



VÝKONNOST VRTNÉHO PROCESU ŘÍZENÁ KRITÉRIEM MĚRNÉ ENERGIE

THE PERFORMANCE DRILLING PROCESS DRIVEN (CONTROLLED) BY CRITERIA OF SPECIFIC ENERGY

Ivana Onderková¹, Jiří Fries²

Key words: specific volume energy, rock type, rock properties, optimise drilling process

Abstract: Optimization effort of exploitation processes follows from requirements of minimisation of operating costs and maximisation of efficiency. The article describes theoretical analysis and operational verification of minimisation's criterion of specific volume energy for drilling operations. It was verified that specific volume energy sensibly reacts on change of rock type or on change of rock properties respectively thus it is able to coordinate or optimise drilling process.

1. Úvod

Optimalizace vrtného procesu k maximální výkonnosti při minimálních nákladech závisí na řadě faktorů, které přímo ovlivňují charakterizující veličinu - *vrtatelnost*. Tato veličina, vyjadřující interakci *stroj - hornina*, je závislá na souboru vstupních veličin jak je uvádí obr. 1.

Faktory geologické si můžeme vyjádřit souborem technických a petrografických vlastností rozpojovaných hornin. Z technických vlastností jsou z hlediska vrtatelnosti nejdůležitější vlastnosti pevnostní a přetvárné, z petrografických je to minerální složení, zejména obsah minerálů a skladba zrn. Horninové vlastnosti jsou v daném čase neměnné.

Faktory technické jsou dány vlastnostmi rozpojovacího nástroje, který je determinován technologií rozpojování. Vlastnosti nástroje určuje jeho geometrie a použitý materiál. Výběr typu nástroje je proveden před nasazením a obvykle nebývá měněn při změně horninových podmínek.

Faktory technologické jsou určeny režimovými parametry rozpojování (otáčky a rychlost posuvu), které určují tvar a velikost odebírané třísky. Pokud není stroj vybaven plnou automatizací vstupuje zde do rozpojovacího procesu lidský faktor s možností částečně nebo v celém rozsahu regulovat režimové parametry a na základě svého subjektivního hodnocení nastavovat tyto parametry s větší či menší chybou.

Ostatní vlivy jsou souhrnem převážně neovlivnitelných faktorů, mezi něž patří napěťový stav masivu, vlhkost, chemismus a teplota hornin.

¹ **Mgr. Ivana Onderková**, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Katedra matematiky a deskriptivní geometrie, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba, Tel: +420 597324154, ivana.underkova@vsb.cz

² **doc Ing. Jiří Fries, Ph.D.**, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Katedra výrobních strojů a konstruování, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba, jiri.fries@vsb.cz

Z uvedeného je zřejmé, že optimální řízení vrtného procesu je podmíněno definováním objektivního kritéria vrtatelnosti – měrné objemové energie [1] a instalaci měřícího zařízení na vrtné soupravě.



Obr. 1 Faktory ovlivňující vrtatelnost hornin.

2. Vrtný monitoring in situ

Z hlediska uvažování všech vstupních aspektů je energetický způsob hodnocení vrtatelnosti hornin neoptimálnější a vychází z energetické bilance práce rozpojovacích nástrojů. Jeho podstatou je sledování spotřeby energie při rozpojovacím procesu v závislosti na množství odvrtné horniny. Pojem měrné energie byl Tealem [2] definován v závislosti na rozpojení jednotkového objemu horniny jako množství energie potřebné pro rozpojení jednotkového objemu horniny w_v . Na základě analýzy teoretických aspektů rozpojování hornin při rotačním vrtání a laboratorním ověřením bylo prokázáno, že měrná objemová energie rozpojování je nejvhodnějším kritériem vrtatelnosti za podmínky vyhledání jejího minima [1].

Rozpojitelnost při vrtání pak bude definována jako „množství energie potřebné k rozpojení jednotkového objemu horniny za jednotku času a rovněž k překonání dalších odporů ve vrtu, přičemž režimové parametry vrtání (otáčky a posuv do vrtu) jsou regulovány k zajištění minimalizace této měrné energie“ [1]. Tímto způsobem definovaná rozpojitelnost je kvantifikována v $[J \cdot m^{-3}]$.

