

Bohdan Š k a r d a, VÚHU

Vývoj kolesových rypadel v SSSR

Současný vývoj v SSSR směřuje k přechodu z cyklické technologie reprezentované rypadly lopatovými a dragliny s dopravou kolejovou nebo automobilovou na technologii kontinuální s využitím kolesových rypadel, dálkové pásové dopravy a pásovými zakladači. V některých případech bude používána technologie cyklickokontinuální.

Těžební podmínky zaměřují výkon kolesových rypadel na:

- a) dobývání skrývky a uhlí
- b) dobývání tvrdých hornin
- c) dobývání velmi tvrdého uhlí

Mimo tyto základní podmínky nutno respektovat podmínky klimatické, tj. zabezpečit možnost práce při teplotách kolem -40°C a v neposlední řadě nutno respektovat úložní podmínky - šikmo uložené sloje.

Na povrchových dolech se při těžbě tvrdých hornin i velmi tvrdého uhlí ve značné míře používá střelné práce. V některých případech se střelné práce používá ke snížení vysokých řezů (řízený zával) a je tak možno dobývat i vysoké řezy kolesovými rypadly malých lineárních parametrů.

Pro dobývání skrývky a uhlí normální tvrdosti, kde lze použít kolesových rypadel s rypnou silou do $1000 \text{ N}\cdot\text{cm}^{-1}$ jsou zasazena kolesová rypadla klasického provedení sovětské i zahraniční výroby.

Pro dobývání tvrdých hornin a pro dobývání velmi tvrdého uhlí jsou vyvíjena kolesová rypadla s vysokou rypnou silou.

Na základě studií UkrNIIprojektu Kijev jsou tato rypadla navrhována s malými lineárními parametry. V roce 1967 byl vypracován technický projekt rypadla ERGV - 2500.13/1 a úvodní projekty rypadel ERGV - 1250.10,5/1 a ERGV-630.8,5/0,7 - obr. 1,2,3. Při konstrukci těchto rypadel byla respektována možnost efektivní práce při dobývání hornin až do rypné síly $300 \text{ N}\cdot\text{cm}^{-2}$ ($\approx 3600 \text{ N}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Podle INFORMACE předané na 23. zasedání VTR č. 2 v září 1974 bylo vyrobeno v Doněckém strojírenském závodě "Leninský komsomol Ukraji-ny" kolesové rypadlo se zvýšenou rypnou silou, označené ERP-1250.16/1.

Rypadlo je určeno pro dobývání tvrdých druhů uhlí a hlušinových proplátek i pro dobývání ostatních užitečných minerálů a skrývky se zvýšenou pevností v teplotním rozmezí od -40°C .

Po provedených provozních zkouškách je rypadlo nasazeno v kombinátě Ekibastuzugol. Technické parametry rypadla jsou uvedeny v tabulce.

Pro dobývání šikmo uložených slojí je ve vývoji rypadlo s vysokou stoupavostí o výkonu $5000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Rypadlo je navrhováno pro práci při úklonu pláňe do 11° , možnost transportu do 15° . Technické parametry rypadla jsou uvedeny v tabulce, rypadlo je zobrazeno na obr. č. 4.

Použitím tohoto rypadla bude možno uplatnit kontinuální technologii i při povrchovém dobývání šikmo uložených ložisek.

Přednosti této technologie:

- a) výška pracovních svahů v lomu přestává být závislá na lineárních parametrech dobývacího stroje
- b) tato technologie umožňuje dopravu skrývkových hornin nejkratší cestou na výsypku ve vyrubaném prostoru lomu
- c) dosahuje se značně vyšších technickoekonomických ukazatelů těžby.

Použitím tohoto rypadla k těžbě ústupu o výšce 40 m umožňuje snížit měrné náklady na 1 m^3 skrývky ve srovnání s náklady potřebnými k odtěžení kolesovým rypadlem ERŠR - 40/7.

Byly zjišťovány oblasti racionálního použití technologie dobývání s vysokou stoupavostí a bylo konstatováno, že náklady na těžbu 1 m^3 skrývky podle této technologie budou oproti stávající technologii nižší.

