

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

INHIBITORY SAMOVZNIČENÍ

S rostoucím podílem lomového dobývání vstupuje do popředí problematika znehodnocení uhelné substance, vznikající přechodem lomové těžby do partií narušených v minulosti hlubinným dobýváním se zvýšeným nebezpečím vzniku zápar a požárů. Snížení předpokládaného růstu zápar a požárů je tím naléhavější, že podíl hlubinné těžby bude postupně klesat z dnešních 22 % na pouhých 7 % z celkové těžby hnědého uhlí v roce 1980. Kromě ztrát na uhelné substance se nepříznivě projevují zápary a požáry ve zhoršení kvality dobývaných uhlí zvýšením popelnatosti, snížením výhřevnosti, zhoršením upravitelnosti, chemicko-technologických vlastností a ve zvýšení rizika při těžbě a nasazení nové technologie v povrchovém dobývání.

Jednou z cest snížení nebezpečí vzniku zápar a požárů v povrchových i hlubinných provozech dolů a při skladování uhlí, z ekonomického i provozního hlediska, je použití inhibitorů samovznícení, t.j. negativních katalyzátorů autooxidačních pochodů, probíhajících při styku uhelné substance se vzdušným kyslíkem.

Základním pochodem, který při heterogenní oxidaci uhelné hmoty probíhá, je chemisorpce, umožňující reakci mezi určitými molekulárními skupinami v uhlí a kyslíkem. V první fázi dochází k tvorbě mezikomplexů peroxidického typu, které se v konečné fázi rozpadají za tvorby produktů totální oxidace uhelné hmoty, tj. vodní páru a kysličník uhličitý (případně uhelnatý). Vzhledem k heterogennímu průběhu těchto reakcí musíme předpokládat, že k nim dochází nejen při styku kyslíku s vnějším povrchem uhlí, ale převážně v kapilárních prostorách vnitřního povrchu. Kapilární prostory vnitřního povrchu, které prostupují zdánlivě kompaktní hmotou uhlí, lze v zásadě rozdělit na přírodní kapiláry (o průměru menším než 10^{-3} mm) a molekulární póry (o průměru pod 10^{-5} mm). Tento vnitřní povrch dosahuje u obvyklých druhů uhlí hodnot přes $80 \text{ m}^2/\text{g}$ a nemá obdoby u jiných přírodních materiálů.

Z fyzikálně-chemického hlediska probíhá proces oxidace uhelné hmoty ve třech fázích (1) :

a/ Uhlí nenarušené oxidací reaguje při styku se vzdušným kyslíkem v zónách bezprostředně pod povrchem uhelných zrn a postihuje přírodní kapiláry

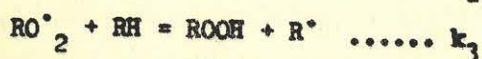
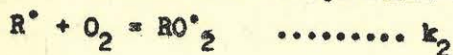
do nepatrné hloubky. Tento proces probíhá poměrně velkou rychlostí, zasahuje zejména hrany a trhliny uhelných zrn a je úměrný koncentraci kyslíku.

b/ V druhé fázi dochází k zpomalení procesu oxidace, protože kyslík musí difundovat zoxidovanou vrstvou, aby dosáhl reakce schopných skupin přítomných v uhlí.

c/ V konečné fázi dosáhne reakční zóna limitní hranice, když už dlouhá difúzní cesta kyslíku molekulárními póry znemožňuje další oxidaci a dochází prakticky k zastavení oxidačního procesu.

Oxidace molekulárním kyslíkem probíhá řetězovou reakcí (2) a může být aktivována přítomností katalyzátorů, tj. v případě oxidace uhlí peroxidy, vznikajícími při chemisorpci kyslíku, případně minerálními složkami obsaženými v uhlé hmotě. Proto má reakce autoaktivační vlastnosti a lze ji uvažovat jako autooxidaci.

