

Ing. Vladimír H r u b ý , VÚHU:

Stabilizace požárem ohrožených míst v lomových provozech

S rozvojem povrchového dobývání v hnědouhelných revírech se bude nadále zvyšovat četnost a rozsah záparových, případně požárem zachvácených oblastí. Zvýšený počet zápar a požárů lze očekávat zejména postupem porubních front velkolomů do partií uhelné sloje narušené v minulosti hlubinným dolováním. Úseky narušené hlubinným dobýváním jsou značně náchylné k samovznícení, jak bylo jednoznačně prokázáno dlouhodobým měřením stupně sklonu k samovznícení v rámci výzkumného úkolu VÚHU.

Otázky prevence a likvidace zapařených a hořících partií uhelných řezů v povrchovém provozu hnědouhelných dolů lze za současného stavu vypracovaných způsobů preventivních a represivních opatření pokládat v zásadě za vyřešené zejména za předpokladu, že bude důsledně rozšířeno použití výkonných mlhových proudnic VÚHU i v provozu osvědčených tangenciálních rozprašovačů.

V případech vzniku zápar a požárů v otočných bodech, bočních svazích, při prohořívání spodků stabilních tratí, důlních komunikací apod. jsou naopak tradiční i nové způsoby likvidace nevhodné zejména proto, že vyžadují trvalé vázání potřebného počtu pracovníků i protipožární techniky většinou na obtížně přístupných místech s omezenou dodávkou vody.

Na základě předběžného laboratorního a poloprovozního výzkumu i provozních zkoušek je realizovatelné použití zvláštních způsobů protipožárních zásahů, spočívajících v preventivní dlouhodobé stabilizaci požárem ohrožených míst.

Vypracovaná technologie představuje v zásadě dosud nepoužitý a současně vysoce účinný způsob prevence, jehož rozšíření i při jisté náročnosti na dodržení hlavních zásad by bylo nejen ekonomicky únosné, ale i rentabilní.

Oxidace uhelné hmoty, která probíhá při styku vzdušného kyslíku s uhlím, vede nejen ke zhoršení chemicko-technologických vlastností, snížení pevnosti, soudržnosti i výhřevnosti paliva, ale zejména v partiích sloje, narušených hlubinným dobýváním, vytváří trvalé nebezpečí vzniku zápar a požárů se všemi nepříznivými důsledky. Probíhající složité adsorpční a oxidační procesy závisí jednak na vlastnostech uhlí a stupni prouhelnění, jednak na řadě charakteristických faktorů a podmínek přístupu vzdušného kyslíku k uhelné hmotě. Dlouhodobé působení vzdušného kyslíku vede k tvorbě jednoduchých i složitých produktů oxidace. Stupeň oxidace lze pokládat za funkci druhu uhlí, teploty, parciálního tlaku kyslíku a povrchu paliva.

Při laboratorním výzkumu byly ověřovány látky schopné vytvářet prakticky nepropustný nebo velmi omezeně propustný povlak případně vrstvu na uhelné hmotě. Omezení přístupu vzdušného kyslíku se v praxi projeví snížením adsorpční schopnosti uhelné hmoty a tím i omezením vzniku zápar, případně endogenních požárů.

Vlastní výzkum byl zaměřen na produkty snadno dostupné a cenově přijatelné s ohledem na skutečnost, že při praktické aplikaci v provozním měřítku by spotřeba materiálů pro stabilizaci požářišť byla značná. Ověřována byla řada látek použitelných k tmelení nehořlavých materiálů, zejména elektrárenského popílku, jehož použitelnost s výjimkou dosud málo rozvinuté výroby stavebních materiálů je problematická.

Vhodné tmelicí i mechanické vlastnosti vykazovaly některé syntetické hmoty např. vodorozpusitelné močovinoformaldehydové pryskyřice a z běžně dostupných stavebních materiálů sádra, která je v dostatečném množství k dispozici a jejíž nadprodukt lze v budoucnu očekávat za předpokladu, že by bylo realizováno odsíření spalin velkých průmyslových topenišť.

Kritériem pro použití sádry jako tmelícího prostředku byla kromě uvedených vlastností i skutečnost, že přilnavost sádry a jejích směsí s inerty k uhelné hmotě je větší než u cementu a jiných ověřovaných hmot. Stabilizační účinek kladně ovlivňuje i skutečnost, že při tuhnutí směsi dochází k zvětšení objemu a tím k dokonalému vyplnění volných prostor.

