

Inž. Jiří P a v e l , inž. Vladimír H r u b ý , VÚHU :

VLIV INERTNÍCH LÁTEK NA VZNĚTLIVOST HNĚDOUHELNÉHO PRACHU

Při dobývání, dopravě a třídění uhlí vzniká značné množství uhelného prachu, jehož nebezpečí tkví v možnosti jeho vznícení a za havarijních situací v možnosti rozvíření a výbuchu.

Základním opatřením pro snížení nebezpečí vznícení uhelného prachu, případně výbuchu, je jeho pravidelné odstraňování, ať již ruční nebo průmyslovými vysavači.

Další možností pro snížení tohoto nebezpečí je skrápění uhelného prachu vodou, které se projevuje snížením jeho rozvířitelnosti i výbušnosti. Protože uhelný prach je hydrofobního charakteru, je použití samotné vody problematické a k zvýšení účinnosti lze využít aktivních látek, které snižují povrchové napětí užitkové vody a hydrofobnost uhelného prachu.

V některých případech, např. při úpravě a dopravě uhlí v energetických provozech, se prašné operace provádějí v ochranné atmosféře inertního plynu jako dusíku, kysličníku uhličitého, případně spalných plynů.

Použití uvedených metod zneškodňování uhelného prachu v prašných provozech je omezeno jak z technologických, tak i bezpečnostních hledisek. V těchto případech je možno použít ke snížení nebezpečí vznícení nebo výbuchu uhelného prachu inertizace pevnými práškovými látkami nebo vhodnými roztoky účinných látek.

Inertizace uhelného prachu se projevuje snížením hořlavosti, a tím i omezením možnosti vzniku požáru, eventuálně výbuchu.

Vznícení uhelného prachu

V provozech dolů a úpraven uhlí vzniká uhelný prach mechanickým rozdrůžováním při dobývání, dopravě a třídění. Při dopravě může dojít ke vznícení uhelného prachu zejména za spolupůsobení mechanického tepla, vznikajícího třením různých součástí dopravníků.

Při třídění uhlí spočívá hlavní nebezpečí v možnosti vytvoření výbušné koncentrace uhelného prachu, kdy k zapálení prašného mraku a případnému výbuchu může dojít poruchou na elektrickém zařízení, provázenou zkratovým obloukem, jiskřením, případně rozžhavením částí vodičů.

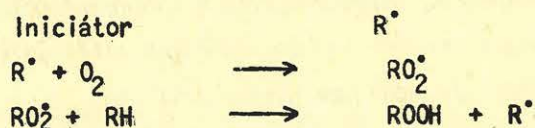
K vytvoření výbušné koncentrace a k iniciaci prašného mraku může rovněž dojít

při trhavé práci vyhořením nálože. Také nelze podceňovat možnost zapálení prašného mraku otevřeným tepelným zdrojem, případně i mechanickou jiskrou. Citlivost prašného mraku k iniciaci se zvyšuje v přítomnosti hořlavých plynů.

Protože sedimentovaný uhelný prach v důlních a úpravárenských provozech je tvořen jemnými frakcemi s velkým aktivním povrchem částic, schopným adsorbovat vzdušný kyslík, dochází vlivem autooxidačních pochodů k vývinu tepla, které v případě nahromadění většího množství uhlého prachu může za určitých podmínek způsobit samovolné zahřátí na teplotu vznětu a dojde k jeho samovznícení. V provozní praxi byly pozorovány případy vznícení uhlého prachu v inertizované atmosféře s nízkým obsahem kyslíku.

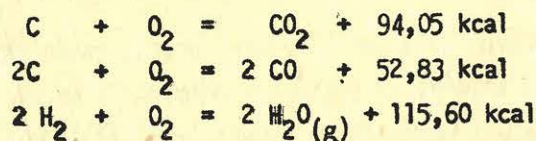
V počátečním stadiu autooxidace uhlé hmoty vznikají peroxidické sloučeniny nestálého charakteru, které se v další fázi rozpadají na aktivovaný molekulární kyslík a volné radikály, schopné reakce s dalšími molekulami uhlé substance.

Vznik peroxidických sloučenin je ovládán větší či menší aktivační energií. Oxidační reakce probíhají radikálovým mechanismem a lze je zjednodušeně znázornit následujícím reakčním schématem:



Nízkoteplotná aktivace přechází v aktivaci iniciací a celý proces dostává autokatalytický charakter.

Množství tepla, které se vyvine při reakci kyslíku s uhlou hmotou, závisí na teplotě, protože s teplotou se mění složení zplodin oxidace. Výpočet množství tepla na základě chemického rozboru zplodin oxidace lze provést podle známých termochemických rovnic :



Množství vyvinutého tepla zjištěné výpočtem se pohybuje v rozmezí 3,1 až 4,4 cal. ml⁻¹ zreagovaného kyslíku. Experimentálně lze toto teplo určit z rozdílu výhřevnosti uhlého prachu před a po oxidaci určitým množstvím kyslíku. Z kalorimetrických stanovení výhřevnosti vychází v průměru 4,1 cal. ml⁻¹ O₂, což je v dobré shodě s teoretickými výpočty.

V případech, kdy dochází k vnějšímu přívodu tepla, např. usazování prachu na teplých nebo horkých plochách, zvyšuje se riziko samovznícení uhlénoho prachu. Nelze opomenout ani možnost zapálení prachu vnějšími tepelnými zdroji jako horkými okujemi při svařování, otevřeným plamenem apod.

Jestliže ložisko požáru již existuje, může se postupným doutnáním rozšířit do okolí a vyvolat požár, jehož likvidace je ztížena možností rozvíření usazeného prachu při protipožárním zásahu.

