

Ing. Bohuslav K o r b, VÚHU

Možnosti použití hydraulických lžicových rýpadel pro pomocné práce na
povrchových dolech

1. Hydraulická lžicová rýpadla již nahradila dřívější lanová lžicová rýpadla v rozsahu kubatur lžic do 2-3 m³ téměř úplně, u větších kubatur částečně. Předností hydraulických rýpadel je zejména způsob přenosu síly, zaručující plynulost a regulovatelnost a řadu jiných výhod. Nezanedbatelnou předností hydraulických rýpadel oproti lanovým je též nižší poruchovost v provozu. Tak např. poruchovost za několikaleté období na lžicových rýpadlech různých typů byla v SHR taková:

/2/

	Hydraulická rýpadla		Lanová rýpadla				
	DH 101	TY 45	E 7	E 2,5	Mb 2	RY-1	D 102
	BSM,k.p.	BSM	Doly	Doly	Doly	BSM	BSM
Provozovatel							
Poruchovost	0,16	0,11	0,57	0,23	0,41	0,25	0,26

Poznámka: poruchovostí se rozumí podíl času PPO a neplánovaných oprav k čistému pracovnímu času stroje.

Hydraulická rýpadla se dnes vyrábějí v různém konstrukčním provedení a v různých velikostech. Pro určité provozní podmínky je třeba volit vhodné konstrukční provedení rýpadla. Konstrukční znaky, které hlavně ovlivňují použitelnost rýpadla pro netěžební práce na povrchovém dole jsou:

- provedení podvozku
- dosahové parametry
- silové možnosti pracovních orgánů

- druh a provedení pracovního nástroje.

V dalším věnujeme pozornost uvedeným konstrukčním znakům /4/.

2. Provedení podvozku

Podvozek může být proveden buď jako kolový, nebo jako housenicový. Provedením podvozku je ovlivněna zejména hmotnost a poloha těžiště celého rýpadla, což může mít podstatný vliv na možnosti použití stroje v provozu. Závislost hmotnosti a polohy těžiště na druhu podvozku rýpadel se stejným výkonem motoru je patrna z uvedeného přehledu, sestaveného pro velikosti rýpadel, u kterých aplikuje fa POCLAIN obě varianty podvozku při jinak stejném provedení.

Typ rýpadla POCLAIN	Výkon motoru kW	Podvozek	Hmotnost rýpadla t	Výše spod- ní hrany horní stavby nad zemí cm	Poznámka (pohon kol nebo spec. tlak na podl. MPa (kp/cm ²))
TY 2P	35	kolový	10,2	122	4 kola vše hnané 0,038 (0,38)
TC 45	35	housenicový	11,8	113	
L 2P	55	kolový	13,3	132	4 kola vše hnané 0,045 (0,45)
LC 80	55	housenicový	14,0	114	
GY 120	81	kolový	19,0	145	4 kola vše hnané 0,06 (0,6)
GC 120	81	housenicový	21,0	122	

Z údajů uvedených v přehledu možno vyvodit tyto závěry:

- hmotnost porovnávaných rýpadel na housenicovém podvozku je v průměru o 10 % větší než na kolovém podvozku;
- horní stavba rýpadel na kolovém podvozku je posazena výše než u

rýpadel na housenicovém podvozku, při čemž výše posazení horní stavby roste s instalovaným výkonem motoru, čili velikostí rýpadla, rychleji u rýpadel na kolovém podvozku;

- posazení horní stavby, jakož i hmotnost podvozku, ovlivňuje polohu těžiště rýpadla, a to tak, že při provedení na kolovém podvozku je těžiště celého rýpadla výše než při housenicovém podvozku. Zvýšení polohy těžiště při provedení na kolovém podvozku vyplývá jednak z posazení horní stavby výše, a jednak ze snížení hmotnosti podvozku;
- tlaky na podložku jsou zřejmě příznivější u housenicového podvozku;
- při práci v materiálech s proměnlivými rýpnými odpory, jak se vyskytují v SHR, se při rýpání požaduje pevná základna a vysoká stabilita, čemuž lépe vyhovuje housenicový podvozek.