Mechanické vlastnosti ochranných povlaků lze v praxi volit v širokém rozsahu požadované pevnosti v tlaku od $2,5 \text{ kg.cm}^{-2}$ do 150 kg.cm^{-2} v závislosti na procentuálním obsahu elektrárenského popílku. Rovněž tuhnutí směsí sádry a elektrárenského popílku při aplikaci mokřích způsobů nanášení je možno v potřebném rozsahu regulovat přidávkou zpomalovačů tuhnutí.

Zařízení k nanášení tmelených inertních materiálů

Tmelené inertní materiály jsou vhodné pro dlouhodobou stabilizaci požárem ohrožených úseků v lomových provozech, protože k jejich nanášení je možno využít technologického zařízení používaného běžně ve stavebnictví i důlních provozech.

Podle způsobu přípravy směsi a typu použitých mechanismů se k nanášení hmot na povrch sloje, zdíva, konstrukcí apod. používá technologie tzv. suchého nebo mokrého torkretu. Suchý torkret spočívá principiálně v přípravě a dopravě suché směsi hmot do směšovacího prostoru a po zvlhčení vodou je omítací dýzou směs vrhána vysokou rychlostí proti omítané ploše. Mokřý torkret se liší od suchého způsobu

tím, že směs vody a základních komponent se připraví v pomocném zařízení a do nanášecí dýzy se dopravuje v homogenizovaném tekutém stavu a na omítanou plochu je nanášena účinkem přídavného tlakového vzduchu.

Vzhledem k tomu, že je v běžné technické praxi používána technologie obojí, byla na vybraných pokusných pracovištích velkolomu Obránců míru v Komořanech ověřena stabilizace uhelné sloje mokrým i suchým torkretem.

Stabilizace pokusného úseku mokrým torkretem

Předběžným laboratorním výzkumem byla vyřešena optimální koncentrace zpomalovače tuhnutí, jehož přídavek je při použití sádry nezbytný. Jeho množství se pro jednotlivé druhy sádry volí individuálně tak, aby zpomalovací účinek postihl časově potřebné pracovní úkony a nedocházelo k tuhnutí směsi před vyprázdněním použitého zásobníku směsi a hadicového vedení. Prodloužení doby tuhnutí na cca 80 minut vytvořilo vhodnou časovou rezervu s ohledem na množství použité stabilizační směsi. Zařízení pro pokusnou stabilizaci uhelné sloje sestávalo:

- 1) ze zdroje tlakového vzduchu - kompresor Z-11, výkon $10 \text{ m}^3/\text{hod}$, max. tlak 10 atp, příkon 1,1 kW,
- 2) míchačky na beton pro přípravu stabilizační směsi,
- 3) tlakového kotlíku AEROCEM o obsahu 100 l,
- 4) hadicového vedení pro dopravu směsi,
- 5) omítací hubice.

Pracovní postup je v zásadě jednoduchý a spočívá v odměření základních hmot, tj. sádry, elektrárenského popílku a vody s přídavkem zpomalovače tuhnutí a jejich promíchání v míchačce. Homogenizovaná směs se vpraví do tlakové nádoby a na urovnaný povrch směsi se položí kruhové víko, zajišťující rovnoměrné rozložení tlaku vzduchu. Po uzavření tlakové nádoby se otevře redukční ventil tlakového vzduchu a v okamžiku, kdy směs začne vytékat z omítací hubice, se otevře přívod pomocného tlakového vzduchu.

Náplň tlakového kotlíku postačí na 30 - 45 minut provozu omítací hubice.

Protože cílem realizovaných provozních zkoušek bylo nejen ověření technologie, ale zejména zjištění vlastností vrstev, nanesených různou technologií, nebylo použito k dopravě směsi zařízení vysokých výkonů, jako jsou membránová nebo šneková čerpadla (typ Colmono, Monopump apod.).

Hodnocení použité technologie

Stabilizační vrstva, nanesená technologií mokrého torkretu na prakticky vislou zvětralou uhelnou stěnu, vyplňuje dobře větráním vzniklé trhliny, vytváří souvislý povrch, lpí dobře na podkladu a odolává dlouhodobě povětrnostním vlivům. Pro plné využití kapacity zařízení je nutné dobrá organizace práce, přesné dodržení časového sledu pracovních úkonů a získání provozních zkušeností.