Pro vznik a šíření požáru je důležitá první fáze bezplamenného hoření, která se projevuje doutnáním nebo žhnutím v závislosti na rychlosti a směru větrů. Problémem šíření, respektive měření rychlosti doutnání hnědouhlých a kamenouhlých prachů se zabývali Olpiński a Milkowski, kteří dospěli k názoru, že závislost postupné rychlosti doutnání na průtočné rychlosti vzduchu je dána lineárním vztahem :

$$V = 0,118 W + 0,127$$

pro kamenouhlý prach,

$$V = 1,60 W + 0,32$$

pro hnědouhlý prach,

kde V - postupná rychlost doutnání v $\text{cm} \cdot \text{sec}^{-1}$

W - rychlost větrů v $\text{m} \cdot \text{sec}^{-1}$

Rychlost doutnání rovněž vzrůstá se zvyšujícím se poměrem částic menších než 75 mikronů. Příměs inertních látek naopak rychlost doutnání snižuje a u hnědouhlých prachů při obsahu kolem 70 % inertních látek se doutnání dále nešíří.

Pomalé autooxidační procesy, které podporují vznícení usazeného prachu, představují akutní nebezpečí v případech, kdy může dojít k nepozorovanému doutnání v uzavřených prostorech, jako jsou kryté dopravníky, zásobníky apod. Nejprůzračnější podmínky pro vznícení uhlénoho prachu nastanou, jestliže uhlý prach je rozptýlen ve vzduchu, kdy může za určitých podmínek vlivem zápalného zdroje dojít k hoření, které zpravidla přechází v explozi.

Výbuchy uhlénoho prachu jsou v podstatě souhrn koloidně-chemických a koloidně-fyzikálních jevů, jejichž podstata není dosud zcela objasněna. Základními podmínkami pro explozi prachového systému je potřebná koncentrace hořlavého prachu ve vzduchu, jeho oxidační schopnost a přítomnost dostatečně silného iniciačního zdroje.

K výbuchu může dojít jen tehdy, dosáhne-li koncentrace prachu ve vzduchu nejméně hodnoty dolní meze výbušnosti, přičemž je nutno uvažovat i katalytické vlivy přítomných látek, které mohou ovlivnit hodnoty dolních mezí. Koncentrace poletavého uhlého prachu v mezích zdravotnické normy je řádově několiknásobně nižší než výbušná koncentrace. Z toho je zřejmé, že nebezpečí výbuchu vyvstává zpravidla za havarijních situací a jeho měřítkem je množství usazeného uhlého prachu v ohrožených prostorech.

K rozvíření sedimentovaného uhlého prachu v důlních a úpravárenských provozech může dojít v důsledku výbuchu metanu nebo hořlavých požárních plynů, při poruchových stavech tlakových potrubí, pádem materiálu o větší ploše na usazený prach, nesprávně vedeným protipožárním zásahem apod.

Druhou podmínkou pro vznik exploze je oxidační schopnost uhlého prachu. Je dána sorpčními vlastnostmi uhlé hmoty, stupněm prouhelnění a v neposlední řadě jemností uhlého prachu. Vliv velikosti částic na výbušnost uhlého prachu není dosud jednoznačně vyřešen. Podle dosavadních obecných závěrů jsou jemnější frakce prachu pokládány za nebezpečnější.

Poslední nezbytnou podmínkou pro vyvolání výbuchové reakce je minimální energie zápalného zdroje. Při iniciaci slabým tepelným zdrojem dochází u hořlavých prachů k přesunu dolních mezí výbušnosti směrem ke stechiometrickým směsím, k jejichž iniciaci postačuje minimální energie (pro uhlý prach je uváděna hodnota kolem 40 mJ). Iniciátorem výbuchové reakce v důlních a úpravárenských provozech může být např. otevřený plamen, elektrický oblouk nebo zkrat a v příznivých případech i výboj statické elektřiny.

Prostředky snižující vznětlivost uhlého prachu

Pro zneškodňování usazeného uhlého prachu v SHR se místo poprašování inertním prachem, obvyklým v kamenouhelných revírech, používá skrápění uhlého prachu vodou, jejíž protivýbuchový účinek spočívá nejen ve snížené rozvířitelnosti prachu, ale i v inertizujícím účinku.

Většina autorů přisuzuje vlhkosti stejný protivýbuchový účinek jako inertnímu prachu, což prakticky souhlasí v případech, kdy prachová směs obsahuje jen málo vlhkosti, jako je tomu u prachů kamenouhelných. V hnědouhelném prachu je zpravidla obsah vlhkosti značný a musí k němu být při řešení přihlíženo.

Z laboratorních pokusů ve větším měřítku mají největší význam zkoušky, které provedl H. Riess s hnědouhelným prachem. K pokusným výbuchům použil přístroje

s kontinuálním dávkováním prachu, u kterého rozvířování prachu je docilováno stlačeným vzduchem, který je veden tryskou do mísicí komory. Proud vytvořené prachové směsi je unášen z mísicí komory do výbuchového prostoru o délce 400 cm a průměru 20 cm, v jehož středu je umístěno iniciační zařízení.

Rychlost proudění vzduchu pro pokusné výbuchy byla volena $1,5 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ a $4,0 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$. Jako iniciačního zdroje použil H. Riess indukční jiskry a elektricky žhavené spirály. Při použití indukční jiskry jako iniciačního zdroje bylo zamezeno výbušnosti zkoušeného hnědouhelného prachu při rychlosti proudu vzduchu $1,5 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ při obsahu vlhkosti cca 22 %, při rychlosti $4,0 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ u vzorku obsahujícího asi 25 % vody.

Z výsledků tohoto výzkumu vyplývá, že zvyšováním obsahu vlhkosti dochází nejen k poklesu výbušnosti, ale současně i k přibližování dolních a horních mezí výbušnosti. To dokazuje, že s rostoucí vlhkostí se výbušnost hnědouhelného prachu snižuje.

Jak již bylo uvedeno, většina autorů připisuje vlhkosti obdobnou inertizační schopnost jako kamennému prachu, což souhlasí v případech, kdy uhelný prach obsahuje jen malé množství vlhkosti. Větší inertizační schopnost vody při vyšším obsahu vlhkosti je způsobena ochlazovacím účinkem vody vzhledem k vysokému výparnému teplu oproti inertnímu prachu, který má poměrně nízké specifické teplo a tím malý ochlazovací účinek.

