

Inž. Otakar K r e j č í k - Jan J a n í č e k

## R Y P N Ě O D P O R Y Š T Ě R K O P Í S K Ů V Z I M N Í M O B D O B Í

V oboru dobývání hnědého uhlí povrchový způsobem vyvstává s plnou naléhavostí nutnost dořešit a zvýšit technickou úroveň kolesových rypadel tak, aby jejich parametry vyhovovaly všem geologickým podmínkám a fyzikálně-mechanickým vlastnostem nadložních zemin, zvláště k zvládnutí odporu zemin v zimním období proti rozpojování.

Jedna z podmínek ekonomické práce kolesových rypadel byla dosud přezírána a to vliv déle trvajících mrazů na rypnost zemin a zvyšování rypných odporů. Sovětské pokusy prokázaly, že rypný odpor promrzlé hnědouhelné sloje je dvakrát až třikrát větší než v letním období.

Mimořádně nepříznivé rozpojovací podmínky v zimě, v technologické návaznosti na kolesové rypadlo K 300, se ukázaly na prvním skryvkovém řezu dolu A. Zápotocký v Užíně, tvořeném štěrkopísky a sprašovými hlínami. Spodní část řezu, složená z terciárního miocenního jílu, nevyžadovala zvláštního mimořádného úsilí k rozpojení.

Předem, než detailněji zhodnotíme štěrkopísky dolu A. Zápotocký, nutno konstatovat, že tyto obtížné poměry se nevyskytují ve stejné míře u ostatních štěrkopísků v severočeských revírech. Je to způsobeno různým druhem štěrkopísků, jež můžeme klasifikovat do dvou hlavních skupin.

a) Štěrkopísky terasového typu jsou diluviální náplavy Ohře a jsou hlavně rozšířeny v uhlonosném terénu Chomutovska. Jde většinou o malá zrna (1 až 5 mm) s přechody až do hrubého štěrku a v blízkosti vulkanických těles s valouny ojediněle nad 300mm.

Odvodněné štěrkopísky s malou příměsí jílu jsou i v promrzlém stavu poměrně snadněji rypatelné než štěrky s komponentou jílu či hlín.

Štěrkopísky bez jílových či hliněných příměsí jsou v prostoru dolu Maxim Gorkij II v Bílině. V důlním poli Obránců míru jsou nezajílované štěrkopísky jen ve spodní jejich části, kdežto svrchní část je promísena jíly.

b) Druhá skupina, horské svahové sutě, jsou podle svého pů -

vodu uloženy buď podél krušnohořského masívu a na jižní straně hnědouhelné pánve vznikly z hornin Českého středohoří.

Rozšíření svahových sutí nad hnědouhelnou sloj je nepravidelné. Svahové sutě, které nejsou uloženy v blízkosti svého vzniku, mají velikosti zrna od písku až po oblázky a valouny o rozměru hrany 0,5 m. Tato velikost zrn nejen komplikuje dopravu tohoto skryvkového materiálu pásovémi dopravníky na dole A.Zá-  
potočský, ale podstatně ztěžuje samotné rozpojování kolesovým  
s. 10. K 300.

Petrograficky se sutě a šterkopísky skládají z krystalinických hornin, převážně z rul.

Sutě budou problémem na budoucí nové otvírce dolu Obránců  
nám, počínaje od Albrechtic, jejichž místní mocnost je podle geofyzikálního zjištění 20 až 30 m. Dobývání a doprava těchto balvanitých sutí bude problémem a bude nutno již v báňském projektu uvažovat o technologickém zvládnutí těchto skryvkových nemožností. Dále je nutno uvažovat o bezpečnosti bočních svahů, které budou v nejbližší době nejen otevřeny u Krušných hor, ale i při otvírce dolního pole pod starým Mostem. Přesto, že suterový rozsah a rozložení nad uhelnou slojí je možno klasifikovat jako lokální, jejich vliv na hornickou činnost bude velký.

Dosud se závažnost sutí na technologii odklizu neprojevila v plné šíři, protože vlastní dobývání uhelné sloje je u středu pánve, kde šterkopískový materiál je, v důsledku přirozeného gravitačního třídění, jemnější.

Aby byly dány správné podklady pro použití vhodného typu dobývacího stroje a dopravního systému v těchto poměrech, je nutné poukázat na základní fyzikálně mechanické vlastnosti sutí a šterkopísků.