Existují důkazy, které opravňují tvrzení, že řetězové reakce probíhají radikálovým mechanismem (3). Některé uhlovodíky reagují s kyslíkem při teplotách pod 100°C za vzniku peroxidů, které se rozkládají v radikály, umožňující řetězovou oxidaci a vznikají další molekuly peroxidů podle schématu :



Rychlostní rovnice má v tomto případě tvar :

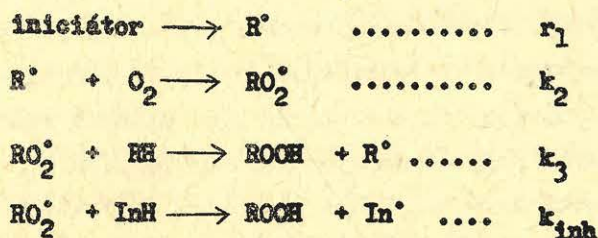
$$r = k_3 / RO_2^{\bullet} \cdot / RH /$$

Tato nízkoteplotná aktivace přechází v aktivaci iniciací a celý děj dostává autokatalytický charakter. Tento proces můžeme obecně vyjádřit rovnicí:

$$r = k' / ROOH / \frac{n}{2} / RH / \frac{[O_2]}{\lambda + [O_2]}$$

kde λ je koeficient, úměrný koncentraci oxidovaného uhlovodíku.

Autooxidační děje, probíhající při zapařování a samovznícování uhlí, lze ovlivnit přidávkou aktivních látek pozitivně i negativně. Příkladem pozitivní katalýzy je urychlení procesu samovznícení za přítomnosti sloučenin železa, případně některých průvodních hornin. Negativní katalýza, vyvolaná přítomností antioxidačních činidel - inhibitorů, působí naopak zpomalení autooxidačního procesu. Působení inhibitorů se vysvětluje vázáním aktivních radikálů a jejich přeměnou ve formy, které nejsou schopny další řetězové reakce. Aktivní částici může představovat peroxidický radikál $RO_2^{\bullet}$ a působení inhibitoru lze znázornit následujícím reakčním schématem :



kde r_1 rychlostní konstanta iniciace

$k_2 = k_{\text{inh}}$ rychlostní konstanty pro jednotlivé přeměny.

Rychlostní konstanta se mění s teplotou Arrheniovou rovnicí :

$$k = A e^{-E/RT}$$

kde E aktivační energie reakce.

Na základě uvedených rovnic je možno vyjádřit rychlost inhibitované reakce vztahem :

$$r_{\text{inh}} = r_1 \frac{k_3 / \text{RH} /}{k_{\text{inh}} / \text{InH} /}$$

Z uvedeného vztahu vyplývá, že výsledná reakční rychlost oxidace bude tím nižší, čím bude koncentrace inhibitoru vyšší a čím větší bude jeho reaktivita.

Výzkumem inhibitorů samovznícení se zabývá řada vědeckých pracovišť ve všech státech s vyspělým báňským průmyslem. O důležitosti tohoto problému svědčí skutečnost, že jen v Sovětském svazu se výzkumem inhibitorů zabývá řada pracovišť jako Institut gorjučich iskopajemych AN SSSR v Moskvě, Vostočnyj naučno-issledovatělskij institut po bezopasnosti rabot v gornoj promyšlennosti v Kemerovu, Uralskij politechničeskij institut im. S. M. Kirova ve Sverdlovsku aj.

Posuzování inhibičních vlastností jednotlivých látek při autooxidaci chemických individuí, např. uhlovodíků, se provádí zjišťováním koncentrace vznikajících produktů. S ohledem na složitost reakčního mechanismu při oxidaci uhlé hmoty je v posuzování inhibice samovznícení značná nejednotnost jak v laboratorních metodách, tak i při poloprovozním ověření. Většina vypracovaných laboratorních metod klasifikace vyhovuje pro výšeprouhlenné typy uhlí a respektuje pouze některé z rozhodujících faktorů majících vliv na proces samovznícení. Proto bylo hodnocení inhibičních účinků prováděno podle metody, vypracované při řešení otázky samovznícení hnědých uhlí ve fyzikálně-chemických laboratořích VÚHU.

Pro laboratorní výzkum inhibitorů byly vybrány průměrné těžební vzorky z dolu Jan Žižka v Chomutově, jejichž vlastností byly důkladně prověřeny a prostu -

dovány. Odebrané vzorky byly upraveny na standardní zrnění 2 - 4 mm, používané při hodnocení sklonu uhlí k samovznícení. Vzhledem k časové náročnosti měření sledovaných faktorů byla zajišťována ochrana vzorků před oxidací vzdušným kyslíkem skladováním v zavařených polyetylenových sáčcích po 1000 g.