Nejúčinnější formou je vlhkost povrchová, která tvoří stejnoměrný film na prachových částicích, protože v případě výbuchu dochází k jejímu okamžitému vypaření. Naproti tomu voda kapilárně vázaná se vypařuje postupně, takže její inertizační účinek je nižší než u vody povrchově vázané. Kapilární voda má ovšem před povrchovou vlhkostí tu výhodu, že je v uhelné hmotě stejnoměrně rozdělena, kdežto dokonalé zvlhčení povrchu uhelného prachu v důlním provozu je problematické, zvláště pro jeho vysokou hydrofobnost.

Účinnost zkrápění vodou lze zvýšit přidávkem vhodných látek, a to zejména hygroskopických solí a sloučenin antipyrrogenního charakteru, zvláště za přítomnosti povrchově aktivních látek snižujících hydrofobní charakter uhelné substance. Použití roztoků hygroskopických solí je vhodné v hlubinných provozech, kde vlivem vysoké relativní vlhkosti nedochází k vysychání uhelného prachu a snižuje se možnost rozvíření usazeného prachu.

V případech, kdy k zneškodňování nelze použít skrápění uhelného prachu vodou, je vhodná inertizace pevnými práškovými látkami. Jako práškové inerty vy -

hovují tomuto účelu četné anorganické soli, zvláště uhličitany, sírany a halogenidy.

Množství inertního prachu, potřebné k potlačení výbušnosti, se určuje jediné experimentálně výbuchy směsí uhelného a inertního prachu v pokusných štolách nebo přístrojích laboratorního typu.

T.N. Mason a R.V. Wheeler popsali velkopokusy vykonané v buxtonské výbuchové štolě s inertizací kamenouhelného prachu ze slojí Silkstone ($W^P = 1,6\%$, $A^P = 6,0\%$, $V^h = 36,0\%$) a Red Vein ($W^P = 0,3\%$, $A^P = 5,0\%$, $V^h = 21,7\%$). Výsledky těchto pokusů jsou shrnuty v tabulce č. 1, z které je zřejmé, že inertizační schopnost boraxu a síranu hořečnatého je více než 3,5 násobná než inertizační schopnost vápencového prachu.

Podle údajů V. Podlipného jsou nejúčinnějšími práškovými inerty kyselý uhlíčan draselný, chlorid sodný a borax.

Použití inertního anorganického prachu k snížení nebezpečí výbuchu uhelného prachu je dosud rozšířeno v kamenouhelných revírech. Množství inertního prachu je voleno obvykle s přihlédnutím k obsahu metanu v důlních větrech a pohybuje se v rozsahu 65 - 80 %. Pro hnědouhelné revíry je předpokládána jako bezpečnostní hranice dokonce až 90 % inertního podílu v uhelném prachu.

Snížení vznětlivosti uhelného prachu lze rovněž sledovat na základě změn hodnot bodu vznětu přirozeného prachu a prachu inertizovaného. Je zřejmé, že čím vyšší bude bod vznětu inertizovaného prachu, tím nesnadněji dojde k jeho vznícení ať už samovolnému (případně za zvýšené teploty) nebo iniciovanému vnějším tepelným zdrojem.

Výzkum vlivu obsahu vlhkosti na dolní meze výbušnosti hnědouhelných prachů SHR a inertních látek byl ve VÚHU prováděn na výbuchové komoře o obsahu 250 litrů. U inertizovaných vzorků byl současně sledován vliv inertních látek na body vznětu hnědouhelného prachu.

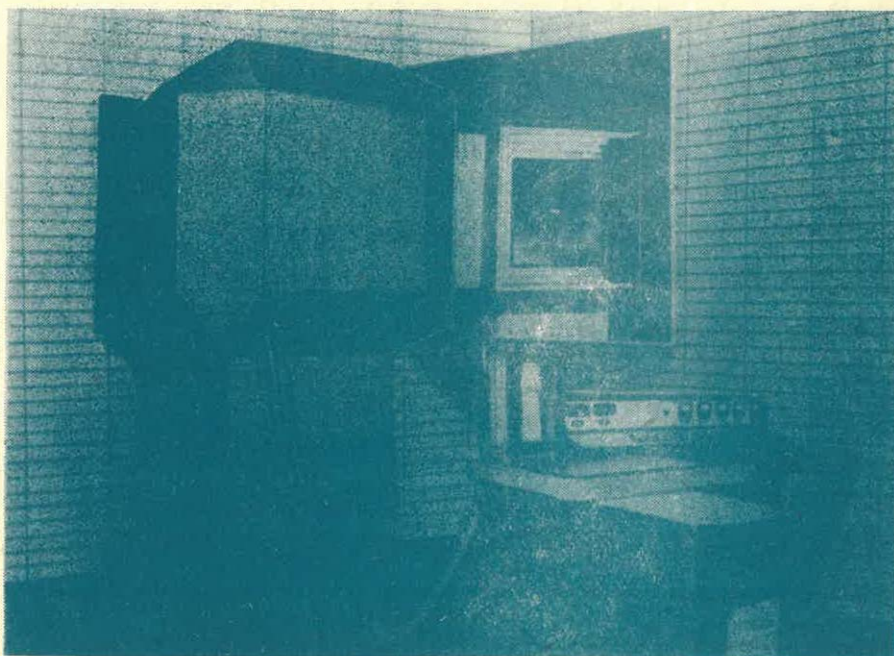
Stanovení výbušnosti

Stanovení výbušnosti bylo prováděno na prototypu výbuchové komory (obr.č.1), která je v podstatě přístrojem komorového typu a sestává ze dvou základních částí:

- a) vlastní výbuchové komory,
- b) ovládacího panelu.

Vlastní výbuchová komora má obsah výbuchového prostoru 250 l, ve kterém jsou umístěny dvě trysky pro rozvířování prachu tlakovým vzduchem a perforovaná trubka k výplachu povýbuchových zplodin. Uvnitř výbuchového prostoru je zabudován te-

plotně závislý odpor k zjišťování průběhu pokusných výbuchů, odporový teploměr k měření teploty přehřátí výbuchového prostoru a iniciační elektrody. Únikový otvor povýbuchových zplodin je opatřen elektromagneticky ovládaným žaluziovým uzávěrem.



