

Nové možnosti riešenia stability bankských diel v podmienkach bane NOVÁKY, o.z. Nováky

Miroslav Schvandtner¹

New possibilities of solving the stability mining of mining workings in conditions of the Novaky mine

The stability of mining working is currently an important aspect which becomes a part of their production. The quality of a mining working affects tension and deformation states of the completely mechanical coalfaces.

When taking retrogressive geological characteristics of exploited mining fields into consideration and comparing them with these in the past that it is necessary to solve the steadiness of shafts in order to balance the tension influence. The shafts should remain functional during their period of service without needs for repairs. As all repairs are performed manually, they increase the expenses per one ton of coal. They also influence the movement of coalfaces as well as the stability of pillar.

Key words: stability, polyuretane resin, stability of mining working

Úvod

Hornonitrianske bane Prievidza, a.s., sú najväčším producentom hnedého uhlia na Slovensku, pričom zabezpečujú požiadavky najväčšieho odberateľa - Elektrárne Nováky, o.z., Zemianske Kostofány. Exploatácia uhoľných zásob je realizovaná v troch dobývacích priestoroch: Nováky, Cígeľ, Handlová.

Z dôvodov zvyšovania ekonomickej náročnosti ťažby v Bani Cígeľ, o.z., bola v roku 2003 organizačne začlenená k Bani Nováky, o.z., čo spôsobilo zvýšenie ročných úloh v objeme ťažby v Bani Nováky, o.z. Znamená to sústredenie banskej činnosti v Novákoch vo väčšom rozsahu ako v predchádzajúcom období.

Vyžiadalo si to riešenie technicko - organizačnej oblasti a vzhľadom na zhoršujúce sa bansko-geologické podmienky, riešenie problematiky prípravy dobývacích polí spočívajúcich v nestabilite ako prevádzkových tak i investičných bankských chodieb, ktoré limitujú vlastnú exploatáciu ložiska komplexne-mechanizovanými stenovými porubmi.

Poznatky o správaní hornín pri razení dlhých bankských diel sú dôležité pre samotné dobývanie. Deformácie a porušenia hornín vyvolané bankskými prácami sa vyznačujú zložitou a potrebujú všestranné teoretické a experimentálne štúdium. Z tohto dôvodu, ako ukazuje doterajšia prax, je potrebné viac ako doteraz zaoberať sa príčinou tohto nepriaznivého stavu a následne stanoviť riešenia eliminujúce tento nepriaznivý stav. Problém nestability bankských chodieb spočíva hlavne vo vypadávaní stropnej časti razenej chodby, čím vznikajú nadvýlomy, ktoré sú príčinou deformácie výstuže s následným dopadom na ich údržbu, resp. rekonštrukciu.

Vzhľadom na uvedené problémové skutočnosti je potrebné popísať faktory spôsobujúce nestabilitu banskej chodby a doporučiť spôsoby riešenia (spevňovanie predpolia razeného bankého diela polyuretánovými ampulami, ktoré obsahujú zložky - Bavedan - Bevedol S, tzv. PUR ampule), čomu je venovaný predkladaný príspevok.

Geomechanické podmienky ovplyvňujúce mechanický prejav hornín a horninového masívu

Pri analýze geomechanických vlastností parametrov hornín pre riešenie úloh stability bankských diel sa skúmajú jej pevnostné a deformačné vlastnosti z hľadísk, popísaných [7]. Sú to pevnosť nenarušenej horniny, uhol trenia, pórový tlak vody, normálové ϵ_r posunutie.

Pokladám za dôležité stručne popísať len niektoré vlastnosti, ktoré sú dôležité pri riešení stability horninového masívu a sú elementárne dôležité za predpokladu vzniku klastickej oblasti.

Pevnosť narušenej horniny

Určenie medze pevnosti patrí medzi otázky najväčšej dôležitosti. Najbežnejšími sú jednoosové výskumy pevnosti v tlaku a ťahu hornín.

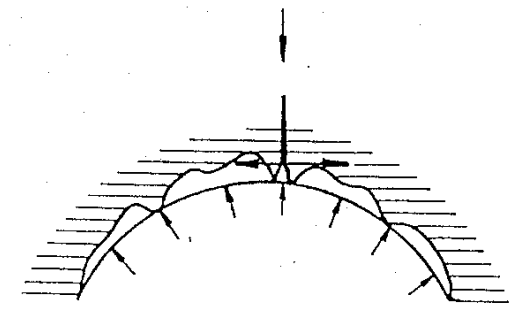
Je dôležité zdôrazniť vyšetovanie horniny i po prekročení medze pevnosti, v dôsledku podobnosti medzi porušenou horninou a skutočným diskontinuitným horninovým masívom (napríklad v uvažovanej „klastickej zóne“ v okolí bankého diela je hornina zaťažená nad medzu pevnosti a ak na takúto zónu

¹ Ing. Miroslav Schvandtner, Hornonitrianske bane Prievidza, a.s., Maticie slovenskej 10, 971 01 Prievidza, schvandtner@hbp.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 19. 5. 2006)

zapôsobia ďalšie sily - od náhleho otrasu, trhacích prác a podobne - môže dôjsť k rýchlemu rastu vertikálneho tlaku σ_z pri razení bankského diela).