3. Dosahové a silové parametry a možnosti jejich využití v provozních podmínkách SHR

V SHR bude třeba v mnoha případech použít hydraulických rýpadel v těžkých provozních podmínkách, kterým nejlépe vyhoví housenicový podvozek. Pro takové případy předpokládáme použití rýpadla na housenicovém podvozku o výkonu motoru 120 až 130 kW a analyzujeme jeho pracovní možnosti z hlediska dosahových a silových parametrů. Pro porovnání je dále provedeno zhodnocení rýpadla československé výroby DH 101 - Uničovských strojírů a rýpadla západoněmecké výroby RH 14 - fy Orenstein a Koppel, vybavených lžicí 1 m³.

Poznámka: rýpadla mohou být vybavena lžicemi různých kubatur až do 2 m³.

Dosahové parametry jsou patrné z uvedené tabulky:

Druh lžice	Rýpací dosahy			Vyklápečí dos.		Poznámka
	vzdálen m	hloubka m	výška m	vzdál. m	výška m	
DH 101-129 kW						
hloubková	9,7	5,8	-	8,0	5,3	základní násada
	10,6	7,0	-	9,2	5,0	prodloužená násada
výšková	11,1	5,9	9,5	6,7	4,4	prodloužená násada
	9,6	5,3	7,8	6,0	3,7	základní násada
nakládací	7,9	3,1	8,2	4,5	5,2	lžice 2 m ³
RH 14-115 kW						
hloubková	9,5	5,8	-	6,5	5,8	základní násada
	10,3	6,9	-	6,7	6,0	prodloužená násada
nakládací	8,5	4,7	7,5	5,1	6,1	lžice 1,8 m ³

Pro posouzení vhodnosti použití v určitých provozních podmínkách je však důležité analyzovat také hodnoty řezných odporů, jaké by rýpadlo ještě zvládlo. Příslušný přepočít provedme vztažením max. rypné síly na 1 cm délky řezné hrany. Délka řezné hrany je stanovena metodou VŮHU dle /1/. Hodnoty max. rypných odporů jsou dále vypočteny ve vybraných případech pro tloušťku třísky přibližně 20 cm: (bez odečtení vlivu hmotnosti zdvihané zeminy).

Druh lžice	výrobce u daná rypná síla		délka řezné hrany cm	vypočtený rypný odpor	
	kN	Mp		N/cm	(kp/cm)
DH 101					
hloubková 1 m ³	168	16,8	170	990	99
výšková 1 m ³	100	10,0	170	590	59
nakládací 1,6 m ³	170	17,0	220	770	77
RH 14					
hloubková 1 m ³	160	16,0	165	970	97
nakládací 1,8 m ³	160	16,0	230	700	70

Vypočtená výše rypného odporu závisí jednak na tloušťce třísky, a jednak na šířce lžice. Z toho hlediska jsou výhodná např. rýpadla fy Orenstein a Koppel, která dodává bohatý sortiment lžic různých šířek, což umožňuje volit vhodnou lžici pro různé druhy dobývaného materiálu.

Abychom mohli posoudit možnosti použití hydraulických rýpadel v podmínkách SHR, je třeba vypočtené hodnoty rypných odporů konfrontovat se skutečností. K tomu účelu se uvádí vybraná část výsledků měření s pomocí měrného korečku na skrývce VMG /1/. Rýpaný materiál tvořily jíly, písky a tvrdé jílovce, které převažovaly.

Vybrané údaje výsledků měření na VMG:

Rozměr třísky (cm)		Řezné síly v kN		Řezný odpor dle měření	
tloušťka	délka řezné hrany	P max.	P stř.	k max.	k stř.
				N	N
40	152	186,5	79,3	1227	522
50	172	136,5	116,1	794	675
30	132	167,8	74,8	1271	567
25	122	141,2	105,5	1158	862
10	84	48,8	26,1	582	311
25	122	193,7	104,6	1588	857

Nápadné jsou velké rozdíly v max. a středních hodnotách řezných odporů, což je charakteristické pro složení rýpaného materiálu. Právě v takových poměrech je výhodné použít hydrostatického přenosu sil, tedy hydraulická rýpadla.

Naměřené maximální hodnoty řezných odporů překračují většinou vypočtené hodnoty na výše porovnávaných rýpadlech, zatímco střední naměřené hodnoty jsou pod vypočtenými. Volené velikosti rýpadel DH 101 nebo RH 14 se tedy ukazují pro uvedené provozní podmínky jako dolní hranice velikosti. V poměrech, v jakých bylo provedeno měření, by bylo třeba buď používat lžice s malou šířkou, nebo řezat relativně tenké třísky, eventuálně obojí.