Pokusná inhibice uhelných vzorků byla prováděna jednotným pracovním postupem. S přihlédnutím k možnostem praktické aplikace byla ve většině případů volena 5 % koncentrace sledované látky ve vodném roztoku. K zajištění dobré reprodukovatelnosti jednotlivých měření a stanovení k zjištění změn stupně sklonu k samovznícení byly preparovány 4 jednotlivé vzorky uhlí po 1000 g. Vzorky byly převrstveny 1000 ml vodného roztoku látky určené k pokusné inhibici a při občasném promíchání se roztok nechal působit po dobu 4 hodin. Po této době byl vzorek zbaven odkapáním přebytečného roztoku a zjištěn objem, který vzorkem nebyl vázán. Uhlí nasycené roztokem sledované látky bylo za standardních podmínek sušeno na hodnotu, korigovanou o množství látky vázané ve vzorku tak, aby byl zajištěn původní obsah vody, tj. na hodnotu 1000 g + Kg, přičemž korekce na sušení je dána vztahem :

$$K_g = \frac{(1000 - a) \cdot x}{100}$$

kde a množství odkapaného roztoku v ml

x množství sledované látky v %.

Pokusně inhibované vzorky byly po popsané úpravě použity k zjištění základních klasifikačních faktorů podmiňujících sklon uhlé substance k samovznícení, tj. stanovení bodů vznětu původního, bezvodého, oxidovaného a aktivovaného vzorku, adsorpční schopnosti vůči kyslíku, smáčivého a oxidačního tepla.

K stanovení hodnot bodů vznětu byl použit automatický přístroj s přímou registrací průběhu teplot zahříváním vzorku v proudu kyslíku (2000 ml/min) do okamžiku vývinu dýmů. Získaná teplota udává hodnotu bodu vznětu za pokusných podmínek. Na přístroji byla prováděna následující stanovení :

- a/ Stanovení bodu vznětu původního vzorku, tj. vzorku inhibovaného, s obsahem vody odpovídajícím odebranému uhlí,
- b/ stanovení bodu vznětu bezvodého vzorku, tj. vysušeného při 105°C do konstantní váhy,
- c/ stanovení bodu vznětu oxidovaného vzorku 1 % vodným roztokem peroxidu vodíku, který charakterizuje oxidovatelnost inhibovaného vzorku,

d/ stanovení bodu vznětu aktivovaného vzorku 1 % alkoholickým roztokem anilinu, který odpovídá bodu vznětu oxidací nenarušené uhelné substance.

Důležitým faktorem, který podmiňuje sklon uhlí k samovznícení, je adsorpční schopnost vůči kyslíku, která byla zjišťována na základě úbytku tlaku kyslíku za 96 hodin z přetlaku 760 mm Hg a přepočtem na množství adsorbovaného kyslíku v ml/g.

Relativní smáčivé a oxidační teplo bylo měřeno v teplotně izolovaném prostředí a je charakterizováno vzestupem teploty po ovlhčení 100 g bezvodého vzorku vodou nebo 1 % vodným roztokem peroxidu vodíku. V případě určení relativního oxidačního tepla byl vzestup teploty snížen o hodnotu smáčivého tepla.

Popsanou metodikou byly hodnoceny i odebrané původní vzorky a porovnáním zjištěných hodnot sledován vliv katalytických účinků látek použitých k pokusné inhibici. Podle ověřeného klasifikačního systému, vypracovaného pro hodnocení náchylnosti uhlí k samovznícení, byly vzhledem k charakteru méněpro - uhelných typů uhlí a specificky se uplatňujícím provozním poměrům jednotlivé faktory považovány za rovnocenné. Pro uvažovanou klasifikaci, při níž je přihlíženo k šesti základním faktorům, vyplývá pro výpočet stupně sklonu k samovznícení vztah (4) :

$$S = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6}{6}$$

kde S stupeň náchylnosti k samovznícení,

S_1 adsorpční schopnost vzorku v ml C_2 /g, přepočtená na základní stupnici,

S_2 bod vznětu původního vzorku ve $^{\circ}C$, přepočtený na základní stupnici,

S_3 bod vznětu bezvodého vzorku ve $^{\circ}C$, přepočtený na základní stupnici,

S_4 relativní oxidační stupeň přepočtený na základní stupnici,

S_5 relativní smáčivé teplo přepočtené na základní stupnici,

S_6 relativní oxidační teplo přepočtené na základní stupnici.

