodný způsob provedený na štěpině č. 7 a dalších štěpinách, které v tabulkách č. 1 a 2 nejsou vyhodnoceny pro poruchu registračního přístroje otáček motoru pohonu otoče horní stavby rypadla. Při menší hloubce třísky byla zvolena taková rychlost otáčení horní stavby, že došlo k podstatnému zvětšení úhlu mezi sklonem puklin a směrem výsledného vektoru rychlosti na zubech korečků i mezibřítů a výraz-

nému snížení kusovitosti (vzhledem ke štěpinám č. 3 a 5) způsobené vyjetím narýpaných kusů po puklinách. Teoretické hodinové výkonnosti dosažené na zde neuváděných štěpinách se pohybovaly v rozsahu od $1782 \text{ m}^3 \text{ s. z. h}^{-1}$ do $2323 \text{ m}^3 \text{ s. z. h}^{-1}$.

Vliv různých řezných orgánů, v našem případě břitů a zubů, na kusovitost těžného materiálu nebylo možno objektivně určit z malého počtu měření, kde pravděpodobně rozhodující vliv na kusovitost měl sklon puklin a řezu. Přesto bylo na rozdíl od břitů často pozorováno na začátku zařezávání zubů do zeminy utrhávání celých lavič širokých až 1,5 m. Rovněž při najetí kola na dříve spadlé kusy zeminy docházelo u břitů k ořezávání tohoto kusu a u zubů buď k jeho rozlomení, nebo napíchnutí a přehození na ocelovou konstrukci za koleso. Dle názoru osádek rypadla KU 800/6 a dalších pracovníků dolu Merkur, zuby zvyšují kusovitost rýpané zeminy, a proto byly asi po tříměsíčním provozu s korečků a mezibřitů odstraněny a nahrazeny původními břitů.

Při druhém měření byla kusovitost na jednotlivých štěpinách ovlivněna řetězovou sítí vytvořenou v pěti korečcích u osmi. Ze stejných důvodů není v tabulce č. 4 vidět rozdíl mezi rypáním po sklonu nebo proti sklonu puklin. Protože se rypadlo vracelo zpět, měla být větší kusovitost na sudých štěpinách, rýpaných levou stranou korečků a mezibřitů. Vliv řetězové sítě na kusovitost dopravované zeminy na předním páse je zřejmý i z toho, že kusovitost se výrazně nemění ani v závislosti na parametrech třísky. Výjimečný výskyt velkých kusů, délky ca 651 mm a více, na předním páse je způsoben tím, že ve třech korečcích nebyla ještě provedena řetězová síť.

Nevýhodou těchto sítí je značný přehoz vytěžené zeminy na ocelovou konstrukci kolesového výložníku s následným pádem na pracovní plošinu. Aby nedošlo k opětovnému odtěžení při těžbě na spodní části řezu, byly tyto kusy odhrnuty buldozerem k bočnímu svahu, kde dojde za určitý čas vlivem povětrnostních podmínek k jejich rozrušení.

Současně se sledováním kusovitosti byly na jednotlivých štěpinách měřeny řezné odpory. V tabulce č. 5 jsou uvedeny naměřené hodnoty ze dne 17.1.1977. Zjištěná střední velikost řezných odporů se pohybovala v rozsahu od 31 do 59 kNm^{-1} s maximálními hodnotami do 74 kNm^{-1} . V tabulce č. 6 jsou uvedeny hodnoty zjištěné při 2. měření dne 10.3.1977.

Střední velikost řezných odporů se pohybovala v rozsahu od 29,5 do 119 kNm⁻¹, maximální hodnoty až do 156 kNm⁻¹. Vzhledem k tomu, že charakter zemin byl v obou místech měření shodný, je možno nárůst řezných odporů vysvětlit jen instalací řetězových sítí v korečkách, kdy větší kusy zeminy zachycené na oku sítě neumožní volný průchod dalšímu rýpanému materiálu do korečku.