Rýpadlo DH 101 vychází z analýzy dosahových a silových parametrů jako velmi dobrý stroj a plně se vyrovná rýpadlu RH 14 fy Orenstein a Koppel.

4. Druh a provedení pracovního nástroje

Světoví výrobci hydraulických rýpadel, jako např. fy POCLAIN - Francie, nebo Orenstein a Koppel - NSR, vyrábějí mnoho druhů výměnných pracovních orgánů v různých provedeních a rozměrech. S jednotlivými pracovními orgány pak možno vykonávat různé práce. Pro poměry povrchových dolů jsou v dále uvedeném přehledu sestaveny jednotlivé druhy nástrojů a k nim přiřazeny práce, jejichž konání by přicházelo v úvahu:

Pracovní nástroj	Práce přicházející v úvahu
hloubková lžice	hloubení odvodňovacích příkopů hloubení jámek likvidace zápar a ohňů
výšková lžice	odtěžení zbytkových kubatur
nakládací lžice	nakládání kusovitého a kamenitého těživa, šterku apod.
drapák segmentový	nakládání kusů a balvanů
hydraulické kladivo	rozbití beton. celků, staveb. zákl., tvrd. kusů
spirálový vrták	vrtání děr do hloubky cca 5 m
sekáč	likvidace stromových porostů
jeřábový hák	zdvihání dílů, pokládání panelů a korýtek (pracuje přesněji než autojeřáb)
rozrývací zub	rozrušování tvrdých vrstev hornin

Na československých hnědouhelných dolech jsou obvykle k dispozici pro netěžební práce další mechanizační zařízení kromě hydraulických rýpadel. Objem netěžebních prací je tak značný, že je třeba mít k dispozici speciální zařízení a není většinou účelné počítat s univerzálním zařízením pro všechny výše uvedené práce (častá výměna pracovního nářadí, požadavek na čas, lidské síly a pomocné prostředky). Tak např. pro zdvihání dílů jsou k dispozici autojeřáby, na rozrušování tvrdých hornin buldozery s rozrývači, na vrtání děr vrtné soupravy. Hydraulická rýpadla se využívají převážně pro rýpání nebo zakládání.

Jiná situace nastává na dislokovaných, vzdálených pracovištích, kde hydraulické rýpadlo tvoří jádro mechanizace. Tam je účelné počítat s výměnou pracovního orgánu podle potřeby a současně s místem pro skladování výměnných pracovních orgánů, přichází-li výměna často v úvahu. V případě nutnosti časté výměny pracovního orgánu je vhodná jako nosič základní stavba rýpadla do velikosti asi 74 kW (100 k) instal. výkonu, kdy se dá ještě pracovní orgán snadno vyměnit a doba výměny se počítá na minuty (20-60 minut). U rýpadel vyšších instal. výkonů bývá již zapotřebí pomocné zdvihací zařízení, alespoň dva lidé pro montáž, kromě řidiče zdvihacího zařízení, a čas montáže se měří již na hodiny.

Pro ilustraci výše uvedených zjištění se uvádí několik čísel. Na dole Merkur, kde pracují hydraulická rýpadla DH 101, činil v letech 1974 až 1976 pracovní čas jednoho rýpadla ročně kolem 2000 hodin za rok, čas PPO a ostatní asi 2000 hodin za rok na jedno rýpadlo. Při tom rýpadla pracovala pouze se lžicí a byla jako pomocné netěžební zařízení plně využita. Báňské stavby Most mají v provozu několik rýpadel TY 45 čs. výroby na kolovém podvozku na dislokovaných pracovištích, která mají k dispozici jako pracovní nářadí kromě lžice též drapák a jeřábový hák. TY 45 vykazují ročně na jedno rýpadlo necelé 2000 hodin čistého pracovního času, při čemž se používá různých pracovních orgánů.

