

Václav C t i b o r, VÚHU

Zavádění trhavinových směsí na lomech v SHR

Světový vývoj zaznamenal řadu výrazných změn v sortimentu průmyslových trhavin, které jsou používány zejména pro těžbu užitkových nerostů, ale i v dalších odvětvích. Projevil se tak markantní přechod od klasických nitroglycerinových a sypkých amonledkových průmyslově vyráběných trhavin k trhavinám typu dusičnan amonný + palivo. Tyto trhavinové směsi jsou označovány jako DAP, ANFO, ANDO, Igdanit a podobně. Směsi svojí výrobní jednoduchostí a velkou manipulační bezpečností byly a jsou ideální trhavinou pro mechanisaci trhacích prací. Byly sníženy na minimum nejnamáhavější operace odstřelu. Velkou předností těchto trhavin zůstává i dnes to, že je lze připravovat až na místě spotřeby, dále pak nízká cena, a že jednotlivé komponenty nejsou výbušné. Byly odstraněny nepříznivé fyziologické účinky klasických trhavin - viz intoxikace kapalnými nitroestery a nitrolátkami. Nevýhodou je, že se trhavina rozpouští ve vodě a její použití ve zvodnělých vrstvách je nemožné.

V šedesátých letech se objevují trhaviny typu Slurry, což jsou trhaviny s obsahem kapalné fáze, zejména s vodními gely, které mají různý stupeň viskozity. Tyto nové vrhaviny odstranily závažný nedostatek trhavin DAP - jejich nevodovzdornost. Vlastní vývoj trhavin slurry je charakterizován přechodem od jednoduchých tříložkových směsí s výbušným senzibilizátorem (např. tritol, bezdýmný prach) až po směsi, u kterých žádná složka není sama o sobě výbušnou a vlastní detonace je dosaženo fyzikální senzibilizací. Další předností některých druhů trhavin slurry je, že detonaci lze dosáhnout již rozbuškou v malých průměrech náloží.

Vedle trhavinových směsí DAP lze i slurry vyrábět jak ve výbušninářských závodech, tak i přímo u spotřebitelů a jednotlivé operace úspěšně mechanizovat.

Dnes lze konstatovat, že trhavy slurry jsou schopny konkurovat klasickým trhavinám, ale mají navíc řadu předností:

- a/ velká manipulační bezpečnost,
- b/ vyloučení nepříznivých fyziologických účinků,
- c/ snížení toxicity výbuchového zplodinu,
- d/ možnost přípravy trhaviny na místě spotřeby a zapojení mechanizace jednotlivých operací.

V ČSR na hnědouhelných lomech při hledání cest, jak zvýšit uplatnění trhavacích prací zejména na skrývce s výskytem velmi tvrdých vložek, se započalo s trhavinami typu slurry, a to již v roce 1964 a 1965 souběžně s ověřováním sypaných průmyslových trhavin Permonex V 19 a na místě připravovaný DAP-1. Pokusy se uskutečnily na k.p. DVIL, a to systémem technologie rozpojování skrývky vrty, vedenými rovnoběžně po celé délce se svahem řezu, s ověřením možnosti jejich nabíjení tehdy nově vyvinutou kapalnou trhavinou Permon Extra 18.

Dalšími pokusy byly hledány možnosti využití jednoduché směsi ledku amonného s palivem DAP-1, která byla v následujících letech postupně zaváděna na jednotlivých lokalitách v SHR i HDB. Podle tehdejších pokusů byly odvozeny požadavky na trhavinu, která by měla být na hnědouhelných lomech využívána. Trhavina se měla volně sypat do vrtů suchých, případně mírně zvodnělých, a hlavní důraz byl kladen na ekonomickou stránku. Protože cena za 1 kg trhaviny typu slurry činila 3,50 Kčs, byl postupně zaváděn DAP-1, který byl o více jak 50 % levnější.

Z těchto důvodů byly další práce zaměřeny k ověřování vlastností a použitelnosti trhavinové směsi DAP-1 v různých podmínkách a směs byla vyzkoušena postupně na všech lokalitách. Výhody trhavinové směsi byly evidentní a její zavádění bylo teprve ovlivněno přechodem lomů do stále větších hloubek s výskytem velmi tvrdých proplátek a čoček a dále tím, že byly skrývány partie, které obsahovaly vodonosné vrstvy. I když se podařilo využít plně směs DAP-1, byly hledány další zlepšující vlivy. Po pokusných odstřelech byly zavedeny počínové nálože trhaviny se stabilizovanou detonační rychlostí, které nahradily do-

sud používaný Perunit 20. Účinnost trhavinových směsí se optimalizovala a byly zaznamenány úspory nejen na počínových nálo-
žích, ale i na vlastní trhavině.