Závěr

V zeminách rozrušených sítí puklin nebyl pozorován výrazný vliv různých poměrů hloubky a šířky třísky na změnu kusovitosti těženého materiálu. Značný pokles kusovitosti byl zaznamenán u štěpin rýpaných proti sklonu těchto puklin, kdy bylo možno rýpat zeminu s hloubkou třísky až 1,2 m a šířkou od 0,014 do 0,078 m, při dosažené teoretické hodinové výkonnosti 3580 m³ s. z. h⁻¹. Naopak u štěpin rýpaných po sklonu trhlin bylo snížení kusovitosti dosaženo při malé hloubce (maximálně 0,52 m) a velké šířce třísky (0,237 m). Teoretická hodinová výkonnost se pohybovala v rozsahu od 1782 do 2323 m³ s. z. h⁻¹. Možnost použití výše uvedených technologických postupů je závislá na orientaci puklin ve vodorovné i svislé rovině, která bude v každém dolovém poli rozdílná.

Výsledky provedených měření ukazují, že technologickým postupem není vždy možné ovlivnit velkou kusovitost rýpané zeminy. Další možnosti snížení vysoké kusovitosti jsou v oblasti konstrukce, a to zmenšením vstupních otvorů korečků při zvětšení jejich počtu, případně drčením těženého materiálu přímo na kolese kruhadlem, nebo jiným zařízením.

Recenzoval: Ing. Ferdinand Vondráček, ing. Oldřich Klimecký

S h r n u t í

Vliv technologického postupu na vytváření vysoké kusovitosti

Byla provedena měření kusovitosti na rypadle KU 800/6, která posoudila vliv technologického postupu rypadla a řezných orgánů na kusovitost těženého materiálu. Výsledky provedených měření ukázala, že technologickým postupem není vždy možné ovlivnit velkou kusovitost rýpané zeminy.

Tabulka č. 1

Rozměry třísek a hodnoty teoretické hodinové výkonnosti jednotlivých štěpin

Ště- pina	Rýpací čas ště- piny t_r (min)	Otáčky motoru n_m ($l \cdot \min^{-1}$)	Délka trvání (min)	Šířka třísky b (m)	Hloubka třísky h_{max} (m)	Teoretická výkonnost Q_{ht} na štěpině ($m^3 s.z.h^{-1}$)	Skutečná výkonnost Q_{hs} na štěpině ($m^3 s.z.h^{-1}$)
2 L	9.21	Ø 340	0.45	0,178	0,62	3166	$= Q_{ht}$
		Ø 250	1.57	0,131			
		Ø 180	1.03	0,094			
		Ø 220	1.12	0,115			
		Ø 190	3.08	0,099			
3 P ₁	3.21	Ø 190	2.49	0,098	0,62	3119	1507
3 P ₂	3.31	Ø 105	3.22	0,054		2734	
4 L	8.01	Ø 100	3.04	0,051	0,71	2569	$= Q_{ht}$
		Ø 110	3.09	0,056			
		Ø 155	1.40	0,079			
5 P ₁	2.40	Ø 170 Ø 110	0.52 1.17	0,085 0,055	1,15	3620	1845
5 P ₂	4.57	Ø 60 Ø 45	1.47 3.00	0,03 0,022		4214	
5 P ₃	0.37	Ø 25	0.37	0,12		799	
5 P ₄	1.43	Ø 20	1.21	0,01		1412	
5 P ₅	0.30	Ø 45	0.24	0,022		1742	
5 P ₆	1.08	Ø 20	1.03	0,01		3408	
5 P ₇	0.57	Ø 20	0.51	0,01		1993	
5 P ₈	0.36	Ø 20	0.29	0,01		2019	
5 P ₉	1.13	Ø 50	0,39	0,025		2490	
5 P _L	2.39	Ø 15	1.41	0,007	neurčena	1286	
5 P _P	3.30	Ø 120	2.41	0,06	neurčena	3537	
6 L	7.27	Ø 30	3.02	0,014	1,2	3582	$= Q_{ht}$
		Ø 60	2.02	0,029			
		Ø 100	0.47	0,049			
		Ø 160	1.07	0,078			
7 P	2.12	Ø 490	1.46	0,237	0,52	4129	$= Q_{ht}$