Kusovitost těženého materiálu je jedním z problémů, který narůstá úměrně se zvyšujícími se výkony kolesových rypadel. U stávajících kolesových rypadel, kde jsou používána kola s gravitačním vyprazdňováním, nelze docílit vyšších výkonů jinak než zvětšováním objemu korečků nebo zvětšováním počtu korečků s následným zvýšením průměru kola, změnami v konstrukci rypadla i zvýšením hmotnosti rypadla. U výrobců kolesových rypadel se proto projevuje snaha nahradit gravitační vyprazdňování zeminy z korečků jiným způsobem.

V SSSR se výzkum zaměřil na vývoj kola s odstředivým vyprazdňováním, u nás byly prováděny zkoušky kola s nuceným vyprazdňováním korečků.

V roce 1969 bylo na povrchovém dole "Zapadnyj" uhelného kombinátu Ekibastuzugol započato se zkouškami kola s odstředivým vyprazdňováním korečků, které bylo vyvinuto Doněckým strojírenským závodem "Leninský komсомоl Ukrajiny".

Koleso s odstředivým vyprazdňováním je technickou novinkou v konstrukci rypadel.

Nahrazení gravitačního kola za odstředivé mělo za cíl zlepšit provozně technické parametry rypadla ERG-400D. Mělo zvýšit asi 1,5krát specifickou řeznou sílu, zvětšit šířku a výšku dobývaného řezu, zmenšit kusovitost dobývané rubaniny, snížit úroveň dynamického namáhání hlavních funkčních uzlů rypadla a zvýšit účinnost selektivního dobývání uhlí.

V průběhu zkoušek byly používány korečky o obsahu 190 l. Došlo ke značnému snížení kusovitosti těživa a to jak při práci v rostlém materiálu, tak i v materiálu rozpojeném střelnou prací. Převážná část těživa byla velikosti 10 - 100 mm, největší ojedínělé kusy nepřesáhly 250 mm.

Obvodová i boční síla byla nižší než u gravitačního kola srovnatelného výkonu. Příkon kola činil v nakypřeném uhelném bloku 220 - 270 kW, v rostlém 250 - 370 kW, při dobývání skrývky nakypřené 230 - 490 kW, rostlé 480 - 510 kW.

Namáhání základních konstrukčních prvků rypadla vyvolané dynamickými rázy bylo průměrně 1,5 - 2krát (u kotevních prvků nakládacího výložníku 4 - 6krát) nižší než u rypadla s gravitačním kolem. Výjimku tvořilo jen napětí v prutech nakládacího výložníku vyvolané kmitáním v horizontální rovině, které naopak u rypadla s gravitačním kolem bylo 1,5krát nižší.

Při dobývání horninového masivu předem nenakypřeného střelnou prací při výkonu $700 - 800 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ byly dynamické rázy v konstrukčních prvcích rypadla 3 - 4krát vyšší než při dobývání materiálu nakypřeného.

V průběhu zkoušek byly - vzhledem k nadměrnému opotřebení zubů - vyzkoušeny různé druhy návarů. Jako nejvhodnější se jeví návar vysokochromové litiny. Životnost zubů opatřených tímto návarem je 3 - 3,5krát vyšší než u zubů vyráběných sériově.

V průběhu ověřovacího provozu bylo dosaženo maximálního směnového

výkonu 10 150 t, střední provozní výkon činil 6620 t, maximální hodinový výkon činil 2100 t.h^{-1} .

Provedené zkoušky i získané provozní výsledky prokazují, že odstředivé koleso má ve srovnání s kolesem gravitačním četné výhody.

Vzhledem k vysoké úhlové rychlosti odstředivého kolesa klesá téměř dvojnásobně velikost zátěže na konci kolesového výložníku. Z toho plyne možnost snížit o 25 - 35 % hmotnost rypadla při zachování všech jeho ostatních parametrů, nebo zvýšit výkon stroje, jeho specifickou rypnou sílu a poloměr řezu. Výhodou je symetrické uspořádání kolesa vzhledem k vynášecímu dopravníku. Vzhledem k menším rozměrům korečky a vyšší řezné rychlosti dosahuje se značně nižší kusovitosti těženého materiálu.

Nedostatky odstředivého kolesa ve srovnání s kolesem gravitačním jsou: zvýšená energetická náročnost procesu rypání, která plyne jak z větší rychlosti kolesa, tak z principu činnosti - tření vznikající mezi dobývanou horninou a porubní stěnou při jejím vynášení korečky; vysoká prašnost a intenzivní rozsev těžiwa u paty pracovní fronty; zhoršený výhled vedoucího rypadla s ohledem na konstrukční zvláštnosti kolesa.