Několikaleté používání sypké trhavinové směsi, připravova-
né na místě spotřeby, dávalo předpoklady k zavádění mechaniza-
ce jednotlivých operací odstřelu. Bylo ověřováno nabíjecí zaří-
zení NZ-100 z Československého kamenoprůmyslu Praha. Byla to
tlaková nádoba, použitelná jednak pro přípravu směsi DAP na místě
spotřeby, její plnění do vrtu a dále pro plnění sypkých trhavin
do vrtů. Rovněž byla ověřována možnost využití míchačů betono-
vé směsi pro přípravu trhavin na místě spotřeby. Na k.p. Doly
Nástup Tušimice byl schválen k používání automíchač AM - 55
o obsahu $5,5 \text{ m}^3$, vyráběný v závodě STASIS v Horním Slavkově.
Na tomto zařízení byla upravena elektrická instalace a ověře-
no dávkovací zařízení.

Dodnes pracují automíchače na k.p. 25. únor ve Vřesové na
lomech Jiří a Družba. Na této lokalitě je velmi dobře organizo-
váno středisko vrtných a trhacích prací a mechanizace jednotli-
vých operací je na optimální úrovni. Ve skladu suchých kompo-
nent jsou zavedeny paletizační koše, přeprava je řešena vysoko-
zdvižným vozíkem na pohon propan-butanem. Pro další přepravu
se používá pásový dopravník, odpytlovač, drtič apod.

Negativní vliv na rozvoj trhacích prací s trhavinami,
připravovanými na místě spotřeby, mělo zrušení výroby dusična-
nu amonného s obsahem 30 % dusíku. I když byly neprodleně usku-
tečněny pokusy s inovovaným dusičnanem ve spolupráci s VŠCHT
v Pardubicích, ČBÚ Praha a Konštruktou Trenčín, pracovištěm
Praha a vyvinut DAP - 3, došlo k poklesu v používání trhaviny
DAP na jednotlivých lokalitách. K trhacím pracím bylo stále ví-
ce využíváno trhaviny Permon DAP-1 vyráběné v Synthesii Pardu-
bice. Vzhledem k množství zvodnělých vrtů byly používány trha-
viny Permonex V 19, Perunit 20 a později dovážené Gelamon 30
a Dynamit Skalny.

V současné době jsou jediným uživatelem trhaviny DAP-3
zejména lokality v HDB Sokolov, v SHR pouze v omezeném množství.

K nárůstu dochází až v průběhu roku 1985.

Uvedený přehled ukazuje, že bude vzrůstat potřeba trhavin vhodných do vrtů naplněných vodou, rychle a snadno transportovatelných do vrtů mechanizačním zařízením. Předpoklady pro splnění výše uvedených požadavků dávají trhaviny typu slurry.

Jejich vývoj je charakterizován několika generacemi, a to od jednoduchých tří složkových směsí s výbušným senzibilizátorem až po směsi, složené z výchozích nevýbušných komponentů. Detonace směsi je dosaženo fyzikální senzibilizací.

V roce 1970 byly ve Švýcarsku předvedeny širokému okruhu zákazníků ukázky nejnovějších prostředků trhací techniky Ireco Slurry. Organizátory těchto akcí byly společnosti Haniel Blasting, AG v Basileji, vlastníci licencí firmy Ireco Chemicals ze Salt Lake City v USA.

Na této přehlídce byly předváděny trhaviny Ireco Safe Slurry, které byly vyvíjeny speciálně pro evropské trhy.

Jak sám název ukazuje, je charakteristickým znakem trhavin zvýšená bezpečnost, jíž bylo dosaženo tím, že žádná z použitých komponent není výbušnou a výsledná kašovitá trhavina je do jisté míry odolná vůči rázům, tření a plameni. Na druhé straně lze trhavinu bezpečně přivést k výbuchu jednou rozbuškou č. 8 nebo bleskovicí s 12 g.m^{-1} Nitropenty. To umožnilo vypustit dosud používané počinové náložky, i když byly vyráběny průmyslově tzv. Boostery. Výhodou předváděných trhavin slurry byla možnost jejich likvidace spalováním.

Předváděný mechanizační systém - nabíjecí agregát Ireco Pump Truck obsahuje dvoufázový systém. Na nabíjecím agregátu jsou jednotlivé komponenty, a to tekuté dusičnany a kovový prášek se stopovými příměsemi dávkovány do mísidla na zadním konci agregátu. Z tohoto mísidla vychází již hotová trhavina, která je čerpadlem dopravována do vrtu. Postupně ve vrtu přechází trhavina z tekutého skupenství do želatinizované formy. Agregát byl konstruován tak, že lze nabíjené množství, náložovou hustotu a výšku sloupce trhaviny ve vrtu předem naprogramovat na ovládacím panelu. Další průběh nabíjení je již řízen zcela automa-

tický. Předností tohoto systému bylo, že se v mobilní jednotce mísí již jen dvě složky, tj. roztok a kovový prášek. Další výhodou použitého agregátu označeného ET-70 je, že se na agregát přímo umisťují přepravní kontejnery, ve kterých jsou prášky dodávány od výrobce. Tyto kontejnery se umisťují na zvláštní sklopný rám, který je spojen s vynášecím šnekem.

Při pojezdu k místu odstřelu je sklopné zařízení agregátu ve vodorovné poloze. Při nabíjení vrtů je rám se zásobníkem sklopen pod úhlem 45° . Ve stěně kontejneru se automaticky otevře šoupátko a směs prášku se sype do prostoru šnekového podavače. Tento systém je hermeticky uzavřen a vylučuje vznik prašnosti. Další výhodou agregátu je, že umožňuje použít podle potřeby kontejnery pro 5, 10 nebo 15 tun, které se připojují na sklopný rám, případně umisťují na vlečený přívěs.

