

Ing. Jiří H o r a, VÚHU

Experimentální výzkum podmínek rozpojování na měrném stavu

Rozvoj povrchového hornictví charakterizovaný užitím vysoce výkonných těžebních zařízení vyvolává potřebu znalosti podmínek dobývání a jejich vliv na chování strojů. Základním faktorem určující charakter zasazení strojů je ve většině případů rozpojitelnost zeminy.

Snaha o formulaci podmínek rozpojitelnosti analytickou cestou vedla k vypracování závislosti mezi smykovou pevností a rypným odporem jak na základě statické rovnováhy na noži /Gorjačkin, Limberk/, tak i na základě statistického zpracování měřených hodnot zatížení pohonu kola. Dalšími ukazateli pro určení rozpojitelnosti byla pevnost zemin v tlaku, výsledky penetračních zkoušek, podíl obsahu jílovitých částic, vlhkost atd.

Všechny tyto práce vycházely z předpokladu, že rozpojovaný materiál je homogenní a výsledků bylo možno užít k rámcové klasifikaci dobývacích podmínek. Pro bližší určení průběhu rozpojování v konkrétních dobývacích podmínkách je možno užít výsledků přímých měření na dobývacích strojích nebo modelech. Pro určení vlivu rychlosti řezání, geometrie, tvaru a otupení řezného orgánu na velikost řezného odporu bylo ve VÚHU užito měrného stavu s tenzometrickými řeznými členy a oscilografickým zápisem. Výsledky první etapy výzkumu - vliv rychlosti řezného orgánu na velikost řezného odporu, se zabývá článek kolektivu autorů s názvem "Příspěvek k experimentálnímu výzkumu podmínek rozpojování nadložních zemin s ohledem na rychlost řezných orgánů". V tomto článku byla podrobně popsána metodika měření přímou metodou a výsledky laboratorního měření vlivu rychlosti řezného orgánu na velikost řezného odporu. V následující části bude popisována druhá etapa měření uskutečněná laboratorně přímou metodou měření řezných odporů.

Vliv geometrie řezného orgánu na velikost řezného odporu

Pro výzkum vlivu geometrie řezného orgánu na velikost řezného odporu byly zvoleny tři typy řezných orgánů s úhlem ostří 20° a 30° . Úhel hřbetu u všech typů byl stejný - 10° . Rychlost řezání byla zvolena $2,3 \text{ m s}^{-1}$ rovněž pro všechny tři typy stejná. Vypočtené hodnoty řezného odporu $F_{stř}$ a F_{max} byly zprůměrovány graficky na obr. 1. Z průměrných hodnot $F_{stř}$ a F_{max} vyplývá, že nejmenší hodnoty řezného odporu vykazoval řezný orgán s úhlem ostří 20° .

Vliv tvaru řezného orgánu na velikost řezného odporu

Pro výzkum vlivu tvaru řezného orgánu na velikost řezného odporu byly zvoleny tyto tvary:

- 1/ základní tvar zubu
- 2/ klínový tvar zubu
- 3/ kopinatý tvar zubu
- 4/ obloukový tvar zubu

Rychlost řezání byla zvolena v rozmezí 0 až 5 m s^{-1} v celých číslech. Vypočtené hodnoty řezných sil $F_{stř}$ a F_{max} byly zprůměrovány a zpracovány graficky na obr. 2.

Z tohoto obrázku vyplývá, že:

- nejpriznivější tvar řezného orgánu je obloukový
- řezný orgán s klínovým a kopinatým tvarem vykazuje prakticky shodné výsledky
- nejvýhodnější tvar řezného orgánu je základní

Vliv otupení řezného orgánu na velikost řezného odporu

Pro výzkum vlivu otupení řezného orgánu na velikost řezného odporu byl zvolen základní tvar zubu. Rychlost řezání byla zvolena v rozmezí od 0 - 5 m s^{-1} v celých hodnotách. Základní měření bylo provedeno s poloměrem zaoblení 2 mm a 3 mm. Měření bylo opakováno a zprůměrované výsledky byly graficky znázorněny na obr. 3, z kterého vyplývá, že při rychlosti řezání 4 m s^{-1} a otupením řezného orgánu z 1mm na 3mm vzrostla střed-

ni hodnota řezného odporu o 15 % a maximální o 18 %. Při rychlosti řezání 5 m s^{-1} tento nárůst činí u střední hodnoty řezného odporu 23 % a u maximální hodnoty řezného odporu 9 %.