Pri ťahu sú známe dva aspekty:

- pevnosť v ťahu σ_t predstavuje len 5 - 10 % pevnosti v tlaku σ_{II}
- a ťahové zaťaženie spôsobuje vznik a rozvoj mikrotrhlín.



K vzniku ťahového napätia dochádza najmä v procese vzájomného stláčania dvoch telies s nerovnými povrchmi (napríklad zlý kontakt výstuže s horninou, obr. 1).

Obr. 1. Priebeh napätí medzi horninou a výstužou (pôsobenie vertikálnej zložky napätia a vznik ťahových napätí).

Fig. 1. The tension course between the rock and steel (the influence of vertical tension component and the generation of tension stresses).

Vplyv trhlín

Pre riešenie klatických deformácií pri razení bankského diela spevňovaním je nevyhnutné sústrediť sa najmä na vplyv trhlín, trhlinovosti v hornine a v horninovom masíve. Riešenie úloh mechanického správania sa hornín a horninového masívu sa odlišuje od teórie kontinua iba vtedy, ak k porušeniu dochádza po trhlínach.

V tomto prípade porušenie nastáva dvojako:

- roztiahnutím (v prípade vyššieho ťahového napätia ako je odpor voči porušeniu ťahom v smere normálovom k rovine trhliny),
- ušmyknutím (v ostatných prípadoch).

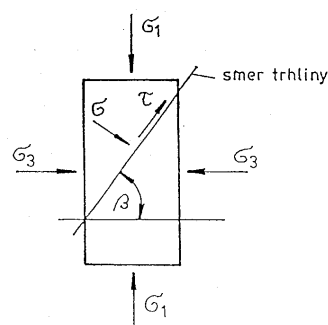
Ušmyknutie môže byť skúmané podľa základného Coulombovho kritéria:

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

kde c - súdržnosť,

σ - napätie,

φ - uhol vnútorného trenia.



Ak predpokladáme že vzorka s jednou trhlinou je zaťažená hlavnými napätiami σ_1, σ_3 (obr. 2),

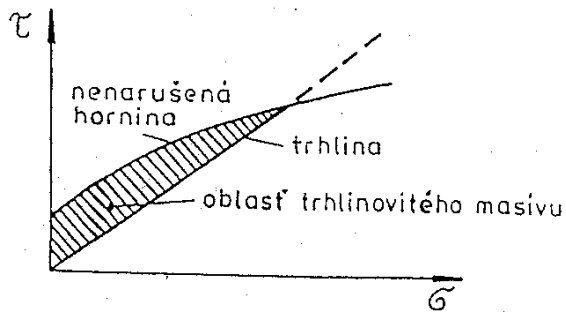
Obr. 2. Priebeh napätí v hornine (trhlina).
Fig. 2. Course of tensions in the rock (crack).

potom kritérium porušenia pri ušmyknutí má tvar:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{2c + 2 \cdot \sigma_3 \cdot \operatorname{tg} \varphi}{(1 - \operatorname{tg} \varphi \cot g \beta) \sin 2\beta},$$

kde β je uhol medzi rovinou oslabenia a smerom minimálneho napätia. Rozdiel medzi hlavnými napätiami nadobúda nekonečnú hodnotu pri $\beta \Rightarrow 90^\circ$, alebo $\beta \Rightarrow \varphi$.

Na základe hodnôt hornej a spodnej medze pevnosti silne trhlinovej horniny, ktorú uvádza Bock (obr. 3) je zrejmé, že pri nízkych napätiach je možné porušovanie len na úkor trhlín (teda ušmyknutím pozdĺž trhlín), zatiaľ čo pri vysokých napätiach dochádza k porušeniu samotnej horniny. Vychádzajúc z tejto úvahy robí Bock záver, že porušovanie typu šmyku po trhlíne je menej pravdepodobné v hĺbke, ako pri povrchu, a to z dôvodu zaklinenia blokov kvôli nedostatku voľného priestoru pre rozvinutie šmyku. S týmto názorom nemožno pri ťažbe celkom súhlasiť, lebo banské dielo razené v málo pevných horninách je sprevádzané, pri podmienkach Bane Nováky, o.z., „nárastom“ napätia σ_z , ktoré pôsobí na málo pevnú horninu



„deštruktívne“. Znamená to, že súdržnosť hornín je v nováckych podmienkach ovplyvňovaná nielen trhlinovým narušením, ale v niektorých prípadoch aj výskytom ílových preplástkov, situovaním razeného banského diela, hĺbkou uloženia sloja.