5. Důležité předpoklady pro volbu rýpadla

Hydraulické rýpadlo možno volit buď na podvozku kolovém, nebo houšnicovém. Kolový podvozek je výhodný zejména z hlediska mobility stro-

je a možnosti transportu po cestách a silnicích. Avšak z hlediska stability stroje a jeho průjezdnosti terénem není tak výhodný jako podvozek housenicový. U rýpadel, od kterých se vyžadují vysoké řezné síly, a které rýpou v materiálech s proměnlivými rypnými odpory, je nutné počítat s housenicovým podvozkem. Například v SHR se vyskytují nadložní materiály, při jejichž rypání je během jednoho záběru lžíce maximální řezný odpor téměř 2,5krát větší než střední řezný odpor (např. $k_{str} = 52 \text{ N/mm}$, $k_{max} = 123 \text{ N/mm}$). Takové poměry vyžadují stabilní základnu stroje, čemuž odpovídá lépe housenicový podvozek než kolový.

Pro ilustraci se uvádí: na povrchových dolech rýnského revíru se projevuje tendence snižovat počet mechanizačních zařízení na housenicovém podvozku a nahrazovat je zařízeními na kolovém podvozku. Tak na příklad v roce 1973 tam činil podíl zařízení na housenicovém podvozku asi 30 %, zatímco v roce 1974 již jen 20 %. Přesto se jako pomocná rýpadla používají hydraulická rýpadla Orenstein a Koppel typů RH 6, RH 9 a RH 14, tedy stroje na housenicovém podvozku.

Pokud přijde v úvahu volba kolového podvozku, je nutné volit podvozek se čtyřmi koly, pohon na všechna kola, uzávěry diferenciálu. Podvozky tříkolové, jako u TY 45 čs. výroby, jsou pro práci v terénních poměrech SHR nevhodné.

Přibližnou směrnicí pro volbu podvozku možno vyjádřit takto : pro rýpadla s výkonem motoru nejvýše do cca 115 kW možno volit podvozek kolový nebo housenicový podle toho, pro jaké práce a v jakých podmínkách je rýpadlo určeno. Tak např. má-li být používáno různých pracovních nástrojů (časté výměny nástrojů) a rýpadlo má pracovat v lehce rozpojitelném materiálu (na povrchu), pak je účelné volit kolový podvozek. Pro práce v tvrdých materiálech, např. na skrývkových řezech, jakož i v případech, kdy požadovaný výkon motoru je vyšší než cca 115 kW a předpokládá se převážně práce rypáním, volit podvozek housenicový, specifický střední tlak max. $0,07 \text{ MPa}$ ($0,7 \text{ kp/cm}^2$).

6. Směrnice pro volbu hydraulického rýpadla pro pomocné práce na povrchových hnědouhelných dolech

Podle konstrukčního provedení a pracovních možností hydraulických rýpadel možno stanovit hrubou směrnici pro volbu vhodného zařízení s ohledem na určité provozní podmínky. Směrnice je sestavena do přehledné tabulky, kde je horizontálně uvedeno konstrukční provedení a vertikálně jsou charakterizovány provozní podmínky:

Konstrukční provedení Provozní podmínky	- podvozek housenicový - velikost stroje dle výkonu motoru se neomezuje v současné době do 150 kW - hlavní pracovní nástroj: lžíce	- podvozek kolový - velikost stroje dle výkonu motoru max. do 115 kW - pracovní nástroj libovolný
	Místo nasazení	- skrývkové a uhelné řezy - ostatní plochy povrchového dolu
Druh zeminy (3) (na pracovišti)	tvrdá, těžká i lehká, až do 5. těžní třídy dle ČSN 733050 (dle určení výrobce)	lehké, měkké až do 3. těžní třídy
Nejčastější druh práce	rýpání v rostlých zemínách	úprava terénu, odstraň. dřeva a kamenů, nakládání rozpojeného materiálu a ost. dle volby pracovního nářadí
Průjezdnost	terénem lehkým i těžkým i za nepříz. atmosfér. podmínek (vlhko)	lehkým terénem částeč. upraveným, za přízniv. atmosfér. podmínek (sucho)

Akční rádius (oblast činnosti)	omezený, málo časté pří- jezdy, denně max. do 500 metrů vzdálenosti	častá změna pracoviště i během dne na vzdále- nosti i přes 500 metrů
Četnost výměny nářadí	u velikosti s motorem nad 110 kW málo častá (jen lžíce výšková, hloubková a nakládací)	možná častá, u velikostí s motorem do 80 kW (snad- ná výměna jen obsluhou osádky, nad 80 kW nutná další lidská síla, event. zdvihací zařízení)