Suché šterkopísky, které jsou bez příměsí jílu a hlín, mají charakter sypkých hmot s úhlem vnitřního tření kolem  $30^{\circ}$  až  $40^{\circ}$ . Tento stav je jen ojediněle u odvodněných šterkopísků v letním suchém období. Normálně mají vždy přirozenou vlhkost, která způsobuje t.zv. nepravou soudržnost. Ztratí-li vlhkost, zmenšuje se nepravá soudržnost a svahy se upraví do přirozeného sklonu.

Šterkopísky s frakcí jílu nebo hlín mají kvalitativně jiné fyzikální vlastnosti než ony bez příměsí.

Jemnozrnná příměs jílu nebo hlín mění strukturu šterkopísků

a má velký vliv na jejich propustnost a vlhkost. Vlhkost štěrko-písků se velmi zvětšuje, je-li jejich jemná frakce tvořena illi-tickými jíly, které mají schopnost akumulovat poměrně značné množství vody.

Na dole A. Zápotocký v Ušíně jsou jílové štěrky a štěrko-písky v prvním bloku uloženy pod písčitou ornici mocnou v průměru 0,5 m. Mocnost propustných jílových štěrko-písků je proměnlivá a pohybuje se od 2 m do 8 m. Objemová váha přirozeně vlhkých svrchních štěrko-písků je  $1,8 \text{ t/m}^3$  a úhel vnitřního tření dosahuje  $35^\circ$ . V severní části obsahují velké balvany, směrem k jihu přecházejí do jemných štěrko-písků. V doštinových obdobích mají sklon k rozbředavosti a ve spodní části, na styku se sprašovými hlínami, jsou lepidlé.

Při letošních nepříznivých zimních podmínkách došlo k promrznutí štěrko-písků a ještě v polovině února se projevovalo ve vnitřní části řezu v hloubce 0,5 m a na okraji řezu dosahovalo hloubky 4 m. Krajiní partie řezu, vystavená severovýchodním větrům, patřila z hlediska rozpojení mezi nejobtížnější. Vliv promrznutí se zvláště výrazně projevil v době po uvedení stroje do provozu po jednoměsíční opravě. Štěrkopísky, promrzlé po celé délce čela řezu, způsobily neúnosný pokles těžby při abnormálním zatížení stroje. Štěrkopísky samy o sobě jsou silně abrazivní. V promrzlém stavu k této vlastnosti horniny, mající nešťastlivý vliv na opotřebení, hlavně řezných orgánů, skluznic a převypů, přistoupily v zimním období ještě silové účinky rozpojení horniny.

Po velmi krátkém (asi měsíčním) provozu po provedené revizi se všechny tyto vlivy škodlivě projevovaly na konstrukci kolosového výložníku a samotném kolese.

K odstranění škodlivých následků těžby v promrzlé hornině bylo provedeno několik pokusů o předchozí rozpojení, jak trha-cími pracemi, tak i použitím silničního rozrušovače. Oba tyto způsoby se ukázaly málo účinnými a nemohlo jich být využito právě v té partii řezu, kde promrznutí dosahovalo největší hloubky tj. na otevřené straně řezu.

Všechny tyto okolnosti vedly k tomu, že rypadlo K 300 při zasazení v těchto podmínkách pracovalo s výkonem, neodpovídajícím žádoucí ekonomice provozu, nejen samotného stroje K 300, ale zvláště při hodnocení celého transportního zařízení a zakladače ZP 1500.

Na základě provozních zkušeností s kolesovým rypadlem K 300 v podmínkách prvního řezu, dolu Antonín Zápotocký vystupuje otázka použití kolesových rypadel v podobných horninách do popředí, jak se zřetelem k provozu dolu A. Zápotocký, tak i vzhledem k otvírce dolu Merkur.

Z krátkého vyhodnocení vyplývají mimořádně nepříznivé vlastnosti štěrkopísků nejen vlivem abnormální velikosti zrna a lepiivosti v letních měsících, ale hlavně v zimním období, kde jsou štěrkopísky s jílovými frakcemi méně robustními kolesovými rypadly, jako je K 300, nerozpojitelné.