Pro přepočtení naměřených hodnot na základní stupnici bylo použito obecné rovnice přímky :

$$y = Kx + q ; x = \frac{1}{K} (y - q)$$

Pro přepočet adsorpční schopnosti uhelné substance vůči kyslíku (S_1) vyplývá z výše uvedených rovnic :

$$S_1 = 0,6250 (O_2 - 1)$$

kde O_2 množství kyslíku v ml na g vzorku adsorbované za 96 hodin.

Pro přepočet bodu vznětu původního vzorku na základní stupnici (S_2) bylo použito vztahu :

$$S_2 = 0,0714 (180 - T_{2p})$$

kde T_{2p} je bod vznětu původního vzorku ve $^{\circ}\text{C}$.

Obdobně pro přepočet hodnot bodu vznětu bezvodého vzorku platí :

$$S_3 = 0,0833 (190 - T_{2s})$$

kde T_{2s} bod vznětu bezvodého vzorku ve $^{\circ}\text{C}$.

Pro přepočet relativního oxidačního stupně (O_s) na základní stupnici (S_4) bylo použito následujícího vztahu :

$$S_4 = 0,1225 (O_s + 11,9)$$

$$\text{kde } O_s = \frac{T_{2\text{akt}} - T_{2\text{ox}}}{T_{2\text{akt}}} \cdot 100$$

$T_{2\text{akt}}$ bod vznětu vzorku aktivovaného 1 % alkoholickým roztokem anilinu,

$T_{2\text{ox}}$ bod vznětu vzorku oxidovaného 1 % vodným roztokem peroxidu vodíku.

Pro přepočet relativního smáčivého tepla na základní stupnici (S_5) platí :

$$S_5 = 0,3307 (H_{\text{sm}} - 2,7)$$

kde H_{sm} relativní smáčivé teplo vzorku.

Obdobně pro přepočet relativního oxidačního tepla na základní stupnici (S_6) bylo použito vztahu :

$$S_6 = 0,2688 (H_{\text{ox}} - 5,45)$$

kde H_{ox} relativní oxidační teplo.

Spojením uvedených rovnic dostaneme :

$$S = 0,1042 \cdot O_2 - 0,0119 \cdot T_{2p} - 0,0139 \cdot T_{2s} + 0,0204 \cdot O_s + 0,0551 \cdot H_{sm} + 0,0448 \cdot H_{ox} + 4,53$$

Hodnoty získané při pokusné inhibici uhelných vzorků látkami anorganického i organického charakteru jsou shrnuty v příložených tabulkách.

Poloprovozní ověření látek inhibičního charakteru bylo započato ještě před laboratorním výzkumem plynným amoniakem na základě zkušeností získaných při ochraně skládek výšeprouhelných typů uhlí v NSR (5). K poloprovozním zkouškám bylo vybráno pokusné pracoviště na lomu Vrbenický v Souši. Po předběžném měření teplot tyčovými bimetalovými teploměry v síti bodů do hloubky 1 m byla místa s vyššími teplotami likvidována hloubkovou injektáží a vodní mlhou s přidávkou smáčedla tak, aby teplota pokusného úseku nepřesahovala 50°C. Pro pokusnou inhibici byla vybrána partie uhelné sloje prostoupená systémem trhlín a u paty pokrytá vrstvou uhelné drtě o rozměrech 5 x 2 x 1,5 m. K pokusům bylo použito celkem 100 kg amoniaku, zaváděného systémem injekčních sond rovnoměrně do celého úseku s mírným přetlakem (1,2 atp), obr. č. 1. Během injektáže byla sledována v pravidelných časových intervalech změna teploty v měřených bodech, obr. č. 2. V měření teplot bylo pokračováno po skončení injektáže až do doby, kdy teplota v některých místech přestoupila 100°C a vznikla ojedinělá ohniška prokazatelného samovznícení. Z připojené tabulky č. 3 vyplývá, že bezprostředně po zahájení injektáže amoniaku došlo k snížení teploty vlivem vhnětého expandovaného amoniaku a současně zvýšenou odpařivostí vody způsobenou intenzivní cirkulací plynů při injektáži. Po přechodném snížení teplot nastal na všech měřených bodech teplotní vzestup, který na několika místech dosáhl hodnoty bodu vznětu.