Od sedmdesátých let jde světový vývoj kupředu až k již zmíněným trhavinám typu slurry III. generace, tedy trhavinám vyráběným bez výbušných komponent. Rovněž v Československu byl uvedený typ trhaviny vyvíjen ve Výzkumném ústavu průmyslové chemie v Pardubicích, v rámci státního úkolu "Rozvoj trhacích prací a prostředků trhací techniky pro těžbu nerostů".

Zájem o novou trhavinu ze strany odborníků v SHR byl pochopitelný. Při zajišťování vysokých těžeb uhlí pro energetické, ale i další účely nutno odstraňovat stále více skrývkových materiálů, které vykazují narůstající nepříznivější geomechanické vlastnosti.

Dalším podnětem, podporujícím zájem o tuto trhavinu, byly známé zkušenosti ze zahraničí, kde trhaviny slurry patří mezi nejprogresivnější trhaviny. Vždyť trhaviny typu slurry III. generace, označované jako emulzní trhaviny, vykazují řadu předností v porovnání s jinými průmyslově vyráběnými trhavinami, ale i proti trhavinám slurry starších generací. Podle zkušeností získaných vývojem trhavin typu slurry se ve vyspělých zemích uvedená trhavina vyrábějí jak v továrnách, tak i na místě spotřeby. Z ekonomického hlediska je vhodné, aby roční spotřeba byla na výši 1 000 tun pro lokalitu. Velmi dobře se vžily centrální mísírny, které zásobují jednotlivé lomy

do vzdálenosti 60-80 km přepravními nabíjecími vozy. Ve světě můžeme ovšem zaznamenat i negativní vztahy k trhavinám slurry. Jsou to např. bezpečnostní předpisy, platné pro přepravu trhavin a jejich manipulaci a tak nelze přepravovat nebalené trhaviny v nabíjecím voze. Při přepravě po železnici je nutno před a za vagon s trhavinami umístit prázdné vagony, což prodražuje přepravu. Dále je patrný i negativní vztah některých výrobců k trhavinám nové generace, a to zejména těch výrobců, kteří v posledních letech investovali značné finanční částky do výroby klasických trhavin.

. Jaký je poměr spotřeby jednotlivých druhů trhavin v různých zemích světa? Ve vyspělých zemích světa je procentuální spotřeba klasických trhavin 6 až 60 %, to znamená, že trhaviny slurry a ANFO jsou využívány v 40 až 94 %. Je zde vidět patrná převaha trhavin nejmodernější koncepce. Široký rozsah v jednotlivých skupinách trhavin ukazuje na značné rozdíly mezi jednotlivými státy, ale i na značné rozdíly ve spotřebě mezi jednotlivými lokalitami.

V ČSSR činí spotřeba klasických trhavin 82 % a směsí DAP a TPV /trhaviny plastifikované vodou=slurry/ bylo spotřebováno 18 %.

Na hnědouhelných lomech je vcelku příznivá bilance mezi spotřebou trhavinových směsí a klasickými trhavinami. Na lokalitách v SHR byla v uplynulém desetiletí spotřeba trhavinových směsí až na výši 90 %. Zde šlo vesměs o DAP-1, připravovaný na místě spotřeby, a Permon DAP-1 továrně vyráběný. Jeho spotřeba však mírně klesala vlivem nepříznivých hydrogeologických a geomechanických podmínek na 60 % - 40 %. V této souvislosti nutno poznamenat, že na nárůst spotřeby vhodných netradičních trhavin bude mít vliv i jejich zavedení do výroby v ČSR, případně bude-li výroba situována poblíž místa spotřeby. Spotřeba těchto trhavin v SHR byla v roce 1984 na hodnotě 100 tun a v roce 1985 očekáváme spotřebu cca 400 tun.

Popsaný vývoj spolehlivě ukazuje trend ve spotřebě trhavin, pokud jde o skladbu trhavin, a je předpoklad, že v průběhu 8. PLP bude dosaženo charakteristik nejvyspělejších zemí.

Ve světě dnes můžeme pozorovat snahu o co možná největší mechanizaci jednotlivých etap odstřelu, tj. i snahu dostat přípravu trhavin /mísení/ co nejblíže k místu spotřeby.

V Sovětském svazu má mechanizace trhacích prací svoji dlouholetou tradici, ale i své opodstatnění. Vždyť na velkolomech činí denní spotřeba 40t až 60 t trhavin. U masových odstřelů není výjimkou hmotnost náloží jednoho odstřelu 300 t. Jsou známy jednotlivé odstřely, které přesahovaly hranici 500 t, některé dokonce 1 000 t trhavin. Tato čísla ukazují, že bez mechanizace nelze ekonomicky, rychle a bezpečně trhací práce provádět.