Zlepšení provozních podmínek lze dosáhnout snížením frekvence výsypů o 10 - 15 %, dobývání vertikálními třískami tloušťky 30 - 40 cm, instalací protiprašného zařízení na kolese a prachových zábran na pásových dopravnících a přesypech.

V prosinci roku 1970 byl prototyp rypadla ERG - 400 D s odstředivým kolesem odsouhlasen jako provozně způsobilý pro efektivní výkony 1000 t.h^{-1} při měrné řezné síle 160 N.cm^{-2} ($\pm 1900 \text{ N.cm}^{-1}$) a 1400 t.h^{-1} při 120 N.cm^{-2} ($\pm 1450 \text{ N.cm}^{-1}$). Odstředivé koleso bylo doporučováno k těžbě tvrdých uhlí a hlušinových proplátek náchylných ke kvádrování.

Podle prospektu Doněckého strojírenského závodu "Leninský komсомола Украины" počítá se se sériovou výrobou rypadla s odstředivým kolesem ozn. ERGV - 630.2/0,5 od roku 1977, ověřovací prototyp je plánován na rok 1975. Rypadlo je zobrazeno na obr. č. 5, technické parametry jsou uvedeny v tabulce.

V ČSSR byl zahájen výzkum kolesa s nuceným vyprazdňováním koreček v Uničovských strojárnách. Bylo vypracováno několik variant, z nichž

dvě byly provozně ověřeny na dole A. Zápotocký (DAZ) v Ústí n/L. Na základě dohody mezi SU a PKAZ byl vyroben v dílnách DAZ prototyp rypadla s nuceným vyprazdňováním korečků s typovým označením K - 70.

V první zkoušené variantě byl vyprazdňovací mechanismus ovládn dvěma vačkami umístěnými u bočnic kola, při čemž vždy dva protilehlé korečky byly propojeny táhly. Korečky byly tvořeny pevnou řeznou bandáží, za kterou bylo mezi plechovými bočnicemi uloženo pružné pohyblivé dno korečku vytvořené z gumového pásu, které bylo ovládáno (napínáno) vyprazdňovacím mechanismem. Tento systém byl značně poruchový. Druhá varianta byla řešena tak, že ovládní pružného dna korečků bylo pomocí dvouramenných pák, kdy k delšímu konci byl připevněn jeden konec pružného dna, druhý byl uchycen za pevnou řeznou bandáží. Kratší konec páky byl opatřen kladkou, která se odvalovala po stavitelné vačce. Vačkou bylo možno nastavit okamžik výhozu materiálu z korečku. Bylo docíleno výkonů v průměru $250 - 300 \text{ t.h}^{-1}$, špičkově až 600 t.h^{-1} . I tento systém byl, přes různé úpravy provedené během provozu, které situace zlepšily, značně poruchový a další vývoj byl zastaven.

Přesto ověřovací provoz prokázal:

- a) větší obvodová rychlost nezabraňuje naplnění korečku těžkým materiálem, avšak vlivem odstředivé síly dochází k odstříku zeminy přes hramu korečku,
- b) použitý systém pružného dna korečku umožňuje vyprazdňování, avšak za cenu značné složitosti mechanismu,
- c) nevýhodou tohoto systému je nesouměrný výhoz zeminy a značný rozptyl při výhozu z korečku.

Ve VÚHU byl vypracován na základě studií a zkoušek s modelem o průměru 0,21 m návrh kola s nuceným vyprazdňováním korečků. Koleso bylo vyrobeno v Krušnohorských strojárnách, Komořany a provozně ověřeno rovněž na dole A. Zápotocký. Koleso bylo přizpůsobeno pro nasazení na rypadlo K - 70. Při konstrukci kola bylo nutno respektovat dané pohonné jednotky instalované na rypadle. Pro zachování optimálních silových podmínek při vyprazdňování korečků byl zvolen průměr kola 2,1 m.

Těleso kola je tvořeno dvěma bočnicemi s ložisky uloženými na pevné ose kola. Na bočnicích jsou uchyceny korečky, jejichž pevná část dna je vytvořena částí rotační plochy. Bandáž korečků je hladká,

ve střední části je rozšířena do dvou zubů. Břit bandáže je skloněn pod úhlem asi 25° . Hlavním elementem kola je kyvná klapka s osou rotace v předních čepích korečků. Je to dvouramenná páka svírající úhel cca 90° , kde jedno rameno vytvoří pohyblivé dno korečku, druhé rameno tvoří páku, která ve zvolené poloze korečku najíždí na pogumovanou vodící vačku stavitelně uloženou v tělese kola. Při najetí páky na tuto vačku dochází k relativnímu pohybu kyvné klapky, při němž se pohyblivé dno korečku urychluje a vytlačuje zeminu z prostoru korečku.