Abychom si tyto výsledky ověřily nepřímou metodou rozpojitelnosti byla ve dnech 19.2. - 12.3. 1980 uskutečněna dvě měření rozpojitelnosti na rýpadle K - 10 000 /II. skřývkový řez/:

- první v bloku 1b ve dnech 19.2., 23.2. a 5.3.1980 s tupými zuby /viz obr. 4/
- druhé v bloku 1a ve dnech 11.3. a 12.3.1980 s ostrými zuby /viz obr. 5/

Druhý skřývkový řez v době měření byl tvořen hnědošedým jílem až jílovcem silně jemně písčitým. V následující tabulce jsou uvedeny výsledky mechanicko-fyzikálních zkoušek.

Číslo vzorku	Objemová hmotnost ρ_n (g cm^{-3})	Vlhkost v % sušiny w_n (%)	Vlhkost v % objemu w (%)	Měrná hmotnost ρ_s (g cm^{-3})	Atterbergovy meze		
					tekutost w_L	mez plasticity w_p	index plasticity I_p
222/80	2,19	13,5	26,0	2,69	39,5	17,7	21,8
223/80	2,17	15,7	29,4	2,67	47,3	20,9	26,4

Smyková pevnost byla u vzorku 222/80 0,425 MPa při vnitřním úhlu $\varphi = 17^\circ$, pevnost v tlaku byla 1,995 MPa.

Výsledky petrografického a chemického rozboru

Číslo vzorku		222/80	223/80
Petrografický název		kaol.	illit. prachovec
Montmorillonit	%	0	0
Illit	%	27	27
Kaolinit	%	14	14
Křemen		44,76	45,85
Siderit		4,26	3,55
ostatní karbonáty		5,48	5,16

Pokračování tabulky

organické látky	2,0	2,0
akcesorie	-	-

Při měření s tupými zuby /obr. 4/ byly naměřeny tyto hodnoty rozpojitelnosti:

Datum	Lávka	Měrný rypný odpor /kNm ⁻¹ /	Měrná rozpojovací síla /kNm ⁻¹ /	Přikon motorů kolesa /kW/	Výkonnost /m ³ r.z.h ⁻¹ /
23.2.	2	62-91	45-72	920-1400	3090
5.3	2	59-89	44-72	900-1260	3090

Zuby byly nasazeny do provozu 24.1.1980 a byly demontovány 6.3.1980. Za tuto dobu bylo s nimi odtěženo 892 461 m³ r.z. s průměrnou hodinovou výkonností 3 918 m³ r.z.h⁻¹.

Při měření s ostrými zuby /obr. 5/ byly naměřeny tyto hodnoty rozpojitelnosti:

Datum	Lávka	Měrný rypný odpor /kNm ⁻¹ /	Měrná rozpojovací síla /kNm ⁻¹ /	Přikon motorů kolesa /kW/	Výkonnost /m ³ r.z.h ⁻¹ /
11.3	2	50-77	26-56	790-1330	5460
12.3	2	55-78	35-53	880-1560	5460

Porovnání průměrných hodnot rozpojitelnosti je uvedeno v následující tabulce:

Zuby	Průměrná hodnota měr. rypného odporu /kNm ⁻¹ /	Průměrná hodnota měr. rozpoj. síly /kNm ⁻¹ /	Průměrná hodnota součinitele nerovnoměrnosti /f/	Výkonnost /m ³ r.z.h ⁻¹ /
tupé	74	57	1,54	3090
ostré	64	43	1,53	5460

Z tabulky vyplývá, že průměrná hodnota měrné rypné síly poklesla montáží ostrých zubů o hodnotu 10 kNm^{-1} tzn. na 86 % původní hodnoty. Průměrná hodnota měrné rozpojovací síly poklesla o hodnotu 14 kNm^{-1} tzn. na 75 % původní hodnoty. Součinitel nerovnoměrnosti zůstal prakticky stejný. Jsou patrné poklesy příkonů motorů kola a vyšší hodnoty výkonnosti.