Obr. č. 1 : Výbuchová komora VÚHU 250

Ovládací panel je umístěn odděleně a umožňuje centrální řízení provozu výbuchové komory a dálkové snímání měřených veličin jako tlaku vzduchu, teploty přehřátí výbuchového prostoru, průběhu pokusných výbuchů a množství plynu při případných směsných explozích uhlénoho prachu a hořlavých plynů.

K objektivnímu zjišťování průběhu výbuchů je použito můstkového zapojení teplotně závislého odporu, jehož změny jsou snímány registračním voltmetrem s rychlostí posuvu $1 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$. Pro porovnání a hodnocení pokusných výbuchů z registračního záznamu byl zaveden index výbušnosti (I), který je obdobný průměrné rychlosti vzrůstu tlaku :

$$I = \frac{h_{\max}}{\Delta t}$$

kde $h_{\max}$ - výška registrované vlny v mm, která je úměrná dosažené teplotě v měřeném místě,

Δt - doba dosažení maxima v mm, tj. interval od okamžiku iniciace k dosažení maxima.

Z uvedeného vztahu vyplývá, že index výbušnosti bude mít tím vyšší hodnotu, čím bude dosažená výbuchová teplota vyšší a čím kratší bude dosažení maxima. I když v tomto zjednodušení je index výbušnosti číselně relativní, daný citlivostí použitého registračního přístroje a teplotně závislého odporu, vyhovuje jak pro zjišťování mezí výbušnosti, tak i pro posuzování výbušností různých směsí.

Jako standardního iniciačního zdroje bylo použito přepalovaného železného drátu s přídavkem 0,2 g nitrocelulózy. Pro stanovení vlivu vlhkosti na výbušnost použitých hnědouhelných prachů byly brány navážky 10 - 90 g frakce pod 0,15 mm, což odpovídá koncentraci 40 - 360 g . m⁻³. K pokusným výbuchům vzorků uhlého prachu inertizovaných roztoky sledovaných látek, byly brány navážky vysušeného inertizovaného vzorku, odpovídající koncentracím 50 - 200 g . m⁻³. Pro stanovení vlivu práškových inertů byla zvolena standardní navážka 50 g, která odpovídá koncentraci uhlého prachu 200 g . m⁻³. Standardní navážka vysušeného uhlého prachu byla homogenizována s určitým množstvím práškových inertů a směs použita k pokusným výbuchům.

Stanovení bodů vznětu

Stanovení bodů vznětu uhlého prachu, jeho směsí s práškovými inerty a roztoky sledovaných látek bylo prováděno na prototypu přístroje pro měření bodů vznětu, který byl vyvinut při řešení klasifikace hnědých uhlí podle sklonu k samovznícení.

Principiálně toto stanovení vychází ze zahřívání zkoušeného vzorku při standardním vzestupu teploty v konstantním proudu přehřátého kyslíku (2000 ml.min⁻¹) a ze stanovení teploty, při které za pokusných podmínek dojde k vývinu dýmů ze zkoušeného vzorku.

Výsledky stanovení výbušnosti a bodů vznětu jsou shrnuty v připojených tabulkách a grafech.

Závěr

Z vykonaných pokusných výbuchů na prototypu výbuchové komory s hnědouhelnými prachy o různém obsahu vlhkosti vyplývá, že protivýbuchový účinek vody spočívá nejen ve snížení rozvířitelnosti usazeného prachu, ale i v jejích inertizačních schopnostech.

V posuzování vlivu vlhkosti na výbušnost uhlénoho prachu je značná nejednotnost. Většina autorů připisuje vodě stejnou inertizační schopnost jako inertnímu prachu. To souhlasí pouze v případech, kdy uhlénohý prach obsahuje jen malé množství vlhkosti, jako je tomu u prachů kamenouhlénohých.

Někteří autoři připisují obsahu vlhkosti až šestinásobnou inertizační schopnost než vápencovému prachu. Podle údajů W. Cibulského bylo při velmi silném iniciálním výbuchu zamezeno explozi uhlénoho prachu při obsahu vody 47,5 %, přičemž u téhož vzorku bylo zapotřebí obsahu 87,5 % inertního prachu, aby bylo zamezeno přenosu výbuchu.

Zvyšování obsahu vody vede nejen k poklesu výbušnosti uhlénoho prachu, ale současně i k přibližování dolních a horních mezí výbušnosti. Na grafu č. 5 je zakreslen průběh dolních mezí výbušnosti sledovaných vzorků hnědouhlénoho prachu v závislosti na obsahu vlhkosti. Je zřejmé, že k zřetelnějšímu ovlivnění dolních mezí výbušnosti dochází až při obsahu vlhkosti nad 10 %.

V případech, kdy zkrápění uhlénoho prachu by vyvolalo zhoršení klimatických poměrů v hlubinném provozu nad únosnou mez, a na pracovištích, kde z bezpečnostních důvodů je použití vody nevhodné, lze využít inertizace práškovými látkami, případně inertizačními roztoky.

Na základě provedených zkoušek se jako nejvhodnější práškový inert osvědčil chlorid sodný, jehož účinnost ve srovnání se sráženým uhličitánem vápenatým je 3,5 x vyšší. Vyšší ochlazovací efekt při výbuchu uhlénoho prachu je podpořen pravděpodobně vyšší tepelnou vodivostí chloridu sodného, protože specifické teplo uhličitánu vápenatého a chloridu sodného je prakticky totožné. Pro svou stmelovací schopnost, danou hygroskopickými vlastnostmi, se chloridu sodného vedle chloridu hořečnatého a vápenatého používá ve státech Montánní unie k budování solných protivýbuchových zón a k vázání sedimentovaného i poletavého prachu na hlubinných pracovištích kamenouhlénohých revírů. Rovněž s kyselým uhličitánem sodným byly získány pozitivní výsledky - jeho hasicí schopnost oproti vápencovému prachu je cca dvojnásobná. Jeho účinnost je zřejmě daná schopností kyselého uhličitánu sodného uvolňovat kysličník uhličitý za poměrně nízkých teplot. Za přítomnosti vody dochází k rozkladu již při teplotách nad 80°C.