Toto energetické kritérium lze úspěšně využívat v jakémkoliv dobývacím procesu, ale definování a měření rozměrů třísky v průběhu rozpojování bude komplikovanější případ od případu.

Využití takto definovaného kritéria vrtatelnosti hornin w_{min} v provozních podmínkách bylo podmíněno návrhem a zhotovením měřícího zařízení a respektováním těchto základních požadavků:

- jednoduchost a spolehlivost zařízení a jednoduchá montáž na vrtací soupravu,
- minimalizace nákladů na měření a měřící zařízení,
- nezávislost na externím zdroji energie,
- minimální doba měření,
- jednoduchá obsluha.

Pro stanovení měřených veličin bylo vycházeno ze vztahu (1) pro měrnou objemovou energii upraveného pro realizaci na vrtací soupravě vybavené kompletní hydraulikou:

$$w_v = \frac{P}{S \cdot v} = \frac{M_k \cdot \omega}{S \cdot v} = \frac{i \cdot n \cdot q_m \cdot \Delta p}{S \cdot v} \quad (1)$$

kde S - plocha vrtaného otvoru $[m^2]$
v - rychlost vrtání $[m \cdot s^{-1}]$
n - otáčky vrtacího nástroje $[s^{-1}]$
 q_m - geometrický objem hydromotoru rotace $[m^3]$
 Δp - tlak hydraulické kapaliny před vstupem do hydromotoru rotace $[Pa]$
i - převodový poměr mezi otáčkami vrtací tyče a otáčkami hydromotoru rotace

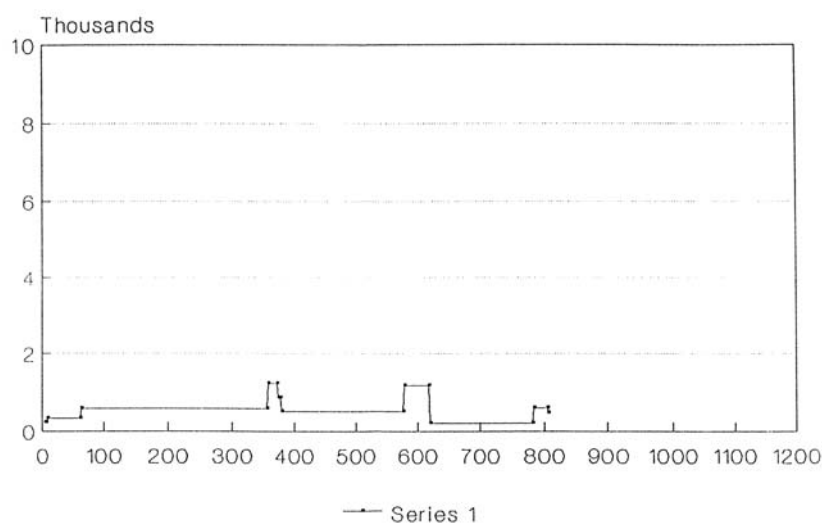
Veličiny S, q_m , i jsou pro danou vrtací soupravu konstantní, takže bylo nutné měřit a registrovat pouze veličiny n, Δp , v. I když hodnota přítlaku je z hlediska procesu rozpojování pouze kvalitativní veličinou, charakterizující režim vrtání, bylo její měření považováno za potřebné, takže čtvrtou měřenou veličinou byl tlak hydraulické kapaliny před vstupem do hydromotoru posuvu.