Rypadlo s tímto novým kolem bylo uvedeno do provozu v listopadu 1971. Po některých úpravách bylo rypadlo nasazeno k pásu č. 6 v lomu DAZ. Během ověřovacího provozu byl několikrát sledován výkon rypadla a byl zjištěn průměrný výkon 300 t.h^{-1} se špičkovými ojedinělými výkony přes 500 t.h^{-1} .

Při výkonové zkoušce provedené dne 26.5.1972 byly zjištěny tyto hodnoty:

doba trvání výkonové zkoušky	41 min
manipulační ztráty	5 min 30 s
celkem vytěženo	165 t uhlí
průměrný výkon	280 t.h^{-1}
spotřeba energie motorem kola	22,5 kWh
specifická spotřeba vztažená na jednotku rozpojené hmoty	$0,136 \text{ kWh} \cdot \text{t}^{-1}$
špičkový výkon	530 t.h^{-1}

Kusovitost těženého uhlí při rozměrech třísky $9 \times 30 \text{ cm}$ nepřesáhla 10 cm.

V další etapě ověřovacího provozu bylo rypadlo nasazeno k těžbě tvrdého uhlí na spodku uhelné sloje i na skrývce.

Ověřovací provoz rypadla s nuceným vyprazdňováním korečků působil provozu DAZ značné organizační potíže. Dosahové parametry i výkonové parametry tohoto rypadla nedávaly možnost nasazení do linky se stávajícími rypadly K - 300 event. RK - 400. Bylo vždy nutno vytvořit takové technickoorganizační podmínky, aby rypadlo mohlo těžit na pásovou dopravu a aby přitom nebyl narušen vlastní provoz.

Z těchto důvodů nebylo možno dlouhodobě prověřit životnost jednotlivých prvků kola, zejména vyklápěcích den, pogumované stavitelné

vačky a podobně.

Přesto ověřovací provoz prokázal:

- a) vlivem pohyblivých den a vhodného tvaru koreček docházelo k usměrněnému výhozu zeminy z koreček
- b) je možné přesné nastavení okamžiku výhozu zeminy z koreček
- c) konstrukční zjednodušení vyprazdňovacího mechanismu dává předpoklad vyšší provozní spolehlivosti
- d) je zajištěna vhodná kusovitost těženého materiálu
- e) specifická spotřeba energie kola není použitím vyprazdňovacího mechanismu měřitelně zvýšena.

Rypadlo je zobrazeno na obr. č.6, technické parametry rypadla s kolem dle návrhu SU pod označením K - 70 a s kolem dle návrhu VÚHU pod označením K - 60 jsou uvedeny v tabulce.

S h r n u t í

Vývoj kolesových rypadel v SSSR

V článku jsou shrnuty některé údaje o vývoji kolesových rypadel v SSSR a uvedeny některé důvody tohoto vývoje. Bližší jsou popsána kolesová rypadla ERP - 1250.16/1 a vyvíjené kolesové rypadlo s vysokou stoupavostí. Samostatná stať je věnována vývoji a provozním výsledkům rypadla s odstředivým kolem, jehož vývoj probíhá v SSSR a pro srovnání jsou uvedeny některé výsledky z ověřovacího provozu kolesového rypadla s kolem s nuceným vyprazdňováním koreček, jehož vývoj probíhal v ČSSR. V tabulce jsou uvedeny technické parametry některých rypadel.