Směs obsahující 16,7 % kyselého uhličitánu sodného v uhlénohém prachu měla bod vznětu 148°C, oproti hodnotě 131°C standardního vzorku.

Ze sledovaných látek aplikovaných v roztoku byly nejúčinnější látky antipyrrogenního charakteru jako fosforečnany a podvojně sírany. Nejúčinnější byl sekun-

dánní fosforečnan amonný, jímž inertizovaný prach vykazoval za pokusných podmínek bod vznětu 148°C oproti 131°C standardního vzorku. Zjištěná výbušnost byla rovněž nízká a odpovídala přibližně výbušnosti směsi uhelného prachu inertizovaného 50 % vápencového prachu.

Literatura

- 1) Olpiński W., Milkowski W. : Tlenie osadów pyłu węglowego, Prace Głównego Instytutu Górnictwa, serie A (1956)
- 2) Mason T.N., Wheeler R.V. : The inflammation of coal dusts, Safety in Mines Research Board paper č. 96 (1936)
- 3) Braunkohlenarchiv č. 42 (1934)
- 4) Podlipný V. : Výbušná prostředí, SNTL (1961)
- 5) Hrubý Vl. : Klasifikace hnědých uhlí dle sklonu k samovznícení, výzkumná zpráva VÚHU (1961)
- 6) Pavel J., Hrubý Vl. : Vliv důlní vlhkosti na dolní meze výbušnosti, výzkumná zpráva VÚHU (1966)
- 7) Pavel J., Hrubý Vl. : Výzkum prostředků snižujících hořlavost uhelného prachu, výzkumná zpráva VÚHU (1966)
- 8) Hoyle G. : Colliery Guardian č. 5486 (1966)
The Coal Mine Explosion Hazard
- The Past and The Future

S h r n u t í

V článku jsou uvedeny výsledky výzkumu vlivu vlhkosti a inertních látek na vznětlivost hnědouhelného prachu. Laboratorní zkoušky potvrdily možnost použití práškových inertů s vyšší účinností jako prostředků zamezujících výbušnost hnědouhelného prachu. Snížení nebezpečí výbuchu a vznícení lze rovněž dosáhnout inertizací prachu roztoky látek antipyrogeriního charakteru.

Tabulka č. 1

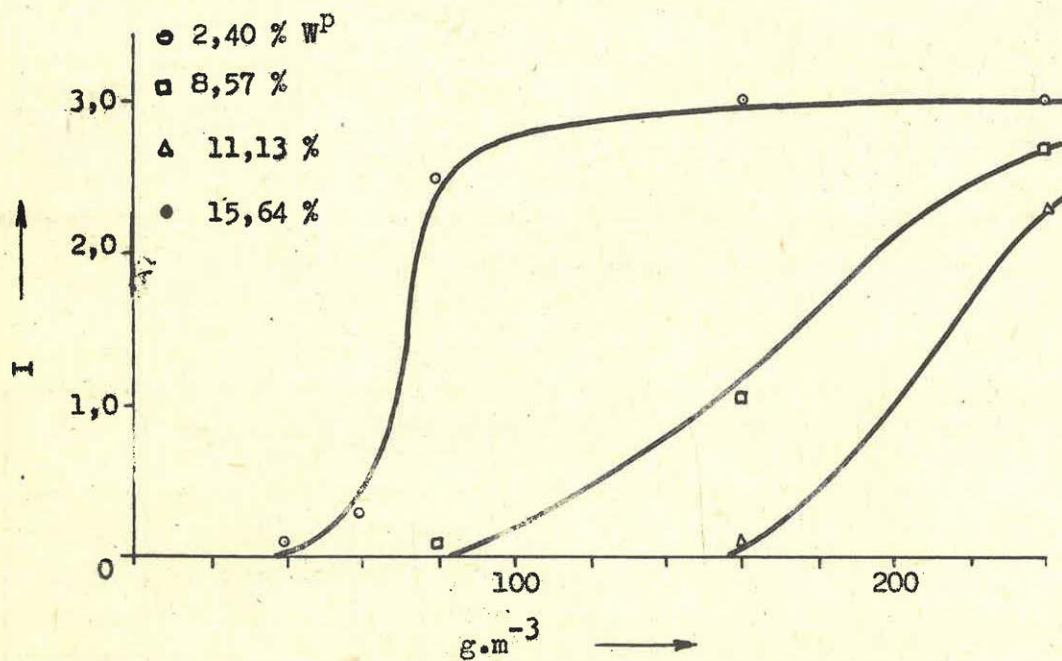
Složení mezních hasicích směsí ze zkoušek přenosnosti na buxtonské výbuchové štolě

Kamenouhelný prach	Inertní prach				% inertu v mezní hasicí směsi
		voda	CO ₂	nespalitelné látky	
Silkstone	Břidlice I	1,4	1,5	89,0	61,5
	Břidlice II	-	4,0	91,0	61,3
	Náhražka valch. hlínky	-	-	96,0	59,5
	Anhydrit	1,6	-	98,4	60,1
	Vápenec	-	43,0	57,0	57,7
	CaSO ₄ ·2H ₂ O	21,0	-	79,0	40,4
	Srážený CaCO ₃	1,0	39,0	59,0	54,2
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	51,0	-	49,0	27,7
	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	47,0	-	53,0	27,7
Red Vein	Náhražka valch. hlínky	-	-	96,0	38,1
	Vápenec	-	43,0	57,0	34,8
	Sádrovec	21,0	-	79,0	22,5