Pro posouzení vlastností těchto hornin v zimním období provedli jsme měření na rypadle K 300 na dole A. Zápotocký, jehož účelem je ukázat na velikost sil, působících na koleso stroje při práci v těchto horninách v době zimního provozu. Měření bylo prováděno v době od 12. do 15. února 1963.

### V ý s l e d k y m ě ř e n í

Měření rypných odporů bylo prováděno v různě promrzlém štěrkopísku a během tohoto měření rypadlo K 300 pracovalo s výkonem od  $50 \text{ m}^3/\text{hod.}$  do  $250 \text{ m}^3/\text{hod.}$  nerozpojené horniny.

Při nejnižším výkonu stroje (asi  $50 \text{ m}^3/\text{hod.}$ ) nebylo možno měřit rozměry třísek, protože rypadlo pracovalo v nejobtížnějších podmínkách, které se v té době na prvním řezu vyskytovaly. Řidič rypadla při rozpojování značně promrzlého úseku byl nucen užívat všech pohybů kolesového výložníku velmi rychle za sebou. Tento způsob práce neumožňuje určit velikost třísky během provozu. Takto bylo postupováno i při provozu rypadla hned po skončené revisi, kdy byla promrznuta celá čelní plocha řezu.

Zatížení motoru kolesa a celého stroje bylo v těchto pracovních podmínkách rázové. Zatížení pohonu kolesa se pohybovalo mezi zatížením daným během kolesa naprázdno, tj. 14 - 16 kW, i maximálními hodnotami, přesahujícími jmenovitý výkon motoru. Špičky zatížení dosáhly v některých případech hodnot, odpovídajících výkonu 185 kW, což představuje přetížení 1,615.

Došlo-li k těmto vysokým zatížením i při záběru následujících koreček, byl provoz rypadla zastaven pojistným zařízením. Podle technických podmínek je prováděno chránění proti přetížení stroje ze strany kolesa tepelnou ochrannou pojistkou, nastavenou na trvalé zatížení 165 A a nadproudovou ochrannou pojistkou, nastavenou na 216 A. Z průběhu průběhu zatížení motoru kolesa

měřeného oscilograficky je zřejmé, že z obou těchto pojistných zařízení pracuje pouze tepelná pojistka. Nadproudová pojistka připustila v průběhu měření zatížení až 390 A.

Tyto rázy se výrazně projevují na konstrukci kolesového a držicího výložníku. Na základní frekvenci namáhání dané průcho-  
dem korečků horninou jsou namodulovány změny napětí, vznikající při práci kola v pevné a křehké hornině. Zuby korečků nepostupují horninou plynule, nýbrž jejich pohyb se děje skokem, což způsobuje změnu frekvence namáhání celé stavby kolesového a držicího výložníku až na šest cyklů za vteřinu. Tyto změny se projevují neklidným chodem stroje a vedou k nepřijatelnému rozhoupání celého stroje. Výrazně se projevují v konstrukci kolesového a držicího výložníku, a lanových závěsů, kterými se přenáší do celé horní stavby rypadla.

Při práci stroje v příznivějších podmínkách byly při hodinovém výkonu rypadla  $Q = 94 \text{ m}^3/\text{hod.}$  pevné horniny (20 % jmenovitého výkonu stroje) naměřeny následující variabilní hodnoty rypných odporů

$$\left( \frac{P_{\text{max}}}{F_{\text{max}}}, \frac{P_{\text{max}}}{L_{\text{max}}} \right).$$

Při těchto podmínkách pracoval stroj s tloušťkou třísky  $c = 10 \text{ cm}$ , šířkou třísky  $b = 13,1 \text{ cm}$  při výšce záběru kola  $H = R$ .

|   | obvodová síla<br>kg | specifický rypný odpor |       | Poznámka            |
|---|---------------------|------------------------|-------|---------------------|
|   |                     | kg/cm <sup>2</sup>     | kg/cm |                     |
| 1 | 2 680               | 16,7                   | 47,6  | částečně promrznuto |
| 2 | 3 850               | 17,4                   | 68,5  | "                   |
| 3 | 8 360               | 37,8                   | 148,5 | promrzlá část řezu  |
| 4 | 8 550               | 38,7                   | 152,0 | "                   |
| 5 | 9 400               | 42,5                   | 167,0 | "                   |
| 6 | 7 180               | 32,3                   | 127,5 | "                   |
| 7 | 8 100               | 36,6                   | 144,0 | "                   |
| 8 | 7 900               | 35,7                   | 140,5 | "                   |