Vzhledem k dostupnosti byly po laboratorním výzkumu inhibičních vlastností poloprovozně zkoušeny na pokusném pracovišti dolu Vrbenický vodné roztoky uhličitanu sodného, fosforečnanu amonného a křemičitanu sodného. Pro zkoušky uvedených látek byly vybrány obdobné úseky, tj. 5 x 2 m s teplotou nepřesahující 50°C. I pro ověření v provozních podmínkách byla volena koncentrace 5 %, kterou je nutno z ekonomických důvodů pokládat za hraniční, vzhledem k předpokládané vysoké spotřebě inhibičních látek v provozu. Vodný roztok zvolených látek byl tlakovými rozprašovači rovnoměrně vpraven do vybraných úseků. Pro jednotlivé úseky bylo použito 2 000 l zásobního roztoku, tj. 100 kg pevné látky. Během pokusu byla měřena teplota a její změny

v síti bodů obdobně jako při ověřování inhibičních vlastností amoniaku.

Závěr

Pokusná inhibice uhelných vzorků naznačila možnost ovlivnění základních faktorů určujících sklon uhlí k samovznícení, zejména adsorpční schopnosti uhlé substance vůči kyslíku, smáčivého a oxidačního tepla. Maximálního snížení adsorpční schopnosti bylo docíleno látkami oxidačně-redukčního charakteru, a to siřičitanem sodným o 65,5 %, jodičnanem draselným (o 60 %), dusičnanem draselným (o 59 %) a zásaditými látkami jako uhličitanem sodným (o 53,5 %) a normálním fosforečnanem sodným (o 52,5 %). Vysoké snížení smáčivého tepla o 82,4 % u vzorku inhibitovaného Ceranem CS bylo způsobeno vytvořením hydrofobní vrstvy na povrchu uhelných zrn. Největší snížení oxidačního tepla o 59,4 % bylo zjištěno u vzorku inhibitovaného siřičitanem sodným vzhledem k jeho redukčním vlastnostem.

Body vznětu původních a bezvodých vzorků nebyly pokusnou inhibicí podstatně ovlivněny. Prokazatelného zvýšení bodů vznětu vzorků s původním obsahem vlhkosti bylo dosaženo látkami antipyrognního charakteru a to normálním fosforečnanem sodným (o 19,2 %), chloridem draselným (o 15,4 %) a křemičitanem sodným (o 14,2 %). Mimořádné zvýšení bodu vznětu bezvodého vzorku o 39,6 % bylo dosaženo urychlením oxidačního procesu při pokusné inhibici dvojjchromanem sodným, která současně způsobila maximální pokles stupně sklonu k samovznícení z původní hodnoty 2,25 na 0,91, t.j. o 59,1 %. Tuto okolnost je nutno přičíst silným oxidačním vlastnostem dvojjchromanu sodného, protože zjištěná hodnota stupně sklonu k samovznícení odpovídá silně zvětralému uhlí.

K poloprovoznímu ověření inhibičních vlastností bylo použito plynného amoniaku, fosforečnanu amonného, uhličitanu sodného a křemičitanu sodného. Z průběhu teplot po pokusné inhibici plynným amoniakem vyplynulo, že po počátečním ochlazení, způsobeném nízkou teplotou expandovaného plynu a intenzivní cirkulací vzdušín při zásahu, došlo v krátkém období k opětovnému vzestupu teplot a lokálnímu vznícení uhlé hmoty. Z těchto důvodů nebyl inhibiční účinek amoniaku průkazný a nelze uvažovat o jeho provozním využití v povrchovém provozu hnědouhelných dolů.

Po laboratorním výzkumu a vyhodnocení vlastností látek použitých k pokusné inhibici byly v první etapě řešení ověřovány na poloprovozních pracovištích dolu Vrbenský a Rudý sever vodné roztoky fosforečnanu amonného, uhli-

čitanu sodného a křemičitanu sodného, tj. látek antipyrogeenního charakteru. Měření teplot v síti bodů během pokusu prokázalo, že po několikadenní stagnaci nastal opětovný vzestup teplot v místech, kde teplota před vlastním zá-
sahem přesáhla 35°C . Trvalý vzestup teplot v těchto místech je vysvětlitel-
ný zvýšenou rychlostí při chemisorpčních pochodech. Závislost rychlosti ad-
sorpcce vzdušného kyslíku uheľnou hmotou na teplotě je dána Arrhenioveu rovnici
a podle van't Hoffova pravidla se při zvýšení teploty o 10°C zvyšuje 2 - 3 x.