3. Měřicí aparatura RAMON - HBM

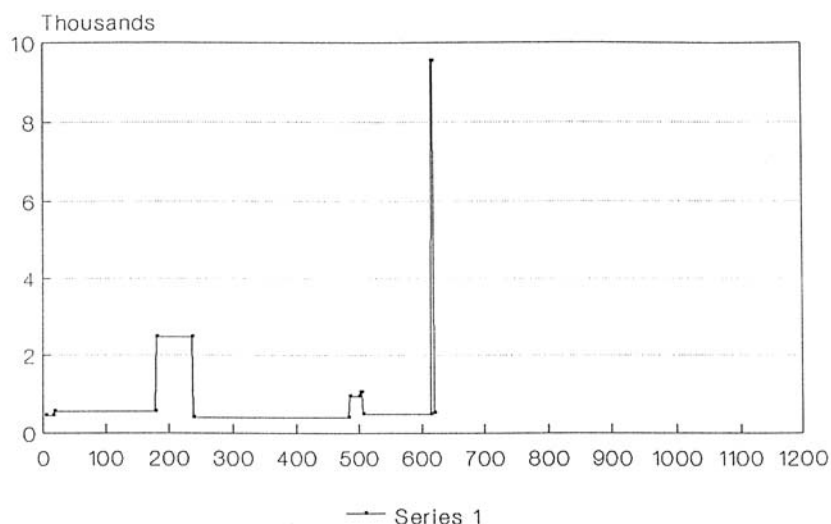
Na základě poznatků z ověřovacích provozů bylo ve VZUP Kamenná vyvinuto účelové monitorovací zařízení RAMON - HBM, určené pro potřeby SHD Most. Zařízení je tvořeno soustavou čidel (proporcionální snímač tlaku v rotaci, indukční snímač otáček, inkrementální snímač posuvu do vrtu a tlakový spínač v hydraulickém obvodu svěrných čelistí), zdrojovou a interfejsovou jednotkou a řídicí jednotkou RAMON - L355. Řídicí jednotku tvoří samostatný mechanicky i elektricky oddělitelný celek, osazený účelovým jednodeskovým mikropočítačem. Jednotka je určena pro řízení a vyhodnocování dat monitoru při měření průběhu měrné objemové energie. Soubor technických a programových prostředků, kterými je jednotka vybavena, zaručuje maximální spolehlivost a funkčnost zařízení. Konstrukční provedení respektuje obtížnost pracovních podmínek na povrchových dolech, tj. vibrace, prašnost, extrémní teploty apod.

Měřicím zařízením instalovaným na vrtné soupravě Hausherr HBM 120 byla monitorována řada vrtů. Průběhy naměřených hodnot w_v dvou vybraných vrtů jsou zobrazeny standardním programovým vybavením HARWARD GRAPHICS (obr. 2). Na vodorovné ose je hloubka vrtu v cm a na svislé ose hodnota w_v v hodnotě relativní. Veličina w_v citlivě reagovala na změnu horninových podmínek a umožňovala vyhledávání w_{min} regulací režimových parametrů.

VRT 8



VRT 12



Obr. 2 Průběhy naměřených hodnot w_v dvou vybraných vrtů.

4. Závěr

Ověřovací provoz prokázal spolehlivost měřicí aparatury při nasazení v podmínkách povrchových lomů, prokázal splnění všech požadavků, které vyplynuly z prvních provozních zkoušek a prokázal využitelnost kritéria minimální měrné objemové energie i vyvinuté měřicí aparatury RAMON HBM k optimálnímu řízení vrtného procesu. Touto cestou lze zajistit nikoli maximální (za cenu enormního

opotřebením nástroje, komponentů stroje a vysokých ostatních provozních nákladů), avšak maximálně možnou výkonnost při minimální spotřebě energie a minimalizaci opotřebením vrtných nástrojů.

Článek je zpracován za podpory projektu MPO FT-TA 4/018.

Literatura

- [1] Sekula, F. *Teoretické a technologické aspekty rozpojovania hornín. /Doktorská dizertačná práca/*. Košice, SAV Banický ústav 1979. 269 s.
- [2] Teale, R. The concept of specific energy in rock drilling. *Journal Rock Mechnics and Mining Sciences* 1965, č. 2, s. 57-73.
- [3] Jurman, J.: *Hodnocení efektivity dobývacího procesu kolesových rypadel s využitím vrtného monitoringu. /Habilitační práce/*. Ostrava, VŠB – TUO 1997. 64 s, 70 příl.