Jsou známy nabíjecí vozy pro sypké trhaviny řady MZ a, to MZ-2, MZ-3, MZ-4, SUZN-5, SZA-4 apod. Tyto nabíjecí vozy jsou instalovány na automobilových podvozcích MAZ-503, KrAZ-256, KrAZ-256B nebo BeLAZ-540. Hmotnost připravovaných trhavin činí 4 až 25 tun podle jednotlivých typů, výkony jsou udávány od $64 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ do $500 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Transport do vrtu je zajištěn stlačeným vzduchem anebo většinou šnekovou tyčí. Domníváme se, že jistě stojí za úvahu důkladně zvážit právě způsob transportu do vrtu šnekovou tyčí a ověřit jej i v našich podmínkách. Vždyť je to způsob racionální, vhodný a podle sovětských zkušeností i bezpečný.

Pro trhaviny slurry, TPV / v SSSR označované VVV- vodou naplněné nebo vodou plastifikované trhaviny/ se ověřovalo zařízení MZ-3V II. Toto zařízení je na podvozku KrAZ-256B, převáží celkem 10 t trhavin a má výkon $300 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Dávkování do vrtu je zajištěno stlačeným vzduchem.

Popsané typy mísicích a nabíjecích vozů pro lomové provozu se vzájemně velmi liší. Můžeme je rozdělit na plnicí a mísicí vozy. Plnicí vozy jsou určeny pro transport průmyslově vyráběných sypkých trhavin nebo TPV k místu odstřelu a k plnění do vrtu. Mísicích a plnicích vozů se rovněž využívá pro nabíjení vrtů průmyslovými trhavinami sypké konzistence, ale též se jimi připravují jednotlivé komponenty, které se promísí a plní do vrtů. Převážná část - 70 % - mísicích a nabíjecích vozů je určena pro přepravu, přípravu a plnění sypkých trhavin.

V Sovětském svazu byla určena tato klasifikace nabíjecích vozů: pro roční spotřebu 1000 - 3000 tun je vhodný vůz s kapacitou 3 - 5 tun a výkonem $180 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Vozy o objemu 10 tun a výkonem $300 - 400 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ zajišťují roční spotřebu 3000 - 7000 tun.

Vysoké objemy trhavých prací nutí postupně přejít od pytlovaných trhavin nebo jednotlivých komponent na přepravu v kontejnerech. Tak na lokalitě KRIVBASS bylo již dosaženo úspor 1,2 - 1,5krát, ale pracnost byla snížena o 50 - 70 %. U trhavin připravovaných na místě spotřeby /TPV/ bylo při pokusném provozu dosaženo úspor 2 mil. Kčs v průběhu jednoho roku.

V Jugoslávii se zabývá výrobou trhavin chemická továrna v Kruševaci. Vyrábějí se jak směsi DAP označované AN-F0, tak trhaviny slurry a počínové náložky. Tovární DAP nesou označení Nitrol -1 a Nitrol - 2. Dále se zde vyrábějí slurry na bázi vodního gelu s dusičnanem sodným. Další přísadou je kovový prášek a plastifikátor. Tyto trhaviny nesou označení Borit.

U velkých závodů jsou zřizovány "slurry station", kde jsou jednotlivé komponenty skladovány, připravovány a plněny do mobilní jednotky. Na místě použití jsou smíchány a ihned plněny do vrtů. Tak se připravují slurry Majdanit - 10, Majdanit - 15 a Majdanit - 20. Celý výrobní systém byl převzat od firmy Ireco z USA.

V nesocialistických zemích při analýze nabíjecích vozů lze konstatovat, že jsou konstrukčně řešeny pro 5-15 tun při výkonu nabíjení až $400 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$. U nabíjecích vozů pro sypké trhaviny se trhavina dopravuje do vrtu šnekovou tyčí nebo samospádem.

Vozy pro trhaviny slurry mají mnoho variant, každá továrna na výbušiny vyrábí i svůj nabíjecí vůz. V literatuře nejsou popisovány systémy komplexní mechanizace operací nutných při odstřelech. Lomové provozy se těmito otázkami nezabývají, neboť jsou to vesměs záležitosti výrobců trhavin.

V roce 1980 byly u Českého Krumlova uskutečněny zkoušky

s velkoprůměrovými náložemi trhaviny Tovex 800 firmy Du Pont. Trhaviny Tovex jsou zcitlivěné metylaminnitrátem a hliníkovým práškem. Tato firma rovněž nabízí zařízení pro výrobu trhaviny Tovex E. Šlo o emulzní trhavinu s vysokou bezpečností. Tato směs není v USA klasifikována jako trhavina /explosives/, ale pouze jako blasting agent.

Řešení firmy Du Pont je zajímavé tím, že výrobní emulzních slurrů sestává z jednotlivých modulů. Po vhodném sestavení a propojení jednotlivých modulů vznikne výrobní jednotka, která je schopna produkovat trhavinu v průmyslovém měřítku. Vlastní výrobní jednotka se skládá z 8 modulů. Každý modul je zabudován v tzv. ISO kontejnerech /International Shippers Organisation container/. Tyto kontejnery umožňují jednoduchý transport celého technologického zařízení. Na vhodném místě s přívodem vody a energie se sestaví, vzájemně propojí a lze zahájit provoz. V jednotlivých modulech jsou:

- energetická jednotka,
- směšovací jednotka,
- zpracování dusičnanů,
- rozpouštění dusičnanů,
- nádrž pro uskladnění roztoku,
- zpracování komponent,
- zapracování MMAN.