Při tvoření další třísky ve šterkopiscích bylo možno zvětšit její rozměry na  $c = 28 \text{ cm}$ ,  $b = 9,54 \text{ cm}$ . Výkon stroje stoupl na  $205 \text{ m}^3/\text{hod.}$  (42,6 % jmenovité výkonnosti). Při práci rypadla s tímto výkonem došlo k omezení těžby v důsledku funkce tepelné ochrany kola. Maximální hodnoty rypných odporů se pohybovaly v následujícím rozmezí.

|   | obvodová<br>síla<br>kg | specifický rypný odpor<br>kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm | Poznámka |
|---|------------------------|----------------------------------------------|-------|----------|
| 1 | 7 550                  | 15,0                                         | 93,0  |          |
| 2 | 10 600                 | 21,0                                         | 130,5 |          |
| 3 | 9 570                  | 19,0                                         | 118,5 |          |
| 4 | 6 720                  | 13,3                                         | 82,5  |          |
| 5 | 11 420                 | 22,6                                         | 140,5 |          |
| 6 | 8 080                  | 16,0                                         | 99,5  |          |
| 7 | 8 900                  | 17,6                                         | 110,0 |          |
| 8 | 11 420                 | 22,6                                         | 140,5 |          |
| 9 | 8 080                  | 16,0                                         | 99,5  |          |

Za těchto rozměrů třísek v úseku méně promrzlém byly naměřeny tyto hodnoty rypných odporů:

|    |       |      |      |
|----|-------|------|------|
| 10 | 5 900 | 11,7 | 72,5 |
| 11 | 5 550 | 11,0 | 68,3 |
| 12 | 4 700 | 9,3  | 57,8 |
| 13 | 3 100 | 6,1  | 38,1 |
| 14 | 3 360 | 6,6  | 41,4 |
| 15 | 6 230 | 12,3 | 76,2 |

Při práci rypadla v rozrušených štěrkopískách byly při výkonu rypadla  $Q = 252 \text{ m}^3/\text{hod}$  pevné horniny rypné odpory podstatně nižší, (tloušťka třísky  $c = 51 \text{ cm}$ ,  $b = 7,2 \text{ cm}$ ).

|   | obvodová síla<br>kg | specifický rypný odpor<br>kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm |
|---|---------------------|----------------------------------------------|-------|
| 1 | 4 530               | 6,4                                          | 38,0  |
| 2 | 4 700               | 6,6                                          | 39,3  |
| 3 | 4 700               | 6,6                                          | 39,3  |
| 4 | 4 870               | 6,9                                          | 40,8  |
| 5 | 5 040               | 7,1                                          | 42,1  |

Posuzujeme-li naměřené hodnoty rypných odporů v promrzlých štěrkopískách, je patrné, že se tyto hodnoty rovnají hodnotám nejtěžších materiálů rozpojovaných kolesovými rypadly v komořanské

oblasti. Při tom mocnost promrzlých šterkopísků v krajní nejtěžší partii řezu mnohem převyšuje mocnost velmi pevných jílovců, než se vyskytují např. na dole ČSA v Ervěnicích. Výkonnost rypadla K 300 v těchto promrzlých šterkopíscích klesla až na  $50 \text{ m}^3/\text{hod.}$ , tj. 10 % jmenovité výkonnosti. Šterkopísky, promrzlé v celé výšce záběru kola jsou kolesovým rypadlem bez předchozího rozpojení jiným způsobem prakticky netěžitelné.

#### Namáhání prutů kolesového a držicího výložníku

Pro ověření účinků provozních sil, působících na rypadlo v těchto těžkých dobývacích podmínkách, byly měřeny změny namáhání ve dvou prutech kolesového výložníku a v jednom prutu držicího výložníku. (Obr. 1 a 2).

Tensometrická měření vycházejí z deformace povrchových vláken měřených prutů. Tato deformace se přenáší přes tmel a podkladový materiál tensometrů na vinutí tensometrů, způsobuje změny jeho odporu, které jsou v přímé závislosti na délkových změnách povrchových vláken měřených součástí. Poměrné prodloužení v měřeném místě je

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{K}$$

- K . . . faktor citlivosti tensometrů  
l . . . měrná délka tensometrů  
R . . . odpor tensometrů

Cejchování bylo prováděno speciálním příslušenstvím tensometrických aparatur, protože měřená hodnota poměrného prodloužení  $\epsilon$  se pohybuje v jednotkách řádu  $10^{-4}$ .