Dosud provedený výzkum inhibičních vlastností naznačil možnost aplikace
některých látek jako preventivních prostředků, snižujících sklon uhelné sub-
stance k samovznícení. Z průběhu dosud provedených poloprovozních zkoušek je
zřejmé, že jejich použití bude vázáno výhradně na úseky s normálními teple-
tami, kde proces nízkotepeľné oxidace by byl podstatně ovlivněn. Příznivých
výsledků by bylo možno dosáhnout i při skladování uhlí náchylných k samovzní-
cení.

Literatura

- 1/ Glůckauf 26, str. 1526 - 31 (1965)
- 2/ Chřisanfora A.I., Šubnikov A.K., Zacharov A.N. : Inhibitory dlja borby
s okislenijem i samovozgoranijem iskopaemých uglej, Izd. ANSSSR (1959)
- 3/ Jungers J.C. a kol. : Chemická kinetika, nakl. ČSAV (1963)
- 4/ Sborník VŮHU, str. 179 - 192 (1965)
- 5/ Angewandte Chemie 7 - 8 (1960)

S h r n u t í

Je popsán způsob laboratorní metodiky a hodnocení inhibičních vlastností
látek, snižujících sklon hnědouhelné substance k samovznícení na základě
aplikace metody klasifikace hnědých uhlí. Sledovány změny základních kla-
sifikačních faktorů jako adsorpční schopnost inhibitovaných vzorků vůči
kyslíku, smáčivá a oxidační tepla, hodnoty bodů vznětu původních, bezvo-
dých, oxidovaných a aktivovaných vzorků. Poloprovozně ověřena nevhodnost
inhibice plyným amoniakem a možnost využití látek antipyrogeenního charak-
teru jako součásti preventivních opatření proti vzniku endogenních požárů
v povrchovém provozu hnědouhelných dolů.

T a b u l k a č í s . 1

Změny klasifikačních faktorů pokusně inhibovaných vzorků - I. vzorkování

Inhibice	T _{2p}	T _{2s}	T _{2ox}	T _{2akt}	O _s	O ₂	H _{sm}	H _{ox}	S	Snížení S %
Základní hodnoty	120	135	127	144	11,8	7,18	9,37	6,39	2,98	-
Pyrogallol 5 %	115	126	132	142	7,0	3,93	9,32	9,08	2,90	2,7
Ceran CS 5 %	113	125	132	143	7,7	5,90	1,65	6,90	2,60	12,7
Sírník sodný 5 %	130	136	126	142	8,4	5,58	6,70	8,25	2,58	13,4
Křemičitan sodný 5 %	137	134	135	145	6,9	6,03	8,62	5,53	2,49	16,4
Chlorid amonný 5 %	126	139	147	144	- 2,1	5,24	7,45	6,85	2,35	21,1
Uhličitan sodný 5 %	123	135	140	142	1,4	3,33	7,02	4,68	2,15	27,8
Fosforečnan sodný terciární 5 %	143	150	150	148	- 1,3	3,41	4,40	5,90	1,67	44,0

T a b u l k a č í s . 2

Změny klasifikačních faktorů pokusně inhibitovaných vzorků - II. vzorkování

Inhibice	T _{2p}	T _{2s}	T _{2ox}	T _{2akt}	O _s	O ₂	H _{sm}	H _{ox}	S	Snížení S %
Základní hodnoty	110	129	142	138	- 2,9	2,85	6,50	4,85	2,25	--
Ftalanhydrid 0,5 %	112	131	149	140	- 6,4	2,26	5,30	4,90	2,01	10,7
Kyselina salicyl. 0,2 %	113	126	136	138	1,5	1,74	3,10	2,85	1,98	12,0
Sířičitan sodný 5 %	115	128	135	148	8,8	0,98	3,97	1,97	1,97	12,5
Dusičnan draselný 5 %	109	120	148	137	- 6,6	1,17	3,07	5,68	1,92	14,7
Jodičnan draselný 5 %	125	122	200	197	- 1,5	1,14	3,72	3,18	1,79	20,4
Kyselina šťavelová 5 %	118	145	156	148	- 5,4	1,32	6,00	2,65	1,61	28,5
Chlorid draselný 5 %	127	160	147	162	9,2	1,36	3,45	2,45	1,45	35,6
Dvojchroman sodný 5 %	120	180	182	158	-15,2	1,38	6,35	3,45	0,91	59,1