Obr. 3. Zobrazenie hornej a spodnej medze silne trhlinovej horniny.

Fig. 3. Display upper and lower limits of a cracked rock.

Doterajšie spôsoby zabezpečenia stability výlomu pri razení banských diel

Pri razení banských diel v nesúdržných horninách vznikajú nadvýlomy, ktoré sa zakladajú pri procese obkládkou. Ako aktívna ochrana proti vzniku záparu v oblasti nadvýlomu a v určitej miere aj ako stabilizátor napätových stavov sa využíva v podmienkach Bane Nováky, o.z., tzv. „slovinská metóda“ - plášťovanie chodieb omietaním. Zaradujeme ju medzi výplňovú injektáž horninového prostredia, ktorá sa aplikuje po vystužení banského diela a podľa [4] je následnou technickou úpravou. Metóda je podrobne rozpracovaná v technologickom postupe.

Metóda pozostáva z troch základných operácií:

- príprava pred omietaním (hrubé utesnenie medzier medzi obkládkou a úprava počvy pri bokoch chodby, zavedenie a zafixovanie kovových plniacich a kontrolných trubiek, navlhčenie podkladu pred omietaním),
- omietanie,
- vyplňanie.

Na základe pevností popolčekových mált, ktoré uvádza [4], môžeme konštatovať, že pevnosť výplňovej suspenzie je menšia, nanajvýš rovná 1 MPa.

Možno konštatovať, že podľa [5] patrí daná metóda do následných úprav horninového prostredia



a nie je ideálnym riešením stavu napätosti v pôsobení hornina-výstuž. To znamená, že prvotné napätia, ktoré začnú pôsobiť po odstúpení čelby, zapríčínujú vtlačenie výstuže do voľného priestoru, resp. do oblasti nadvýlomu, pričom sa výstuž zdeformuje do tvaru elipsy (foto 1).

Foto 1. Tlakové prejavy banského diela (dôsledky nadvýlomu v strope banského diela) Baňa Nováky, o.z.

Photo 1. Manifestation of the pressure in a mining working (consequences of overbreak in ceiling of the miningworking) Baňa Nováky, o.z.

Stabilizácia uhoľného sloja ofenzívnym zásahom do napätovo - deformačného stavu pomocou injektáže

Stabilita nesúdržného uhoľného sloja je zásadným spôsobom ovplyvnená stavom napätosti na plochách primárneho porušenia (horninového prostredia), eventuálne na kontaktoch medzi plochami nespojitosti. Je nutné povedať, že v podmienkach Bane Nováky, o.z., z hľadiska nestability diskontinuitných oblastí, sú javy, kde na plochách nespojitosti nastáva pokles normálových zložiek napätosti. Úmerne s poklesom normálovej zložky napätosti klesá pevnosť a znižujú sa deformačné parametre prostredia ako celku. Zmenou stavu napätosti je ovplyvňovaný stabilitný potenciál horninového prostredia. Pri stabilizácii diskontinuitného prostredia je preto potrebné uplatniť postupy, ktorých základom je priame aktívne ovplyvnenie napätovo-deformačného stavu vo vnútri horninového prostredia.

Spevňovanie predpolia razeného bankského diela

V súčasnej dobe, keď už nepostačujú klasické metódy, ktoré sú aj ekonomicky nevýhodné, firma Minova vyvinula nové systémy na spevňovanie nesúdržných hornín. Najvhodnejší spôsob spevňovania uhoľného piliera je pomocou PUR patrón, ktoré sú určené pre stabilizáciu hornín technológiou ihľovania, pomocou drevených svorníkov (hranolov).

Dvojzložková patróna sa skladá z dvoch do seba zasadených plastových hadíc, ktoré sú naplnené kvapalnými zložkami vo vzájomnom pomere 1:1. Vnútorý obal obsahuje zložku Bevedan, vonkajší Bevedol S. Treba podotknúť, že sú vhodné do suchého prostredia alebo do prostredia s veľmi malým obsahom vody.