Tensometry lze zjistit pouze změny deformací vzhledem k předem stanovené deformační hladině. Tato je dána stavem napjatosti v okamžiku vyrovnaní aktivních a kompenzačních tensometrů s polo-  
vičním místkem. V našem případě z tohoto důvodu bylo možno měřit pouze přídatná napětí v uvedených profilech, vzniklá provozními silami.

Provedené tensometrické měření při zjišťování velikosti rypných odporů promrzlých šterkopísků mělo pouze dokumentovat průběh namáhání vybraných prutů během provozu rypadla. Z oscilogramu je patrné, že práce rypadla K 300 v promrzlých šterkopíscích vede k prudkým změnám namáhání hlavních prutů kolesového a držicího výložníku.

Uvádíme hodnoty namáhání, které byly zjištěny během měření ve zmrzlém materiálu při zatížení motoru kola N = 166 kW.

| měřené místo |                   | velikost amplitudy<br>kg/cm <sup>2</sup> | velikost napětí vzhledem<br>k napětové hladině<br>kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> |
|--------------|-------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1            | kolesový výložník | - 300                                    | - 800                                                                | -                  |
| 2            | kolesový výložník | + 190                                    | + 150                                                                | - 40               |
| 3            | držící výložník   | + 480                                    | - 300                                                                | + 180              |

Na kolesovém výložníku v měřeném místě 1 byl prut předchozím provozem následkem vzpříčení valounu zdeformován. Naměřené namáhání, i když nelze užít k výpočtu osové síly bez proměření celého profilu, ukazuje na změny napětí při průchodu koreček promrzlou horninou.

Na přiloženém oscilogramu je patrný průběh namáhání v těchto místech při rozhoupání stroje v důsledku obtížných provozních podmínek. Frekvence napětí velmi rychle roste, dochází k opakovanému uvolňování a zatěžování lan kolesového výložníku, což snižuje životnost takto namáhaných celků a nýtových spojů.

K uvedeným hodnotám namáhání prutů kolesového a držícího výložníku stejně jako k hodnotám rypných odporů nutno uvést, že tyto hodnoty byly zjištěny při porušené geometrii řezných orgánů kola.

Z deseti koreček rypadla byl pouze jeden úplně osazen neopotrebovanými zuby. Zbývající korečky buď měly, zuby nadměrně opotrebované nebo zdeformované tak, že nemohly plnit svoji funkci, naopak průběh rozpojení i v lehčích částech řezu ještě zhoršovaly.