Р е з ю м е

Развитие роторных экскаваторов в СССР

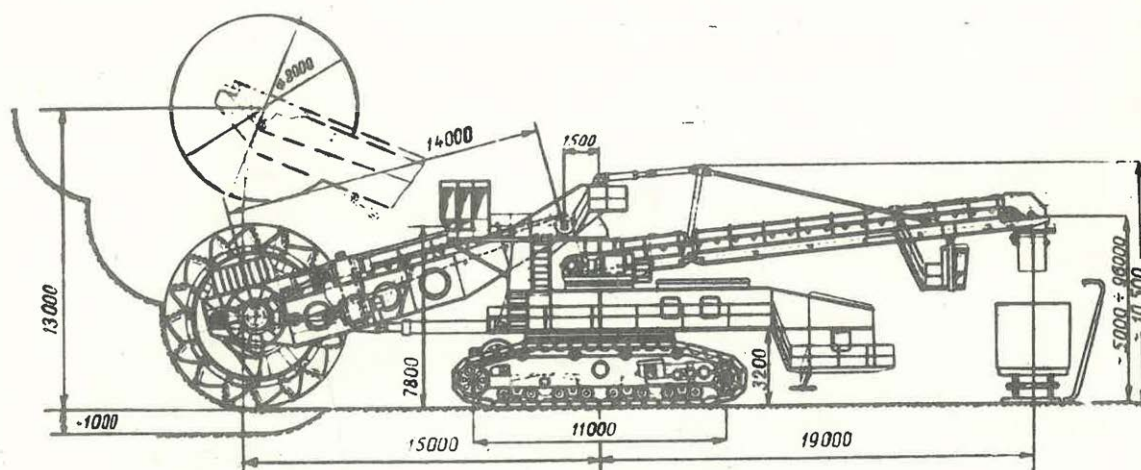
Статья обобщает некоторые сведения о направлениях развития роторных экскаваторов в СССР и их обосновании. Более подробно описаны роторный экскаватор ЭРП-1250.16/1 и находящийся в развитии экскаватор для разработки наклонными слоями. Самостоятельный раздел посвящен развитию и эксплуатационным результатам применения ротора с центробежной разгрузкой грунта. Полученные результаты со-

поставляются с результатами работы сконструированного в СССР экспериментального образца ротора с принудительной разгрузкой ковшей. В таблице собраны технические характеристики экскаваторов разных типов.

Z u s a m m e n f a s s u n g

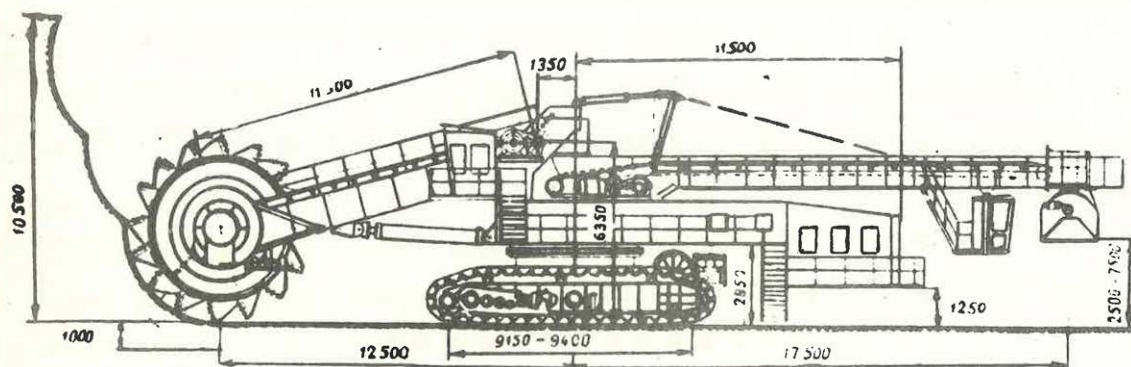
Entwicklung der Schaufelradbagger in der UdSSR

In dem Artikel werden einige Angaben über die Entwicklung der Schaufelradbagger in der UdSSR und die Gründe dieser Entwicklung angeführt. Näher werden die Schaufelradbagger ERP - 1260.16/1 und die soeben entwickelten Bagger mit hoher Steigfähigkeit beschrieben. Eine selbständige Abhandlung wird der Entwicklung und den Betriebsergebnissen des Baggers mit einem Zentrifugalschaufelrad gewidmet, das in der UdSSR entwickelt wird. Zum Vergleich sind einige Ergebnisse des Probebetriebes des Schaufelrades mit Zwangsausleerung der Eimer angeführt, dessen Entwicklung in der ČSSR durchgeführt wurde. In der Tabelle sind technische Parameter einiger Bagger angeführt.