Nevýhodou ověřované technologie je kratší dopravní vzdálenost ve srovnání s pneumatickou dopravou suché směsi, nutnost cezení směsi před plněním tlakového kotle a nebezpečí zatuhnutí směsi v kotlíku a hadicovém vedení při poruše zdroje tlakového vzduchu, nedodržení časového sledu pracovních operací a nevhodně voleném přídatku zpomalovače tuhnutí. K přípravě stabilizační směsi je nutno použít jemných frakcí elektrárenského popílku; hrubé podíly urychleně sedimentují a působí provozní potíže. Vzhled pokusného pracoviště po stabilizaci mokrým torkretem je zřejmý z obr. č. 1.

Stabilizace pokusného úseku suchým torkretem

Druhý pokusný úsek byl vybrán rovněž v partii sloje, narušené v minulosti hlubinným dobýváním, s uzavřenou chodbou, ústící do prostoru lomu.

Technologické zařízení bylo voleno tak, aby umožňovalo stabilizaci uhelné sloje i v místech bez možnosti připojení potřebných agregátů na stabilní rozvod elektrické energie. Zařízení pro provozní zkoušky tvořily:

- 1) Diesel agregát 380 V,
- 2) pojízdný kompresor EK - 3,
- 3) cementační dělo CD 150 E,
- 4) tlakové hadicové vedení pro pneumatickou dopravu suché směsi,
- 5) vodovodní hadicové vedení,
- 6) směšovací hubice s omítací dýzou.

Cementační dělo CD 150 E je podle technických podmínek TPE 13-73-006/59 určeno k provádění vodotěsných omítek při stavbě budov, mostů, přehrad a kanálů, k postřiku šamotových izolací vysokotlakých kotlů, železných i betonových konstrukcí apod. Nanesené vrstvy jsou těžko odstranitelné a při použití cementu má beton až trojnásobně vyšší vázavost než beton normální. Vrstvy odolávají tlakům při trvalém zatížení a vzdorují chemickým vlivům lépe než normální cementová omítka.

I když cementové dělo je konstruováno výhradně pro nanášení cementových směsí, bylo při provozních zkouškách použito směsí sádry a elektrárenského popílku. Míchání sádry s popílkem v různých poměrech pro ověření vlastností jednotlivých druhů směsí bylo prováděno ručně na dřevěné podložce. Vzhledem k tomu, že cementační dělo bylo konstrukčně upraveno na přetržitý způsob práce, bylo plnění a nanášení vrstev prováděno v odpovídajících intervalech.

Hodnocení použitého materiálu a technologie

Při nanášení stabilizační vrstvy na téměř svislou zvětralou uhlennou stěnu docházelo k postupnému vyplnění trhlin, jak je zřejmé z obrázků č. 2 - 4. Povrch sloje byl pokryt souvislou světlešedou pevně lpící vrstvou 4 - 10 mm silnou s charakteristickou zrnitou strukturou. Dlouhodobým sledováním vytvořené stabilizační vrstvy bylo zjištěno, že působení povětrnostních podmínek nevyvolalo narušení původně nanesené vrstvy. Na stabilizovaném úseku nebyly rovněž zjištěny známky probíhajícího zapáření, což potvrzuje původní předpoklad dlouhodobého stabilizačního účinku nového preventivního způsobu ochrany uhlenné sloje vůči samovznícení.

Na rozdíl od první technologie je obsluha zařízení poměrně náročná a předpokládá dokonale zapracovanou osádku. Při nesprávné obsluze zařízení dochází k poruchám provozu např. k ucpání dopravního potrubí, směšovací komory apod. Suchou směs lze dopravovat běžně na vzdálenost 200 - 250 m horizontálně a vertikálně prakticky na celou výšku řezu. Výkon zařízení při nanášení vrstvy o síle 20 mm při 8-hodinové pracovní době dosahuje cca 200 m². Nesprávně volený poměr suchá směs - voda vede k značnému vývinu prachu, tuto nevýhodu lze však poměrně nenáročnou úpravou směšovací hubice odstranit.