#### Z á v ě r

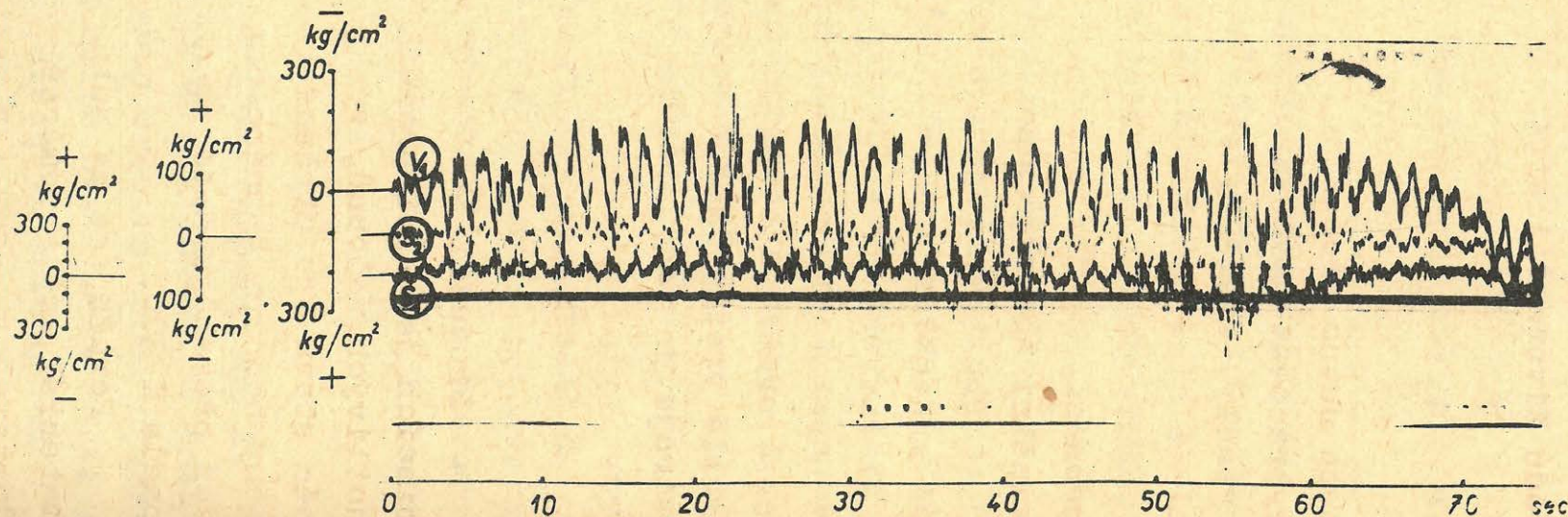
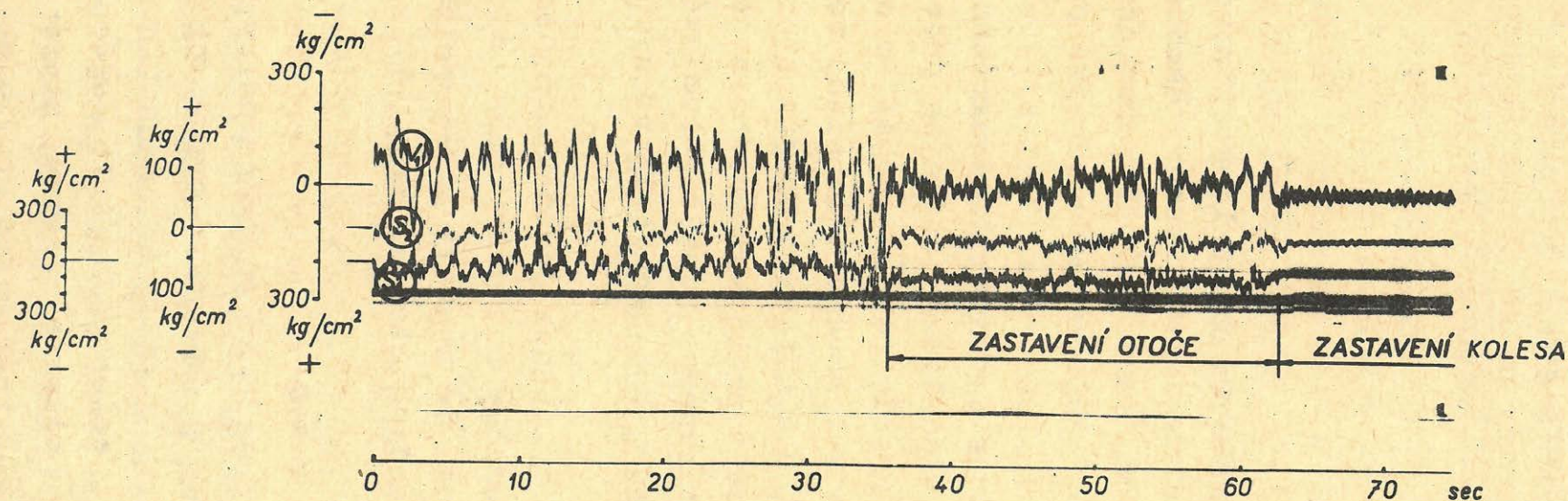
Z provedeného měření vyplývá, že kolesové rypadlo K 300 zasazené ve zvodnělých promrzlých šterkopiscích na dole A. Zápotocký pracuje pouze za cenu neúnosného snížení výkonosti a nadměrného zatížení stroje vedoucím ke snížení životnosti rypadla.