Závěry:

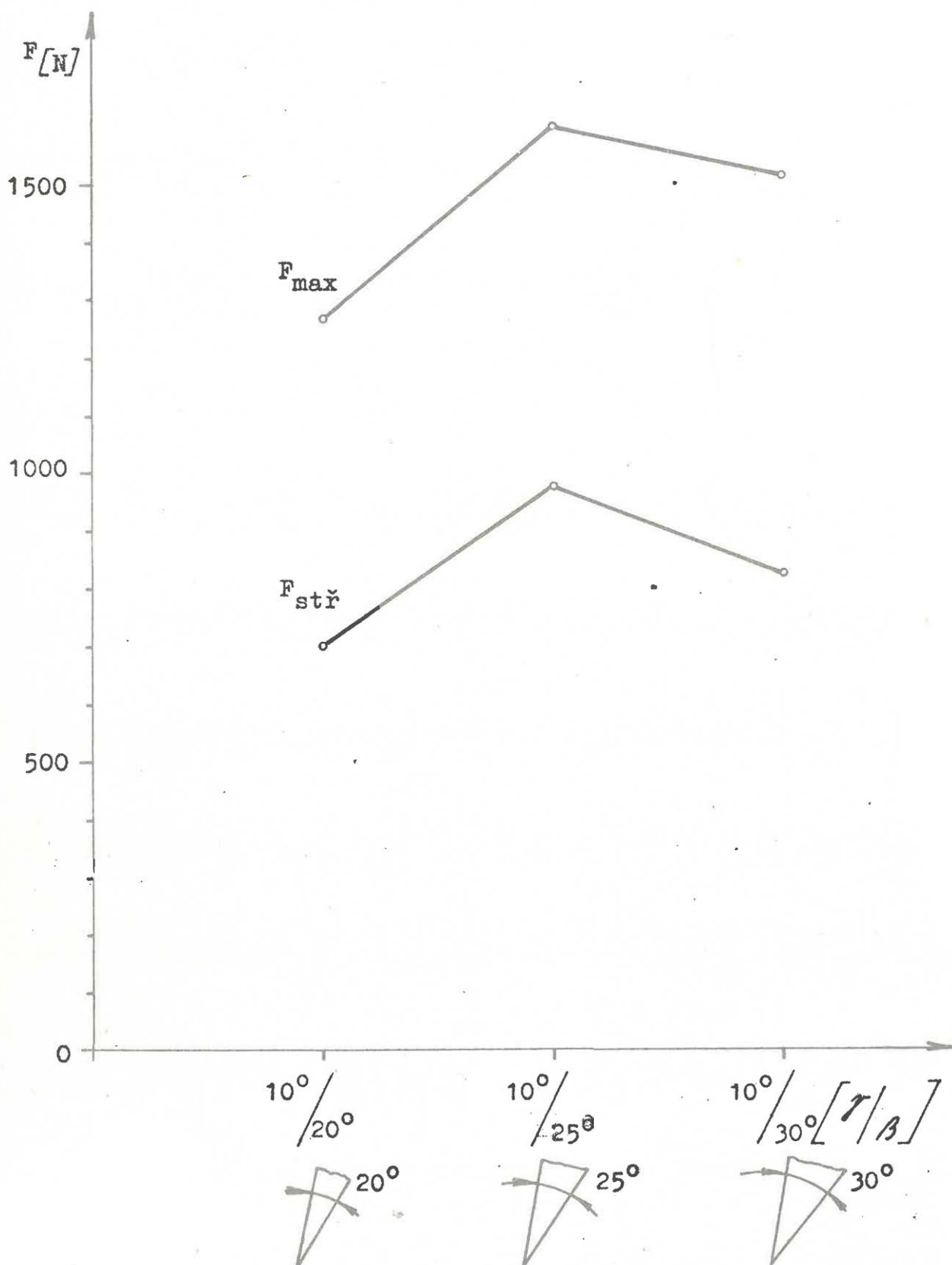
Měření vlivu úhlu břitu ostří zubů na velikost rozpojovacích sil prokázalo, že při rozpojování pevných šedých jílů se zmenšováním úhlu břitu klesá i velikost rozpojovacích sil. Uplatnění této skutečnosti v praxi je podmíněno užitím vysokopevnostních oceli umožňujících konstrukci štíhlého zubu s dostatečnou pevností.