Technologické zařízení pro stabilizaci požárem ohrožených úseků vzhledem k rozsáhlosti ploch, které by bylo nutno stabilizovat, musí mít podstatně vyšší výkon, než zařízení použitá k ověřovacím zkouškám. Vysoce výkonné stroje vyrábí některé zahraniční firmy např. Meynediar typ CM-57, Aliva typ 300 a 600. V ČSSR byl v resortu uranového průmyslu vyvinut stroj typu SSB-02 U. Hlavní technické parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

Stroj je vybaven podle požadavku buď důlním kolejovým podvozkem pro rozchody 450 nebo 600 mm nebo silničním dvounápravovým podvozkem. Příslušenství stroje tvoří dopravní potrubí, případně hadicové tlakové vedení ČSN 63 5363, opatřené rychlospojkami a směšovací tryskou. Na konec hadicového vedení se umísťuje směšovací tryska,

Hlavní technické údaje SSB - 02 U

Výkon stroje	1,5 - 12 m ³ .hod ⁻¹
Šířka	720 mm
Délka	1 430 mm
Výška	1 660 mm
Výška k násypce	1 070 mm
Váha	1 100 kg
Pohon elektromotoru	AF 644/8,7 kW 730 ot.min ⁻¹
Spotřeba vzduchu	4 - 12 m ³ .min ⁻¹

kteřou pro použití směsi sádra-popílek bude nutno upravit pro vnější zvlhčování směsi, aby nedocházelo k ucpávání nanášecí hubice tuhnoucí směsí. Pro kontinuální dodávku suché směsi do stroje byl vyvinut a provozně ověřen zásobníkový vůz o obsahu 3 m³ typ ZV-BS 3 s mechanizovaným vyprazdňováním.

Rozhodujícím faktorem pro použití uvedeného zařízení je nejen vysoký výkon, ale i skutečnost, že dopravní vzdálenost v horizontálním směru dosahuje 150 - 300 m a ve směru vertikálním 20 - 40 m. Tyto parametry vytvářejí předpoklady pro vybudování provozního pracoviště v místě s příznivě řešitelným dovozem potřebného množství materiálu i jeho manipulací.

Nanášení stabilizačních vrstev na svislé stěny a nepřístupná místa je prakticky vyřešeno použitím požární mechanické plošiny SS-65, montované na podvozku Škoda 706 RT0. Plošina je udržována trvale ve vodorovné poloze a je ovladatelná buď z prostoru plošiny nebo paralelním řídícím orgánem s plošiny vozidla. Vysunutí opěrných hydraulických noh trvá 20 vteřin, zdvih každého ramene 50 vteřin.

Použití požární plošiny se značnou manévrovací schopností by umožnilo nejen nanášení stabilizačních vrstev na obtížně přístupná místa a prakticky svislé stěny, ale usnadnilo by i uzavírání otevřených důlních chodeb po hlubinném dobývání, ústí-
cích do prostoru lomu ve větší výšce nad terénem.

Torkretovacím strojem SSB-02 U je běžně dosahován u zapracované osádky při plynulém přísunu materiálu výkon 200 m² za směnu při tloušťce vrstvy 2 cm. S ohledem na vodní součinitel, který se pohybuje v rozmezí 0,55 - 0,65, bude k vytvoření stabilizační vrstvy nutno použít 5,8 t stavební sádry při shora uvedeném výkonu.

Při jednosměnném provozu a pětidenním pracovním týdnu by osádka byla schopna provést stabilizaci na ploše cca 1 000 m². Jako stabilizační vrstvy budou při praktické realizaci v provozním měřítku používány směsi sádry a elektrárenského popílku v ověřených poměrech mísení. Pro informaci jsou uvedeny v tabulce materiálové náklady vztažené na podíl sádry ve vrstvě.

Náklady na sádro pro 1 000 m² stabilizované plochy
(cena sádry 300 - 600 Kčs/t)

Poměr sádra : popílek	Vrstva mm	Cena Kčs
50 : 50	20	4 350 - 8 700
50 : 50	10	2 175 - 4 350
25 : 75	20	2 175 - 4 350
25 : 75	10	1 090 - 2 180

Kapacita navrženého provozního zařízení, sestávajícího ze zdroje tlakového vzduchu (4 - 12 m³.min⁻¹), požární plošiny a stroje na stříkaný beton SSB-02 Ů, s příslušenstvím, umožňují použití technologického celku pro několik lomových provozů bez nároku na zvýšení počtu zaměstnanců v souvislosti se zaváděním nového způsobu preventivních protipožárních opatření v lomových provozech.