Ani československý chemický průmysl nehodlá zůstat pozadu. V druhé polovině roku 1984 se započalo s ověřováním nové emulzní trhaviny nazvané Emsit. Pro první ověřování byla vybrána lokalita k.p. Doly Nástup Tušimice. Vlastní pokusy byly zahájeny 22. srpna 1984 na uhelném řezu lomu Merkur. Rozteče vrtů a řad byly zachovány jako u jiných odstřelů, a to 4 m. Pouze délka ucpávky byla zvětšena o 1 metr. Při prvním odstřelu bylo spotřebováno cca 5 tun nové trhaviny Emsit.

Výsledky odstřelu splnily očekávání. Fragmentace uhlí byla velmi dobrá, v nakypřeném uhlí ani v rozvalu nebyly zjištěny žádné nadměrné kusy.

Rovněž odstřely na skrývce lomu Merkur, kde pokusy pokračovaly, se dosáhlo velmi dobrých výsledků. Hmotnost náloží byla obdobná jako u prvního odstřelu. Postupně se však přecházelo k úpravám, a to zejména zvětšováním roztečí řad na 5 m a roztečí vrtů až na 6 m. Výsledky odstřelů byly vždy velmi dobré. Tak již při pokusných odstřelech bylo prokázáno, že československá emulzní trhavina Emsit je pro lomové provozy hnědouhelných lomů vhodná. Vždyť bylo dosaženo úspor na vrtných pracích, byla snížena specifická spotřeba trhaviny a výkony velkostrojů byly v rozrušené oblasti vyšší. Nelze pominout ani to, že trhavina Emsit při odstřelu nemá vliv na životní prostředí, nebyly zjištěny žádné povýbuchové plynné jedovaté zplodiny.

V průběhu roku se pokračovalo v pokusných odstřelech na k.p. DNT, byly zahájeny pokusy na lomech koncernu HDB v Sokolově. V závěru roku 1985 bude trhavina Emsit ověřována i na ostatních lomových lokalitách v SHR.

Již dnes lze konstatovat, že emulsní trhaviny se na lomech plně uplatní a budou vhodné zejména v oblastech, kde vrty jsou zvodněné.

S h r n u t í

Zavádění trhavinových směsí na lomech v SHR

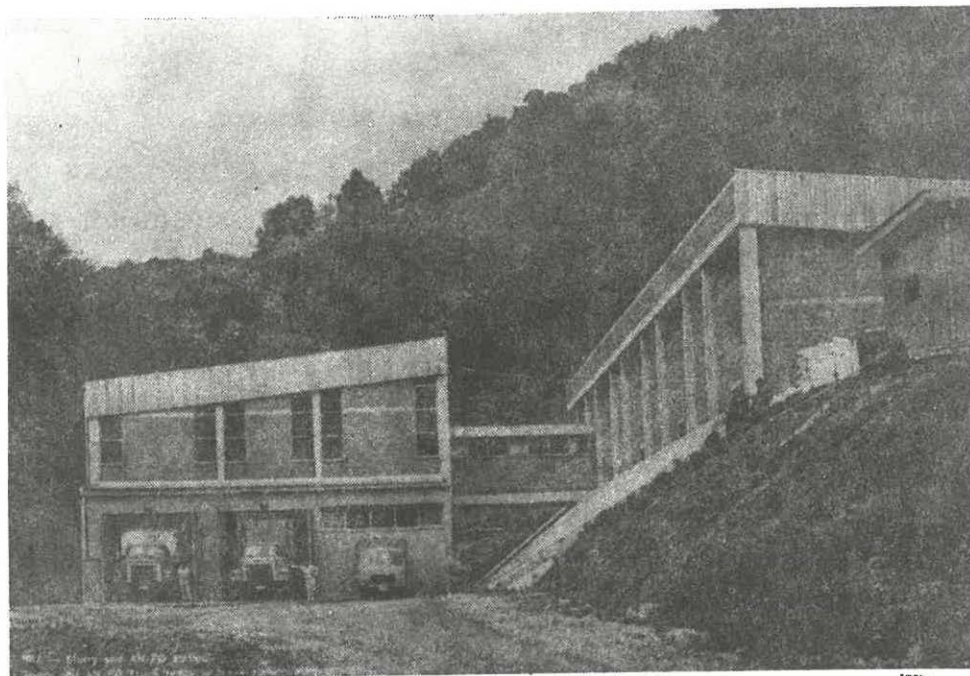
Článek informuje pracovníky SHR o problematice provádění nátržných odstřelů z hlediska trhavin a hlavních prací a zabývá se zaváděním různých druhů trhavin na lomech v SHR a HDBS. Jedná se o sypké trhavinové směsi připravované na místě spotřeby a dále trhaviny typu Slurry II. a III. generace.

V článku jsou uvedeny způsoby mechanizace jednotlivých operací trhacích prací. Jsou popsány mechanizační prostředky používané v Československu, v některých zemích RVHP a v kapitalistických státech.