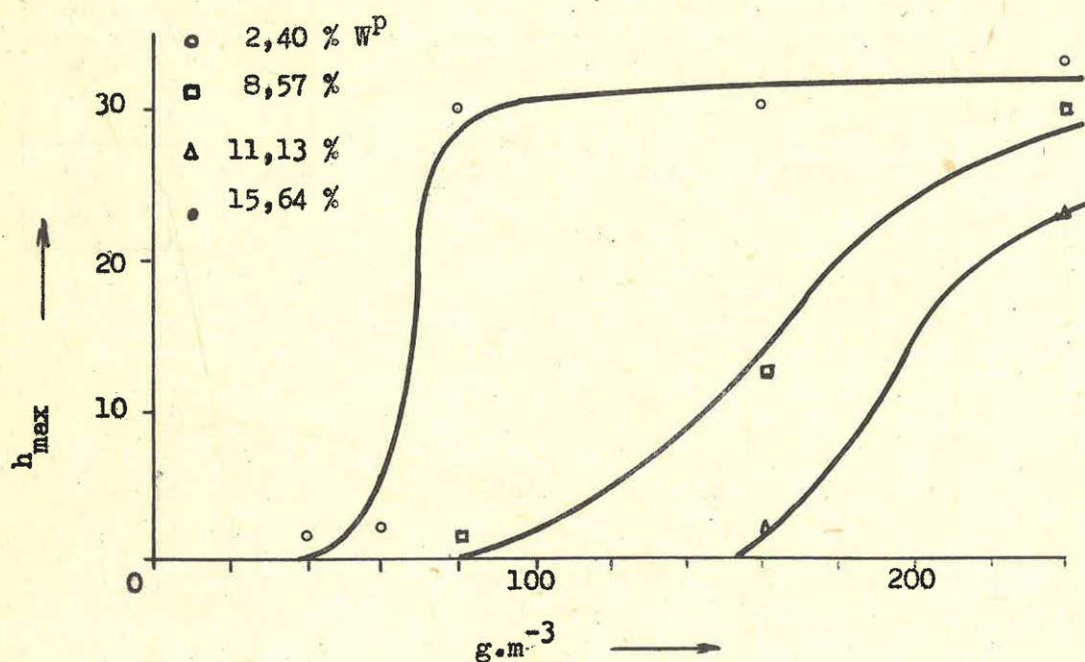
Tabulka č. 2

Výsledky stanovení bodů vznětu a výbušnosti hnědouhelného prachu inertizovaného 10 % roztoky látek antipyrogečního charakteru (po vysušení)

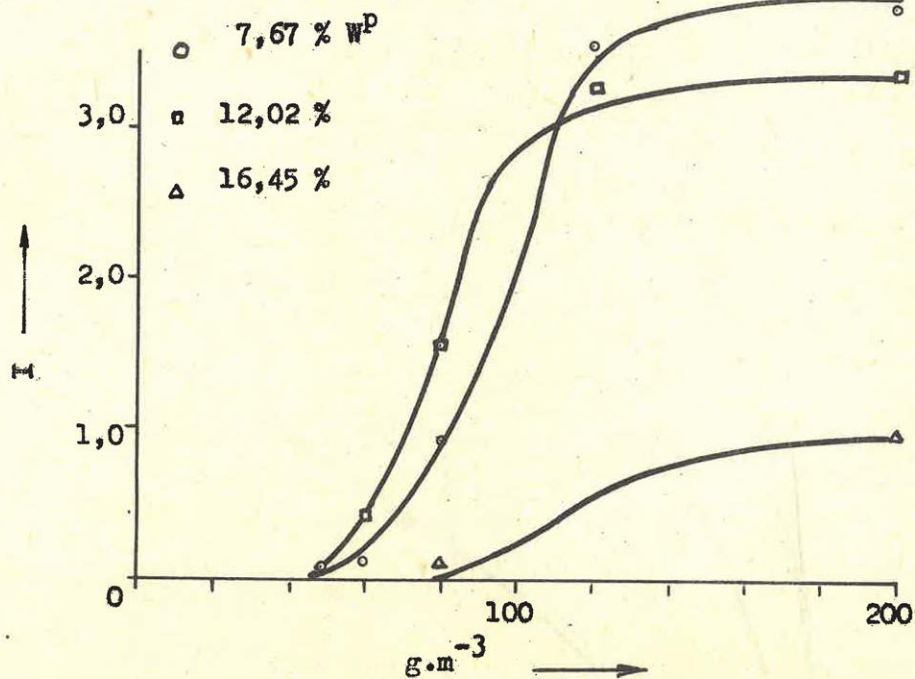
Pokus čís.	Inertizace	Bod vznětu °C	Koncentrace g . m ⁻³	l
1035	—	131	200	2,71
1037			80	1,89
1040			50	0,12
1140	(NH ₄) ₂ SO ₄	141	200	3,00
1141			80	1,43
1142			50	0,21
1150	KAl(SO ₄) ₂	143	200	1,13
1151			80	0,04
1152	KGr(SO ₄) ₂	138	200	1,94
1153			80	0,16
1131	(NH ₄) ₂ HPO ₄	148	200	0,36
1132			80	—
1148	Na ₃ PO ₄	140	200	1,20
1149			80	0,06



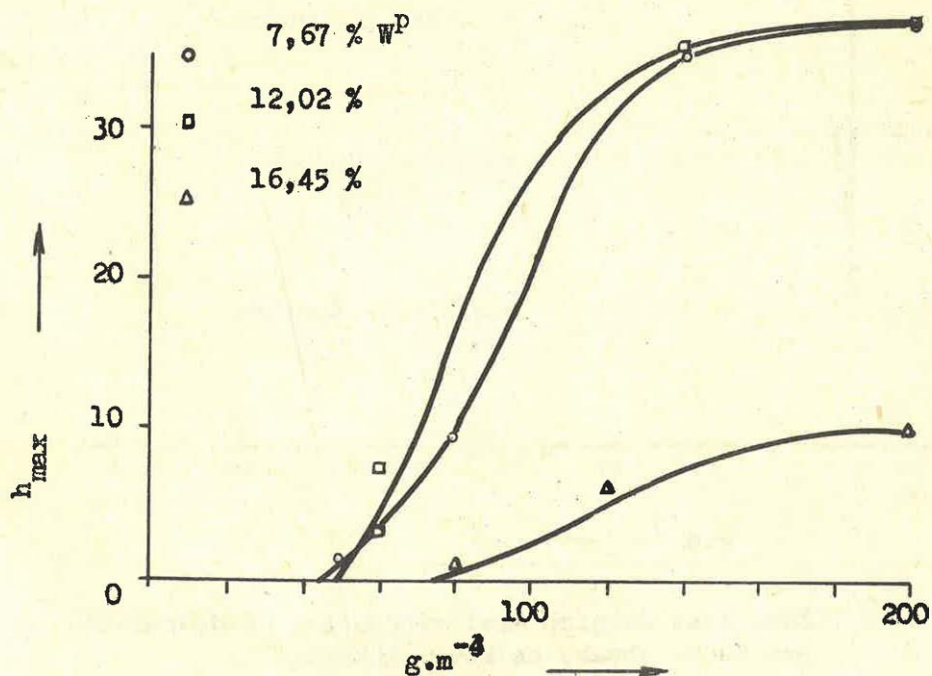
Graf č. 1 : Závislost indexu výbušnosti uhelného prachu z třídičky Kohinoor na obsahu vlhkosti