S h r n u t í

V článku jsou informativním způsobem shrnuty výsledky laboratorního výzkumu i provozních zkoušek dlouhodobé stabilizace otočných bodů, bočních svahů, tratí apod. v povrchových provozech dolů ohrožených samovznícením. Navržená technologie nanášení stabilizačních vrstev na bázi elektrárenského popílku a sádry metodou suchého torkretu prokázala principiálně použitelnost v podmínkách povrchových provozů dolů.

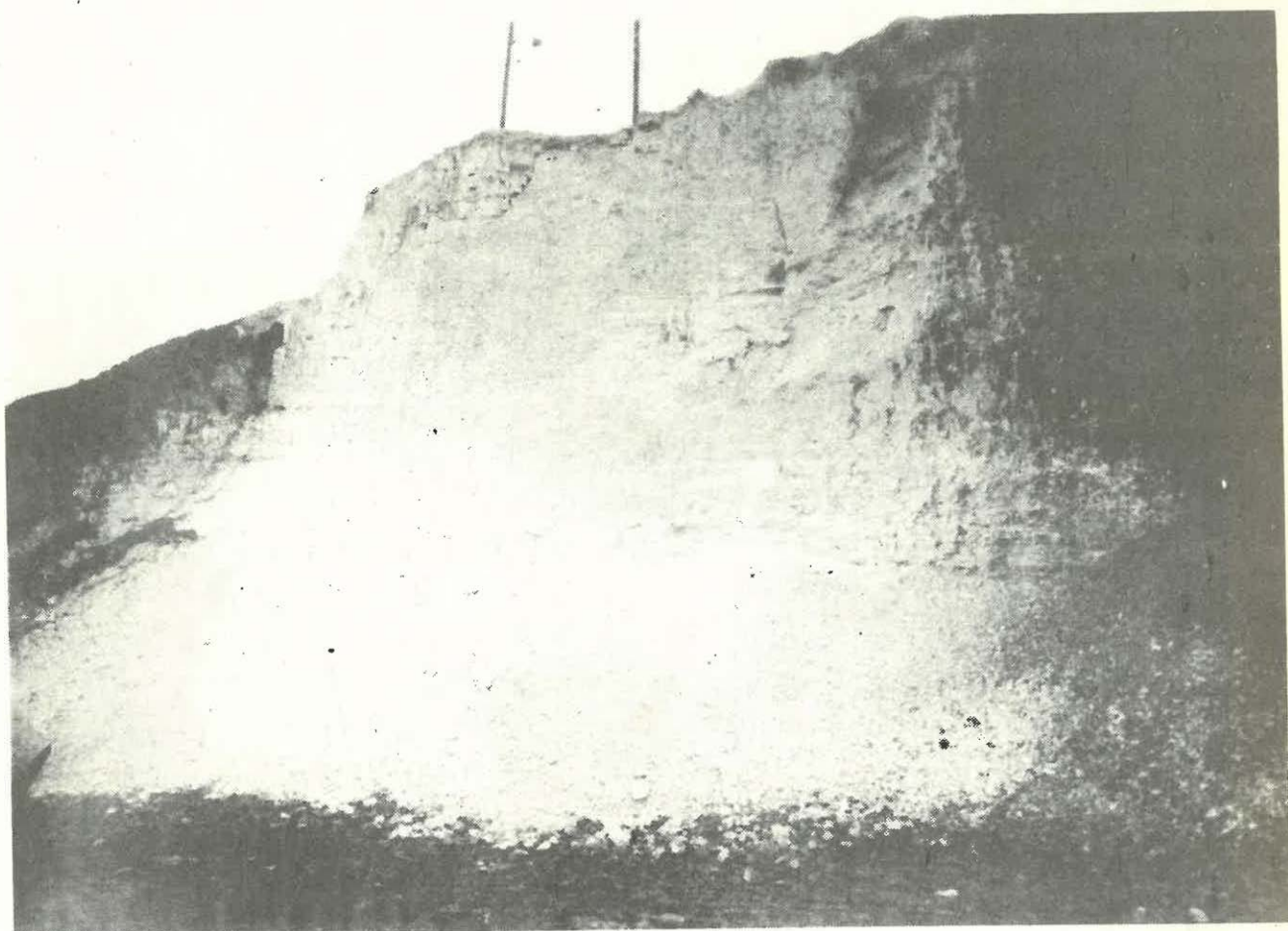
Mapla TK VOMU

R é s u m é

Stabilisation des places mettant en danger par l'incendie

dans les mines à ciel ouvert