Metóda spevňovania pomocou Pur patrón spočíva vo vyvrtaní vrtu, vyčistení vrtu od drte, zavedení pur patrón do vrtu pomocou drevenej tyče. Rotačným spôsobom sa zasunie drevený svorník, ktorý slúži aj na dokonalé premiešanie oboch kvapalných zložiek a ktorý musí trvať 30 sekúnd. Ústie vrtu musí byť čo najdokonalejšie utesnené dreveným kolíkom, aby zmes ktorá sa vytvára pôsobením CO₂ vnikala do puklín v masíve a spôsobila jeho zlepenie-stabilizáciu.

Doterajšie poznatky pri spevňovaní

V podmienkach Bane Nováky, o.z., bola spomínaná technológia aplikovaná v chodbe 07 636, t.j. v 1. A bloku 7. ŤÚ na úseku 25 m. Zámerom bolo spevňovanie predpolia (strop BD - bankského diela), cieľom ktorého bolo zamedziť vzniku nadvýlomov a dosiahnuť čo najmenší hrubý výlom pri razení.

Daná oblasť obsahuje veľké množstvo ílových preplástkov (foto 2) a na základe skúseností in situ, možno povedať, že geologické podmienky v ktorých bola metóda odskúšaná si vyžadujú riešenie spevňovania hornín v spojitosti s technológiou rozpojovania.

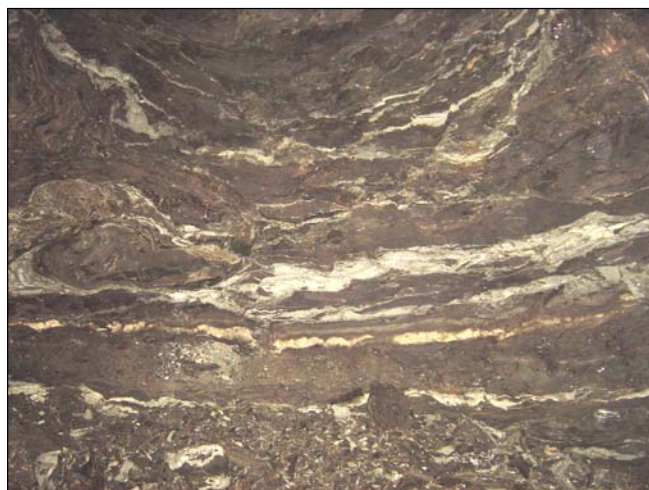


Foto 2. Čelba 07 636 - nesúdržné horniny Baňa Nováky.
Photo 2. Face 07 636 - cohesionless rocks of the Nováky Mine.

Záver

Účinnok injektovania uhoľnej sloje pomocou polyuretánovej živice BEVEDAN-BEVEDOL S spočíva predovšetkým v zmene pretvárných vlastností uhoľnej hmoty, t.j. vo zvýšení deformovateľnosti a zvýšení súdržnosti preinjektovanej oblasti chodby. Pri realizácii spevňovania hornín je základnou úlohou injektážneho média zvýšiť šmykovú pevnosť hornín, a to až do zabudovania definitívnej oceleovej výstuže. Pri rozpojovaní horninového masívu je nevyhnuté dosiahnuť čo najmenší hrubý výlom, a tým zabezpečiť rovnomerné pôsobenie napätia po celom obvode bankského diela.

Literatúra – References

- [1] Murín, O., Jankovič, J.: Fyzikálne, mechanické a technologické vlastnosti uhlia a hornín na nováčkom ložisku., *Nováky 1978*.
- [2] Trančík, P.: Návrh otvárk, prípravy a dobývania pre II. horizont - juh, *ULB Baňa Nováky, Košice 1985*.
- [3] Trnka, O., Pácl, V., Vavro, M., Limberk, V., Kubeč, K. : Dobývání ložisek, *SNTL/ALFA, Praha 1968*.
- [4] Valachovič, F. a kol.: Razenie bankských diel, *ALFA, 1977*.
- [5] Aldorf, J., Exner, K., Škarbiš, A.: Stabilita a vystužování dlouhých dulních děl, *SNTL, 1979*.
- [6] Trančík, P, Hatala, J.: Mechanika hornín a masívu, *ALFA, Bratislava, 1983*.
- [7] Ďurove, J. : Využitie teórie podobnosti a modelovania v mechanike hornín a masívu, *Habilitačná práca, F BERG Košice, 1999*.
- [8] Vavrek, P.: Stanovenie pretvárných charakteristík horninového prostredia z výsledkov ťahovej preukaznej skúšky svorníkov. *Geotechnika 3/2001, str. 8-12, ISSN 1211-913X*.
- [9] Bock, H. a kol.: Vvedenie v mechaniku skalnych porod., *Mir, Moskva, 1988*.