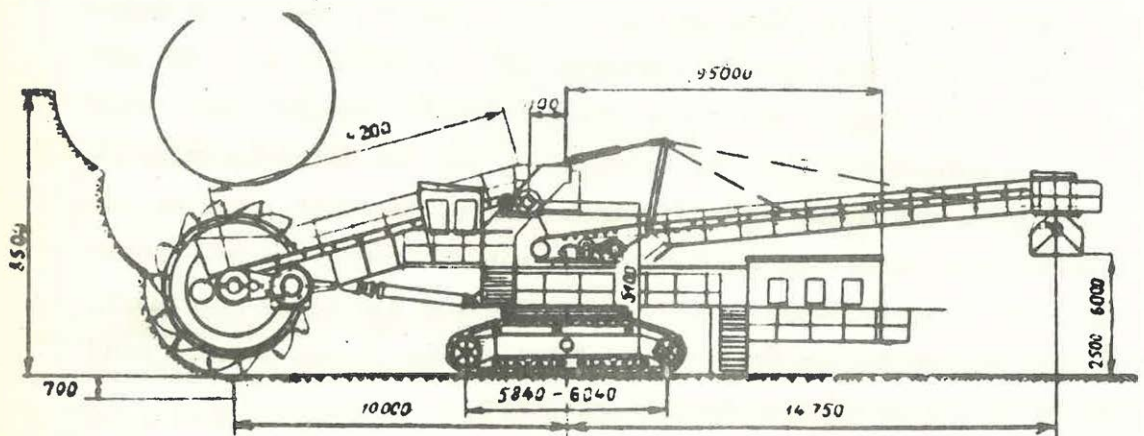
obr. 1

Kolesové rypadlo ERGV-2500.13/1



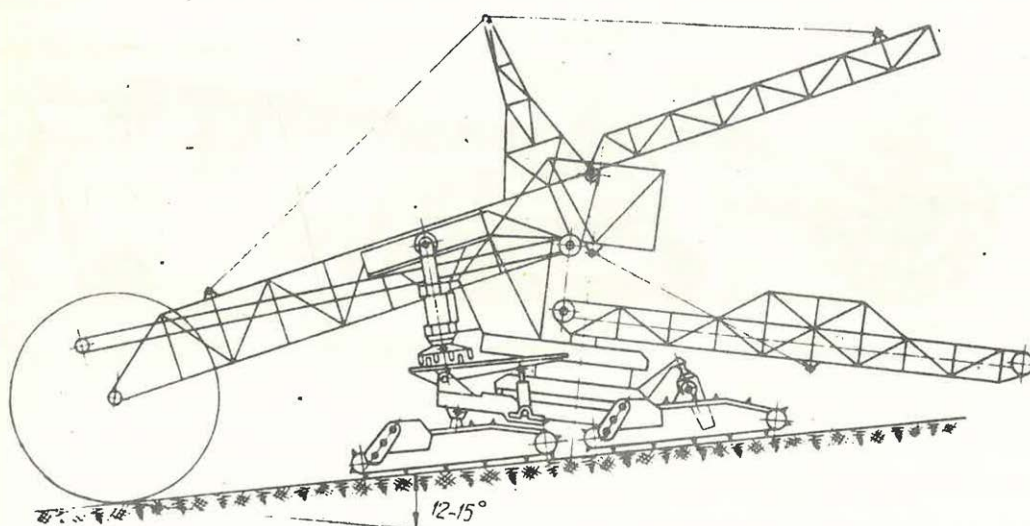
obr. 2

Kolesové rypadlo ERGV-1250.10,5/1



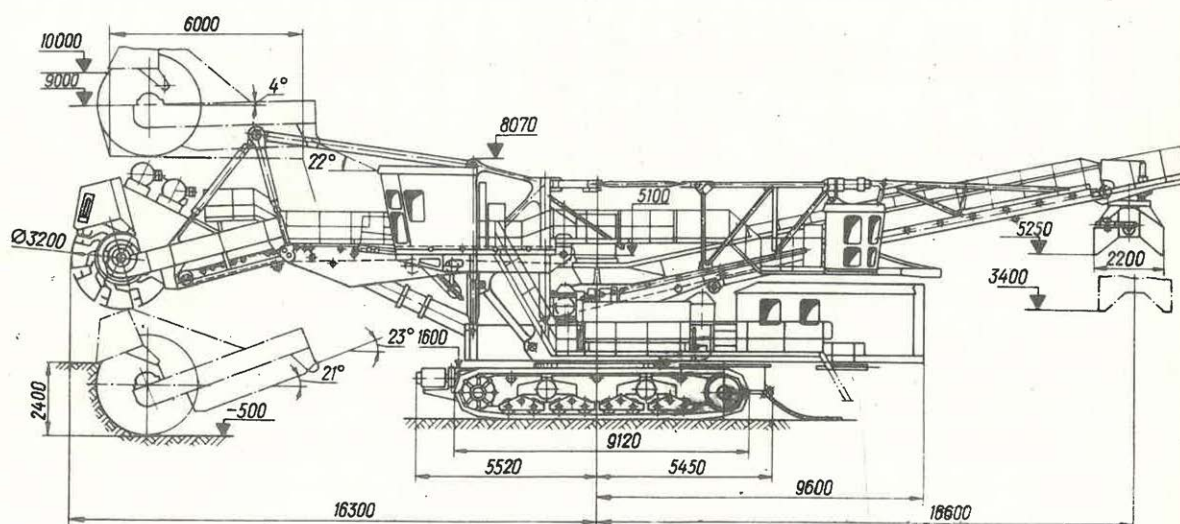
obr. 3

Kolesové rypadlo ERGV-630.8,5/0,7



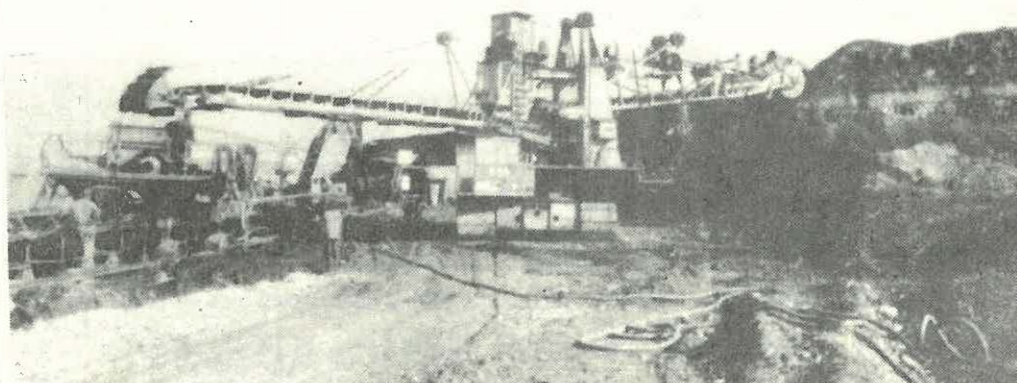
obr. 4

Kolesové rypadlo s vysokou stoupavostí



obr. 5

Kolesové rypadlo s odstředivým kolem
ERGV - 630.9/0,5



obr. 6

Kolesové rypadlo s nuceným vyprazdňováním
korečků - K 60

Technické parametry kolesových rypadel

Typ označení		ERP 1250.16/1	s vysokou stoupavostí	ERGV 630.9/0,5	K - 70	K - 60
průměr kola	m	7,2	9,0	3,2	3,0	2,1
druh		bezkomorové		odstředivé	s nuceným vyprazdňováním	
obsah koreček	l	400 + 280	1350		70	60
počet koreček	ks	9	8	8	6	8
počet mezibřítů	ks	9				
obvodová síla	kN				35	50