Provozní zkušenosti s kopinatými zuby s úhlem břitu 20° ukazují, že je třeba dále zvyšovat pevnostní parametry dosud užívané oceli /CrMo/ minimálně na 1500 MPa při zachování vrubové houževnatosti kolem 30 J.

Měření vlivu tvaru ostří prováděna na měrném stavu vykazala sice optimum u základního tvaru zubu, ale je nutno vzít v úvahu, že rozdíl není výrazný a zkoušky probíhají na dráze bez vlivu boční síly. Lze tedy kopinatý zub považovat za nejvhodnější z hlediska klidnosti chodu stroje.

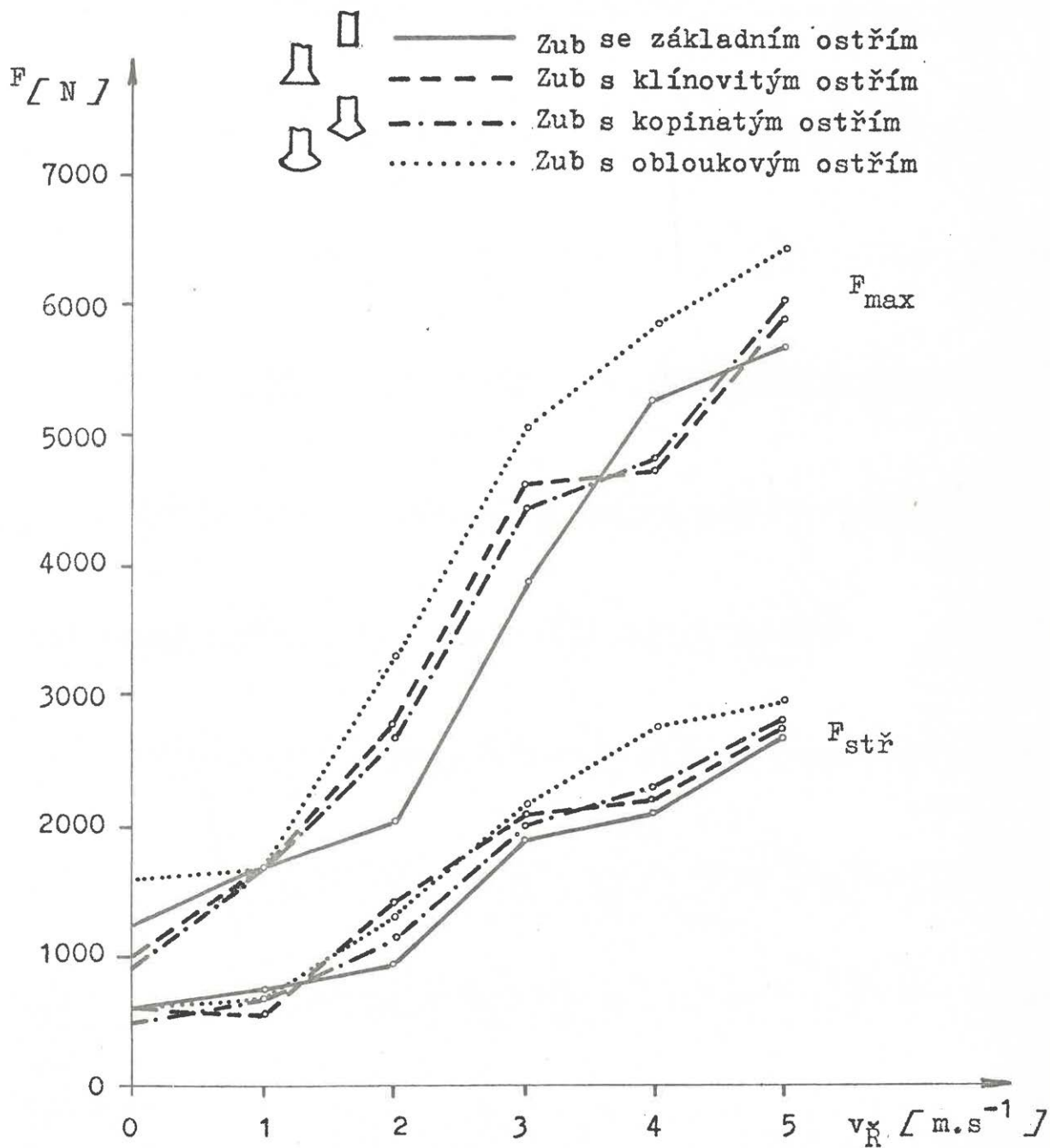
Výsledky měření přímou metodou v laboratoři i nepřímou metodou na rýpadle K 10 000 ukazují, že otupením řezných orgánů dochází k zvětšování spotřeby energie na rozpojování. Je proto nezbytně nutné dobývací stroje vybavovat zuby s vysokopevnostní ocelí, která by zachovala maximální životnost ostří a zajišťovat jejich včasnou výměnu při opotřebení. U dobývacích orgánů volit konstrukci a pomocné provozní zařízení tak, aby byla umožněna snadná výměna zubů.