Rovněž jsou uvedeny první poznatky a zkušenosti se zaváděním emulsní trhaviny Emsit na lokalitě DNT.

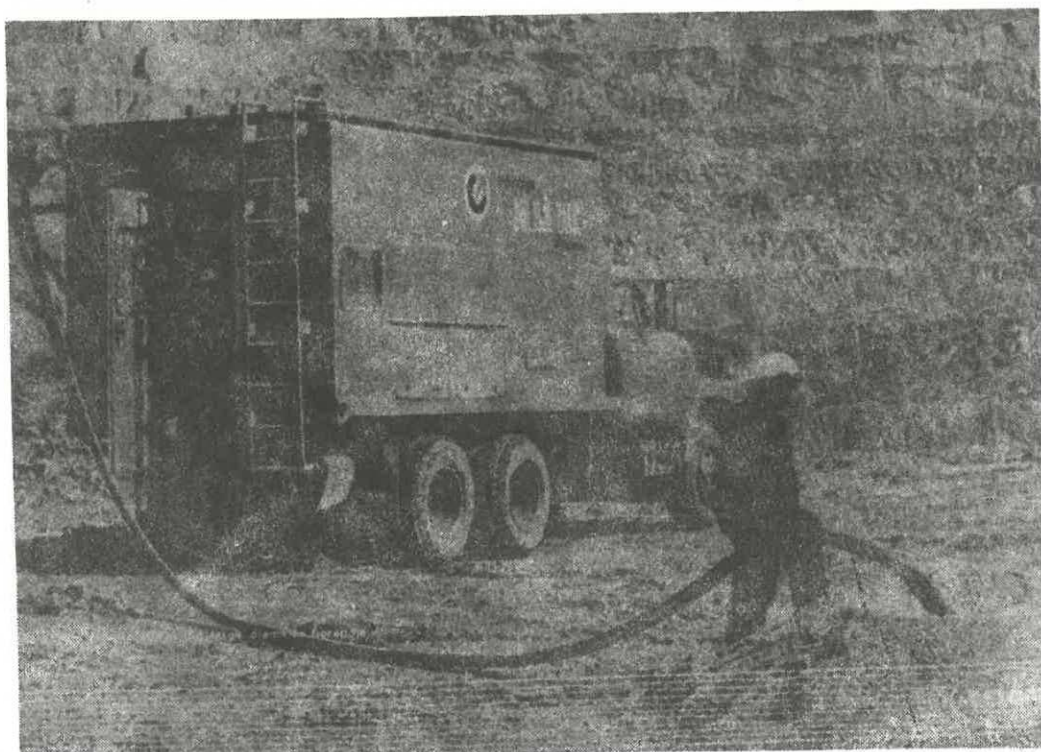
Recenzoval: ing. Jaromír Šnajdr
Konštrukt Trenčín, n.p.
vývojové pracoviště Praha

Obr. č. 1



Základna pro přípravu AN-FO a slurrů v Kruševaci

Obr. č. 2



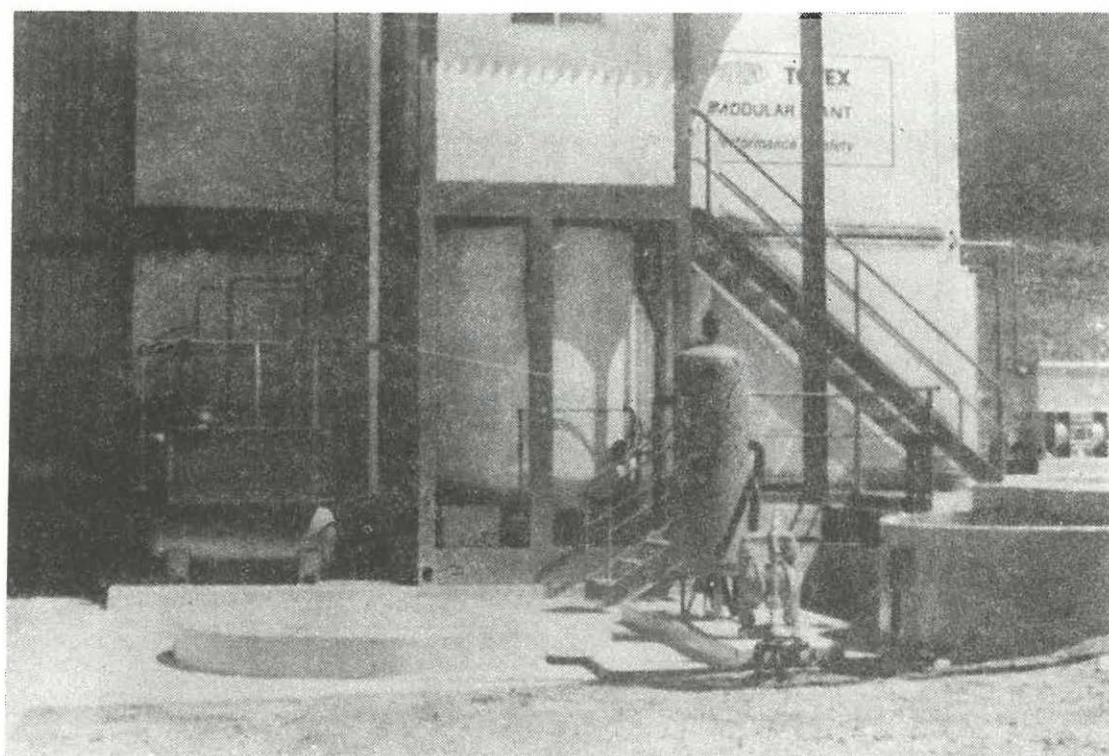
Nabíjení vrtů trhavinou typu slurry - Majdanit