Tabulka č. 2

Rozměry třísek a hodnoty teoretické hodinové výkonnosti jednotlivých štěpin

Ště- pina	Rypací čas ště- piny t_r (min)	Otáčky motoru n_m ($1 \cdot \text{min}^{-1}$)	Délka trvání (min)	Šířka tríska b (m)	Hloubka tríska $h_{\max}$ (m)	Teoretická vý- konnost na ště- pině Q_{ht} ($\text{m}^3 \text{ s.z.h}^{-1}$)
3 P	2.18	$\emptyset$ 250	2.04	0,153	0,50	3471
4 L	2.16	$\emptyset$ 260	2.01	0,158	0,22	1577
5 P	2.15	$\emptyset$ 275	1.29	0,166	0,39	2937
6 L	2.10	$\emptyset$ 272	1.55	0,163	0,99	4438
7 P	4.22	$\emptyset$ 115	3.36	0,068	0,45	1388
8 L	3.04	$\emptyset$ 142 $\emptyset$ 285	1.58 0,45	0,084 0,168	0,85 0,85	3240
9 P	2.03	$\emptyset$ 300	1.52	0,176	0,35	2795
10 L	2.18	$\emptyset$ 270	1.39	0,157	0,79	3562
11 P	2.13	$\emptyset$ 290	1.06	0,168	0,29	2211
12 L	2.11	$\emptyset$ 267 $\emptyset$ 290	0.45 1.58	0,154 0,167	0,40 0,40	2795

Tabulka č. 3

Vyhodnocení kusovitosti na rypadle KU 800/6

Rozměr kusů (mm)	počet kusů na štěpině číslo :						počet kusů na štěpině číslo 2 - 7: přepočteno na 100 bm pásu					
	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7
1) 400 - 450	7	3	1	5	4		48	29	10	42	29	
2) 451 - 500				3	3					25	22	
3) 501 - 550	1	1			1		7	10			7	
4) 551 - 600					1	1					7	11
5) 601 - 650				1						8		
6) 651 - 700		2		2				19		17		
7) 701 - 750												
8) 751 - 800		1		2	1	1		10		17	7	11
9) 801 - 900		1						10				
10) 901 - 1000												
11) 1001 a více		1		2				10		17		

Vyhodnocení kusovitosti na rypadle KU 800/6

Rozměr kusů (mm)	Počet kusů na štěpině č.:										Počet kusů na štěpině č. 3 - 12 přepočteno na 100 bm pásu									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1) 400 - 450	2	4	3	5	5		4	2	4	6	46	92	69	95	64		153	57	115	115
2) 451 - 500		1	2	2				1	3	1		23	46	38				29	86	19
3) 501 - 550		1		2			1	1	3	1		23		38			38	29	86	19
4) 551 - 600	2			1			1				46			19			38			
5) 601 - 650			1					1					23					29		
6) 651 - 700			1						1				23						29	
7) 701 - 750																				
8) 751 - 800																				
9) 801 - 900		1		1								23		19						
10) 901 - 1000																				
11) 1001 a více																				

Tabulka č. 5

Řezné odpory

Štěpina	Řezný odpor		Koeficient nerovnoměrnosti α
	k_{str} (kNm ⁻¹)	k_{max} (kNm ⁻¹)	
3 P	54,36	73,88	1,35
4 L	58,94	70,82	1,2
5 P	32,85	38,40	1,16
6 L	30,93	42,02	1,35
	56,25	63,53	1,13
7 P	48,87	65,73	1,34

Tabulka č. 6

Řezné odpory

Štěpina	Řezný odpor		Koeficient nerovnoměrnosti α
	k_{str} (kNm ⁻¹)	k_{max} (kNm ⁻¹)	
3 P	76,92	122,69	1,59
4 L	94,01	153,83	1,63
5 P	109,56	154,38	1,40
6 L	46,83	64,10	1,36
7 P	118,97	156,10	1,31
8 L	29,41	37,97	1,29
9 P	104,84	135,33	1,29
10 L	47,96	73,68	1,53
12 L	72,42	118,02	1,62
	100,51	134,84	1,34