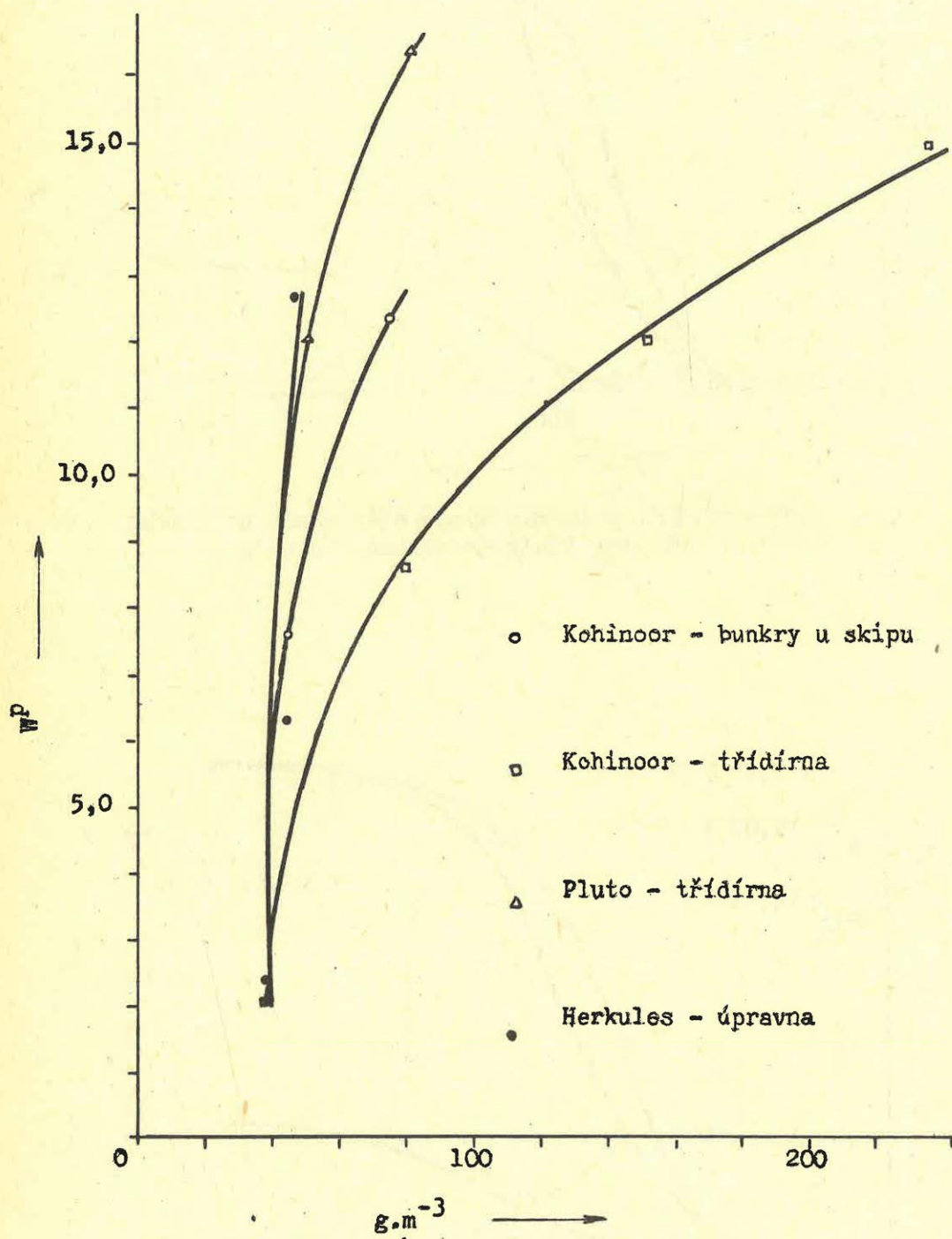
Graf č. 2 : Závislost výšky vlny na koncentraci uhelného prachu z třídičky Kohinoor a obsahu vlhkosti



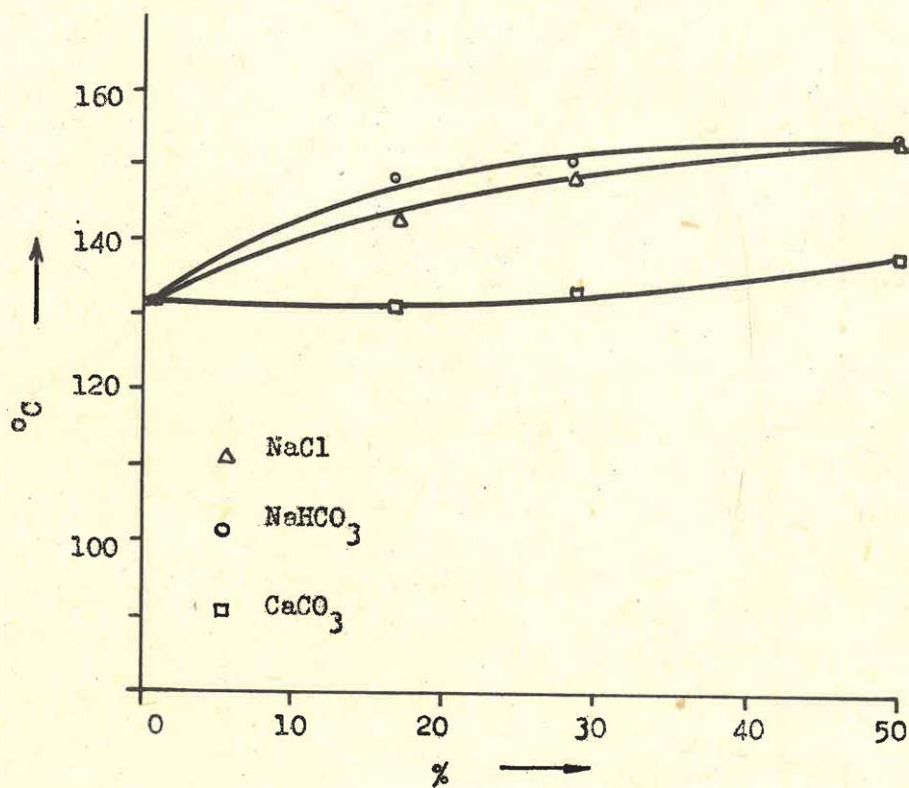
Graf č. 3 : Závislost indexu výbušnosti uhlého prachu z třídičky Pluto na obsahu vlhkosti