Obr. č. 3



Mísící a nabíjecí vůz pro AN-FO

Obr. č. 4



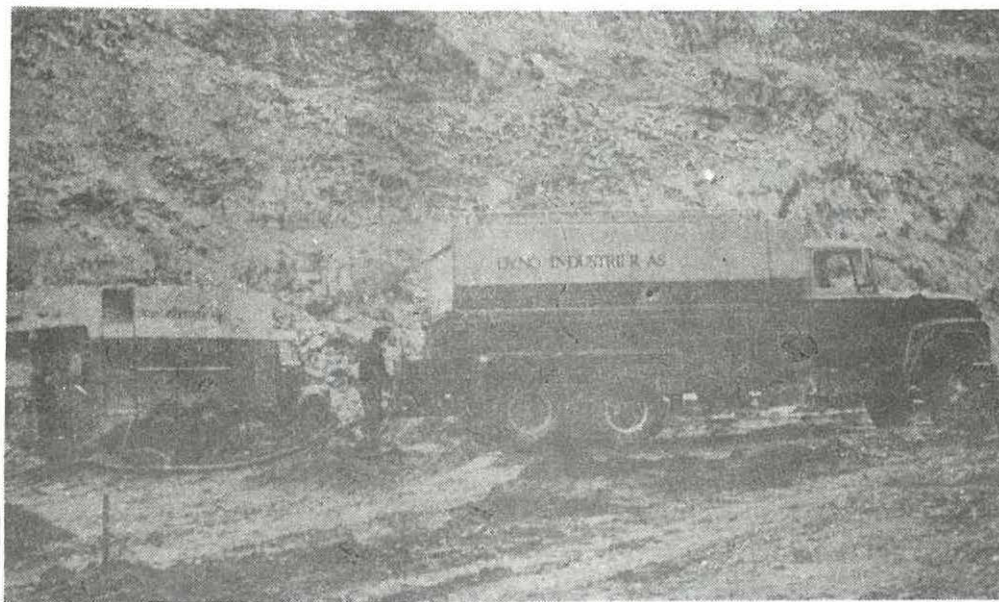
Modulové zařízení pro výrobu emulzních trhavin

Obr. č. 5



I. S. O. kontejner při transportu

Obr. č. 6



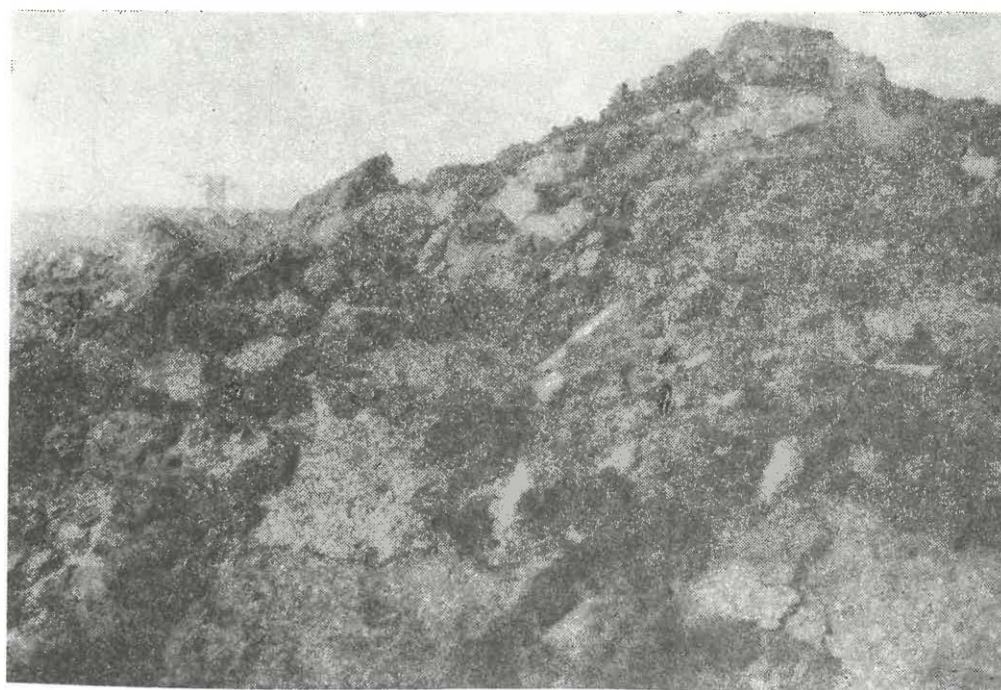
Nabíjecí vozy Dyno Industrier A.S.