rypná síla	N.cm ⁻²	180-150-70		210-120		
počet výsypů	min ⁻¹	76,5	62	272	210	280
obvodová rychlost	ms ⁻¹	3,2	3,68	5,7	5,42	3,84
instalovaný výkon na kolese	kW		900	320	160	160
teoretický výkon	m ³ . h ⁻¹	1000-2500	5000	690-1100	880	1000
celkový instalovaný výkon	kW	2000			280	280
hmotnost rypadla	t	1040	1000	300	115	115
délka kolesového výložníku	m	25,5	15,8	16,3	13,1	13,1
výsuv	m					
délka nakládacího výložníku	m	23,4	27,5	16,6	15,0	15,0
výsuv	m					
dosahové parametry:						
výška	m	16,0	13,0	9,0	10,0	10,0
hloubka	m	1,0		0,5	0,75	0,25
počet pásů	ks	2	2	2	2	2
šířka pásů	m				1,0	1,0
rychlost pásů	ms ⁻¹				2,5	2,5
druh podvozku		housesnice	housesnice	housesnice	housesnice	housesnice
rychlost pojezdu	m.min ⁻¹	5,0			5,0	5,0
dovolený sklon			10° - 15°	3° - 7°	5 - 10 %	5 - 10 %
měrný tlak	N.cm ⁻²	12,5-22,0			9,8	9,8