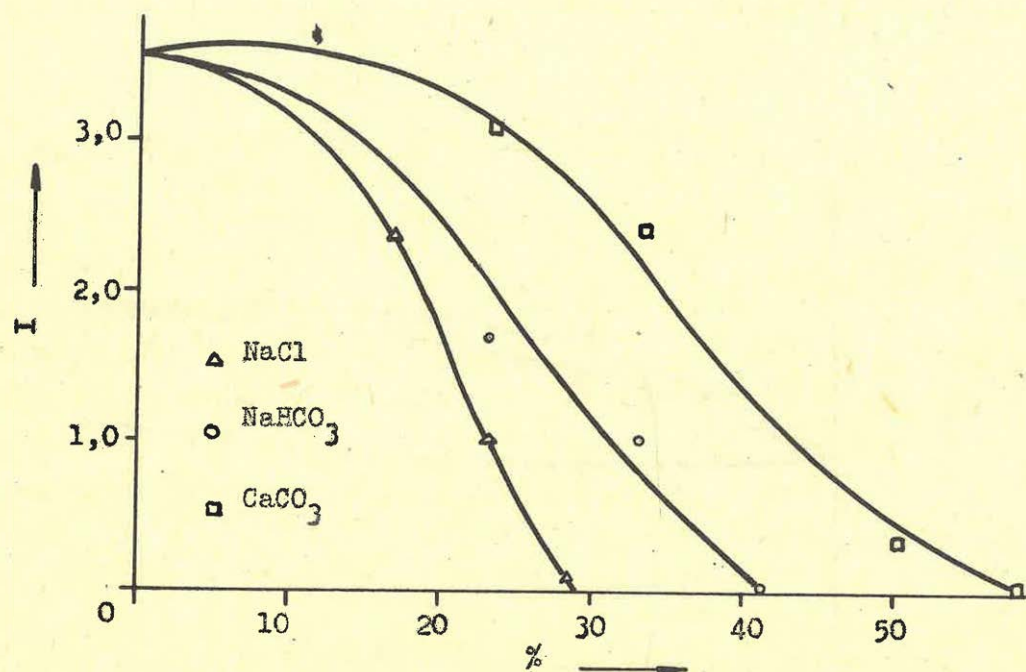
Graf č. 4 : Závislost výšky vlny na koncentraci uhlého prachu z třídičky Pluto a obsahu vlhkosti



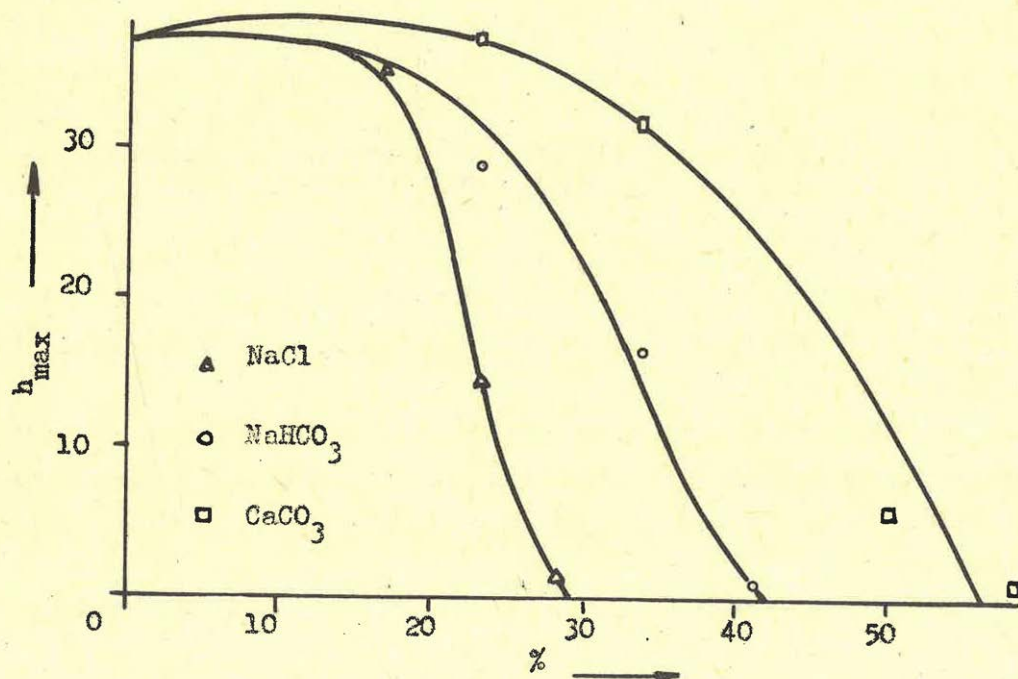
Graf č. 5 : Závislost dolních mezí výbušnosti hnědouhelného prachu na obsahu celkové vlhkosti



Graf č. 6 : Závislost bodů vznětu na koncentraci inertních látek v prachové směsi



Graf č. 7 : Závislost indexu výbušnosti na koncentraci inertních látek v prachové směsi



Graf č. 8 : Závislost výšky vlny na koncentraci inertních látek v prachové směsi