Obr. č. 7



Nakypření u odstřelu s roztečí 4x4m - skrývka
Pokus s trhavinou Emsit

Obr. č. 8



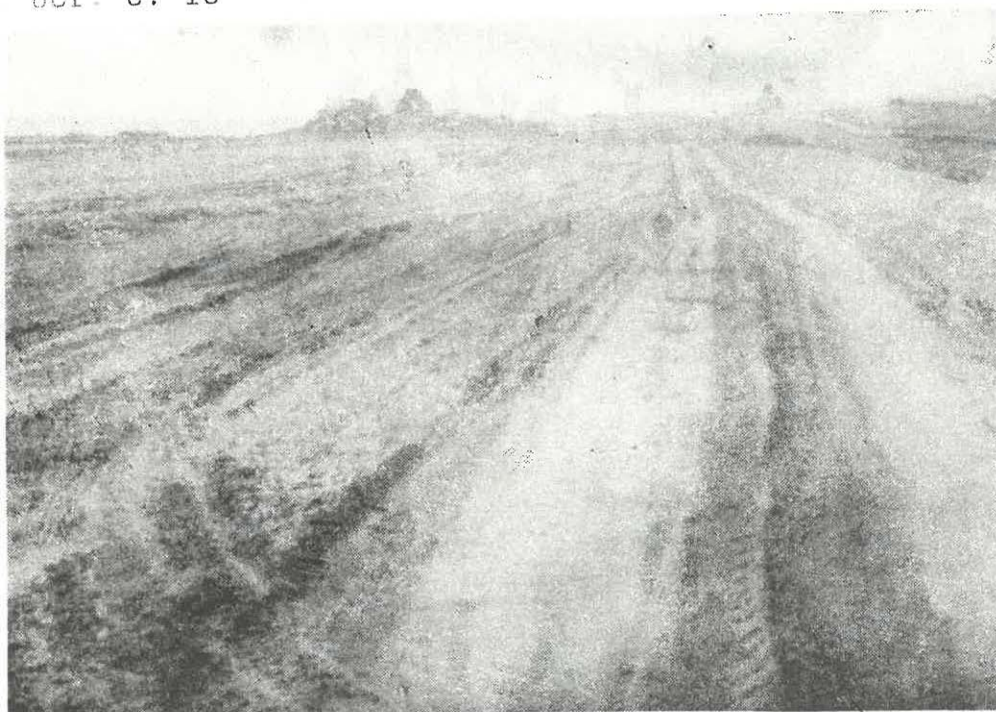
dtto č. 7

Obr. č. 9



Sesutí lomové stěny skrývkového řezu
Trhavina Emsit

Obr. č. 10



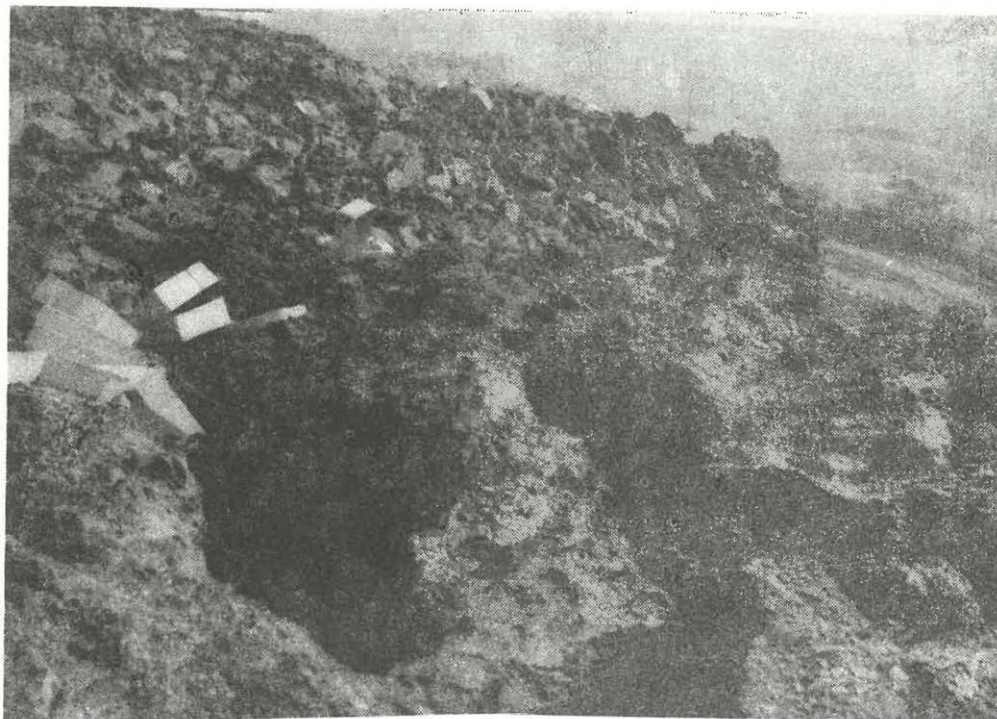
Odstřel skrývky se zvětšenými roztečemi. Emsit.

Obr. č. 11



Nakypření a fragmentace u odstřelu s trhavinou Emsit, zvětšené rozteče.

Obr. č. 12



Po odstřelu s trhavinou Emsit