Při provozu rypadla, kdy tříška je tvořena spouštěním kolesového výložníku, dochází ke kumulaci rypné síly vyvozené pohonem

PRŮBĚH NAMÁHÁNÍ PRUTŮ  $S_1, S_2$  KOLESOVÉHO VÝLOŽNÍKU  
A PRUTU  $V_1$  DRŽÍCÍHO VÝLOŽNÍKU

VÚHU

MĚŘENÍ NA RYPADLE K-300



kolesa převážně na jeden koreček. Tento způsob práce vede k rázovému zatížení rypadla a k poškozování řezných hran korečků a zubů. Při nesprávném nastavení proudových pojistek byla do konstrukce rypadla rázem vnášena obvodová síla větší než 11 000 kg. V důsledku neudržitelného stavu jakosti řezných hran (zubů) se ještě více zhoršují podmínky při rozpojování rozmrzlé části řezu a roste specifický rypný odpor.

Užití rypadla K 300 v promrzlých štěrkopíscích bez předchozího upravení dobývané horniny nelze připustit jednak z důvodu životnosti stroje, jednak z ekonomických důvodů jak stroje K 300 tak i plně mechanizovaného provozu skryvkového hospodářství prvního řezu.

Pro nasazení kolesových rypadel ve vlhkých štěrkopíscích bude nutno před zimním obdobím provést dokonalé odvodnění a vypracovat novou technologii dobývání těchto hornin kolesovými rypadly, která by eliminovala nepříznivé účinky dlouhodobých mrazů. Tato technologie musí počítat i se způsobem odtěžení sprašových hlín, které svou lepivostí zhoršují výkon stroje. V promrzlých štěrkopíscích do hloubky cca 0,4 m byly naměřeny maximální hodnoty odporů až 170 kg/cm délky řezné hrany.

Pro tyto podmínky by muselo mít kolesové rypadlo k dispozici minimální rypnou sílu 15 až 20 tun, aby bylo schopno provádět rozpojování při zachování minimálního únosného výkonu. V promrzlých štěrkopíscích již nelze považovat rozpojování na proces řezání, ale rozpojení nastává lámáním celé nebo části promrzlé vrstvy. Možnost regulace rozměrů třísky a tím zatížení stroje je tedy problematická. Z provozu kolesových rypadel K 1000, kde maximální obvodová síla na kolese je 17 tun je prokázáno, že jsou schopny touto silou lámat jílovcové vrstvy až do mocnosti 0,4 m.

Provozní zatížení kolesového rypadla v promrzlých štěrkopíscích je velmi proměnlivé a odvislé od velikosti a uložení jednotlivých valounů, vyskytujících se ve štěrkopíscích. V rozrušeném stavu (po utržení promrzlé vrstvy) byly v průběhu měření zjištěny hodnoty rypného odporu  $K = 38$  až  $42$  kg/cm délky řezné hrany, což přesahuje nebo je na hranici jmenovité rypné schopnosti rypadla K 300.

Považujeme za nutné, aby kolesová rypadla, určená pro tento materiál, měla poměrně velkou silovou rezervu, která by zaručila dostatečný výkon i v nejtěžších, náhle vystupujících partiích řezu.

System pojistných zařízení, chránících stroj před přetížením,

je nutno vypracovat tak, aby svoji funkci plnil bez zpoždění. U těchto pojistných zařízení je nutno zavést pravidelnou kontrolu správnosti nastavení mezních hodnot a kontrolu jejich funkce.

Pro práci ve štěrkopíscích bude nutno uzpůsobit i tvar zubů, případně korečků, vzhledem k rázovému zatížení, jemuž jsou tyto elementy vystaveny. Pro skluzu, korečky a zuby korečků nutno užívat otěruvzdorných materiálů.

Z provozu rypadla K 300 na dole A. Zápotocký je patrně, že štěrkopísky pro svoji velmi různorodou skladbu a proměnlivou odolnost proti rozpojení vyžadují stroje robustního provedení, nemá-li docházet k enormnímu poškozování jednotlivých strojních částí a má-li stroj zachovat konstantní výkon.

V budoucnu bude muset daleko více vlastní geologická studie podrobně sledovat a zhodnocovat složení štěrkopísků s jejich fyzikálně mechanickými vlastnostmi než dosud, protože ovlivní nejen parametry rypadla a báňskou technologii, ale i výrobní náklady i produktivitu práce, jak ukázaly roční výsledky z provozu prvního řezu skrývky na dole A. Zápotocký, zvláště pro zimní provoz.

XXXXXXXXXXXXX

KOLESOVÝ VÝLOŽNÍK