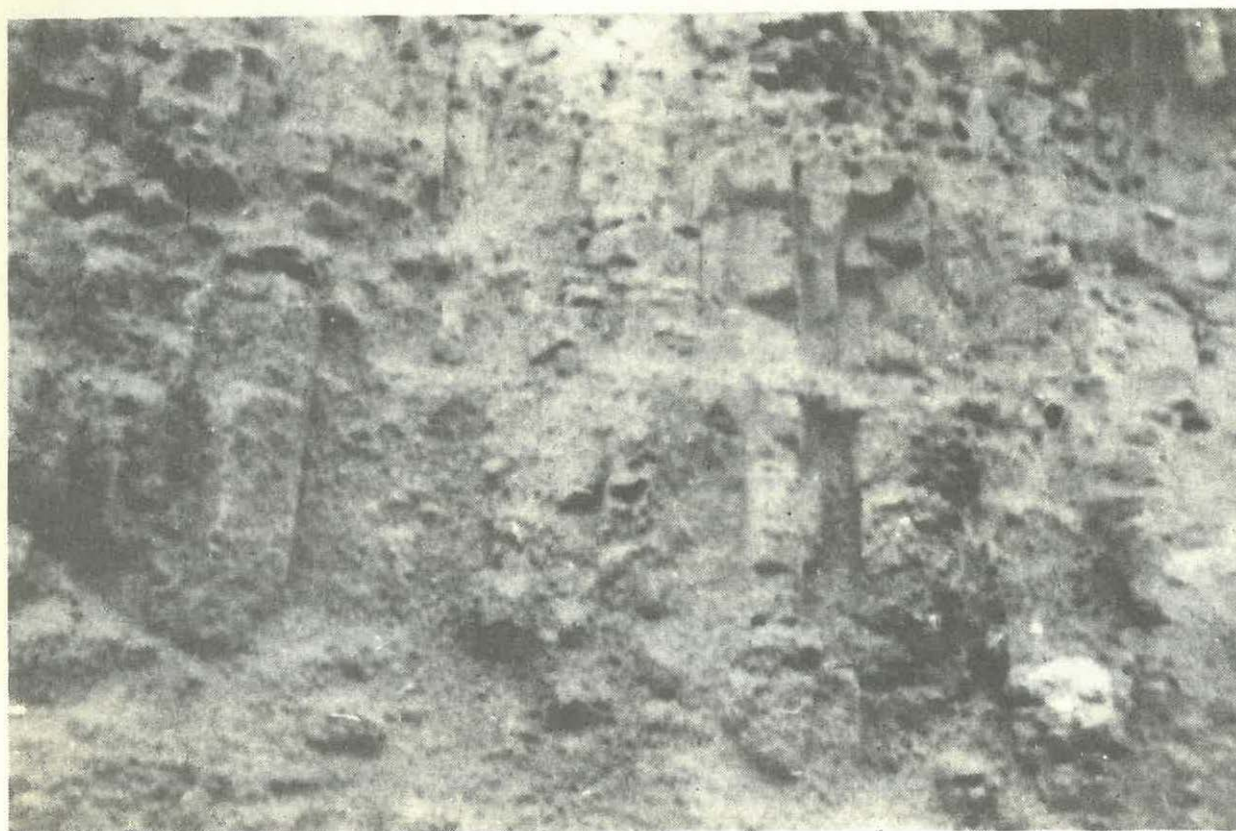
Cet article contient les résultats de la recherche faite au laboratoire et des essais de service concernant la stabilisation à long terme des centres de rotation, des pentes latérales, des voies etc. dans les mines à ciel ouvert qui sont menacées par l'inflammation spontanée. La technologie proposée de l'application des couches protectrices sur la base de la cendre volante venant de la centrale électrique, et du plâtre par une méthode du béton projeté sec a été montrée par principe de l'applicabilité dans les conditions existant dans les mines à ciel ouvert.