Průměrné hodnoty řezného odporu $F_{\max}$ a $F_{\text{stř}}$ zubu
s úhlem ostří 20° , 25° , 30°

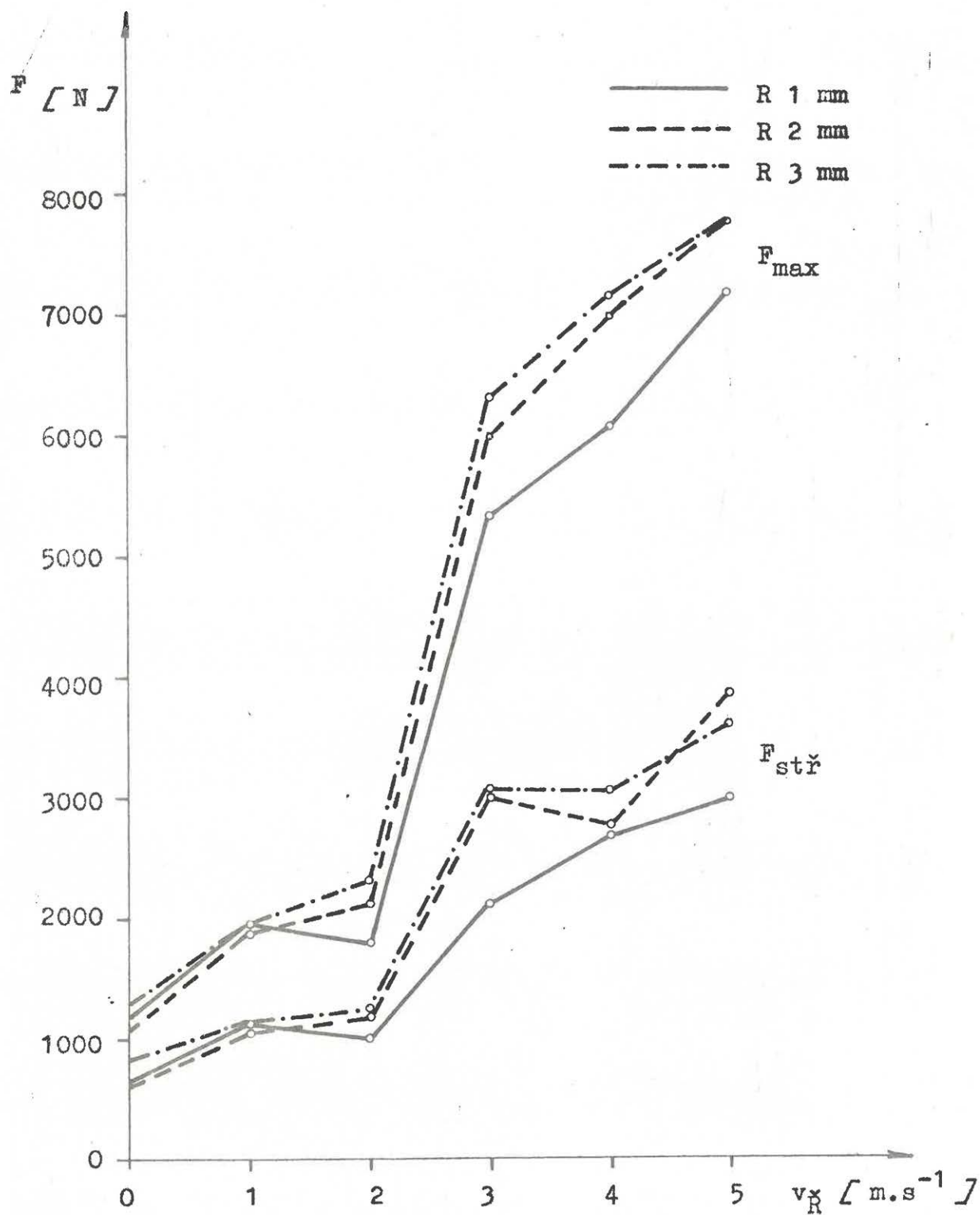


Obr. č. 1

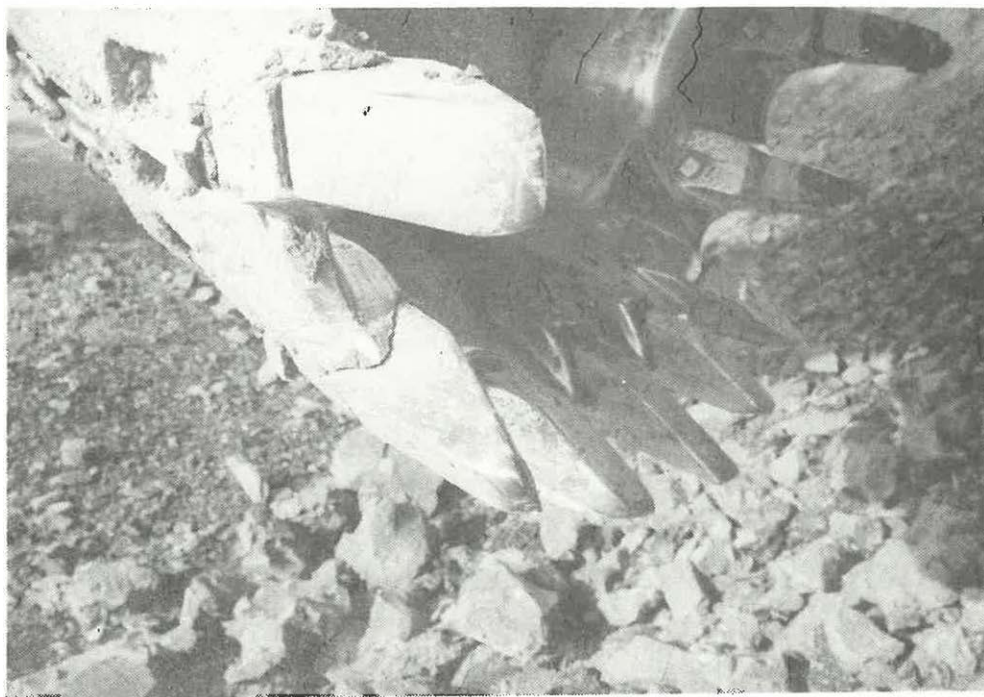
Průměrné hodnoty $F_{\max}$ a $F_{\text{stř}}$
jako funkce rychlosti nástroje



Průměrné hodnoty $F_{\max}$ a $F_{\text{stř}}$ v závislosti na rychlosti
řezání s nástroji se zaobleným ostřím $R = 1, R = 2, R = 3 \text{ mm}$



Obr. č. 3



Obr. 4 K 10 000 - tupé zuby



Obr. 5 K 10 000 - ostré zuby