7. Přehled hydraulických lžicových rýpadel používaných v SHR

V SHR jsou v provozu zejména typy hydraulických rýpadel v prove-
dení:

Typ	Výrobce	Výkon motoru kW	Obsah lžíce max. m ³	Hmotnost t	Podvozek
DH 101	ČSSR-UNEX	129	2	26,8	housenicový
TY 45	ČSSR-Turč. stroj.	38	0,55	10,2	kolový
K 606	PLR-Warín- ski	81	1,2	15,3	housenicový
S 602	HLR-IUG Progresul	44	0,8	15,6	housenicový

Pracovními nástroji, které jsou k dispozici, jsou vesměs lžíce,
rýpadlo TY 45 je navíc vybaveno drapákem a jeřábovým hákem.

Velmi dobré provozní výsledky vykazují rýpadla DH 101, která s
ohledem na velké dosahové parametry a vysokou řeznou sílu jsou schopna
pracovat i v těžkých provozních podmínkách. Rýpadlo TY 45 se osvěd-

čilo při pracích na povrchu v lehčích provozních podmínkách. Pro práci v terénu za ztížených povětrnostních podmínek je však nevhodné provedení jeho podvozku, který sestává ze třech kol dvojité montáže, jedna osa hnaná, bez uzávěru diferenciálu.

Nejvíce používané rýpadlo typu DH 101 provádělo zejména tyto práce:

- odvodňovací rýhy
- vodní jímky a jejich čištění
- nakládání materiálu na auta
- zakládání materiálu
- vyuhlování a dokončovací práce
- drobné otvírky
- likvidace ohňů v závalových polích
- prohrabávání starých zasypaných chodeb a práce v uhelné sloji
- obhrabávání kamenů v nadloží za účelem jejich uvolnění
- hloubení stavebních výkopů

8. Závěr

Výše uvedená směrnice pro volbu vhodného hydraulického rýpadla pro povrchové hnědouhelné doly SHR, která vyplynula z analýzy hlavních znaků konstrukčního provedení rýpadel, je v souladu s provozními výsledky rýpadel v SHR.

Velmi osvědčené rýpadlo DH 101 doplňují další provedení např. DH 102 a DH 103 se zdokonaleným housenicovým podvozkem traktorového typu, jinak stejných parametrů jako DH 101. Na kolovém podvozku jsou k dispozici neklasická provedení rýpadel jako např. dokončovací stroje Sатур 051k a UDS 110a. Takové provedení je vhodné pro práce vyžadující mobilnost jako např. u dálkové pásové dopravy pro práci s rozpojeným materiálem (čištění pod poháněcími stanicemi, likvidace závalů).

K pracím na skrývkových řezech s tvrdými nadložními materiály, třída 3-5 dle ČSN 733050, a v uhelném lomu možno doporučit pro pomocné rýpací práce hydraulické rýpadlo na housenicovém podvozku o výkonu nad 120 kW. Pro práce vyžadující rýpání v některých materiálech třídy

1-2, výjimečně 3, možno počítat s rýpadlem na kolovém podvozku a též s eventuální výměnou pracovních nástrojů podle potřeby. Kolový podvozek musí být v terénním provedení, tj. pohon na všechna kola, uzávěry diferenciálu.

Literatura

- /1/ D.t. Janíček: Řezné odpory 1. skryvkového řezu na VMG - Výzkumná zpráva VÚHU, 12/1973
- /2/ Statistické údaje o provozu lžicových rýpadel (SHD)
- /3/ ČSN 733050 Zemní práce
- /4/ Ing. Korb: Návrh efektivního využití základní stavby hydraulických rýpadel - Výzkumná zpráva VÚHU, 6/1977

Recenzoval: Ing. Josef Drobný

S h r n u t í

Možnosti použití hydraulických lžicových rýpadel pro pomocné práce na povrchových dolech

Navrhují se kritéria pro volbu vhodného hydraulického lžicového rýpadla určeného k pomocným pracím na povrchovém hnědouhelném dole. Za tímto účelem je provedena analýza dosahových a silových parametrů a hodnocení hlavních konstrukčních znaků hydraulických lžicových rýpadel. Výsledky se konfrontují s provozními podmínkami v SHR. Pojednání se týká malých hydraulických lžicových rýpadel s možností vybavení sériově vyráběnými pracovními orgány. Nezahrnuje možnosti speciálního využití základní stavby hydraulických rýpadel.