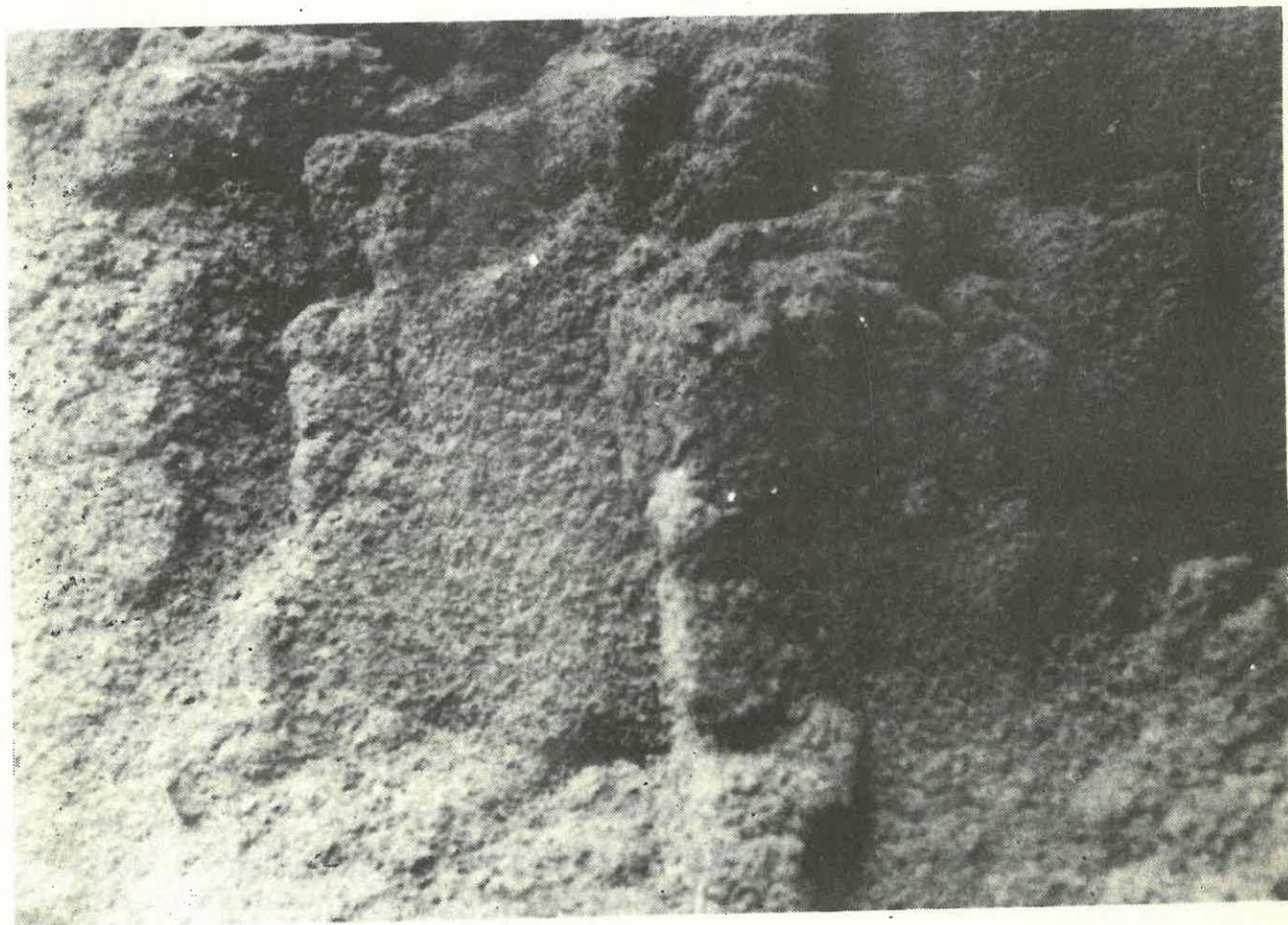
Obr. č. 1 Vzhled pokusného pracoviště po stabilizaci mokrým torkretem



Obr. č. 2 Větráním silně narušená uhelná stěna před nanesením stabilizační vrstvy



Obr. č. 3 Uhelová stěna po nanesení základní vrstvy



Obr. č. 4 Vzhled povrchu sloje po nanesení stabilizační vrstvy