Tabulka čis. 3

Průběh teplot měřených v síti bodů při pokusné inhibici amoniakem

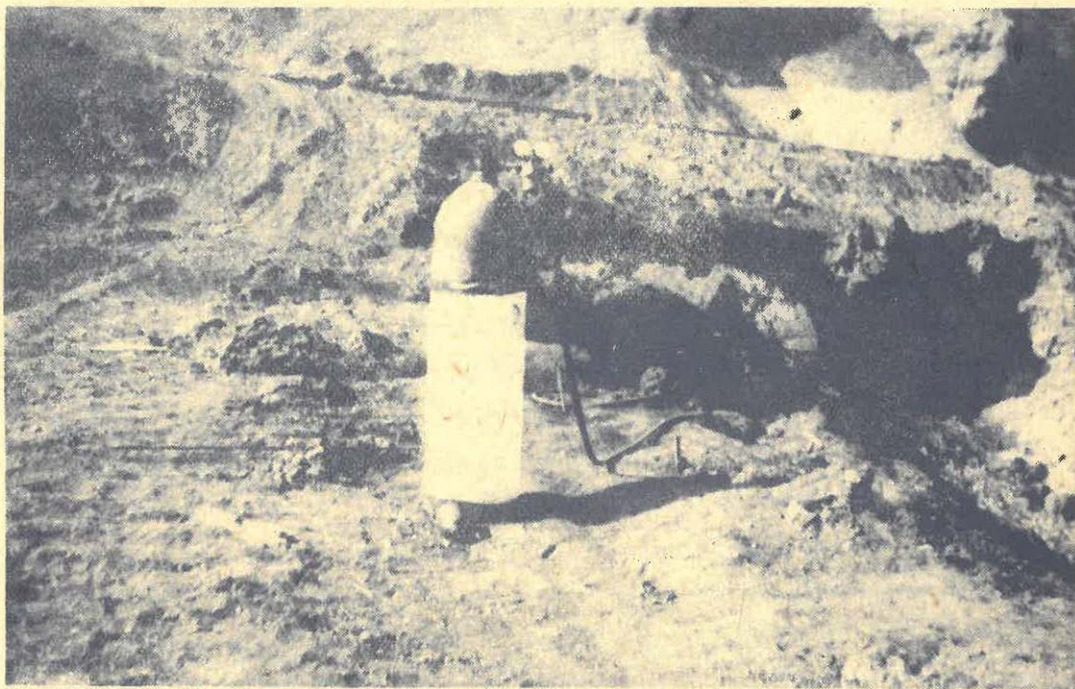
Měřicí bod	t_0	t_1	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	Poznámka
A-1	25	19	22	22	23	22	24	23	25	24	
A-2	34	30	32	34	35	38	42	48	55	62	
A-3	22	17	19	20	22	21	22	20	22	23	
A-4	35	29	30	32	34	40	52	69	78	97	
A-5	28	22	24	27	28	32	38	42	47	55	
A-6	23	18	20	22	24	23	24	25	24	23	
B-1	32	27	28	31	34	36	48	69			vznícení
B-2	47	41	45	52	68	120					vznícení
B-3	28	22	24	26	27	31	34	41	47	54	
B-4	32	26	26	29	36	47	62	88	115		vznícení
B-5	42	35	40	47	55	72	86	104			vznícení
B-6	27	20	22	24	23	26	25	27	28	31	
C-1	27	21	22	24	22	23	25	27	28	27	
C-2	39	32	35	35	38	40	43	45	47	51	
C-3	26	20	22	23	23	25	24	24	25	25	
C-4	35	28	32	34	37	44	48	53	56	61	
C-5	39	31	32	32	33	34	35	37	38	41	
C-6	32	24	24	26	25	27	26	27	28	28	

Legenda :

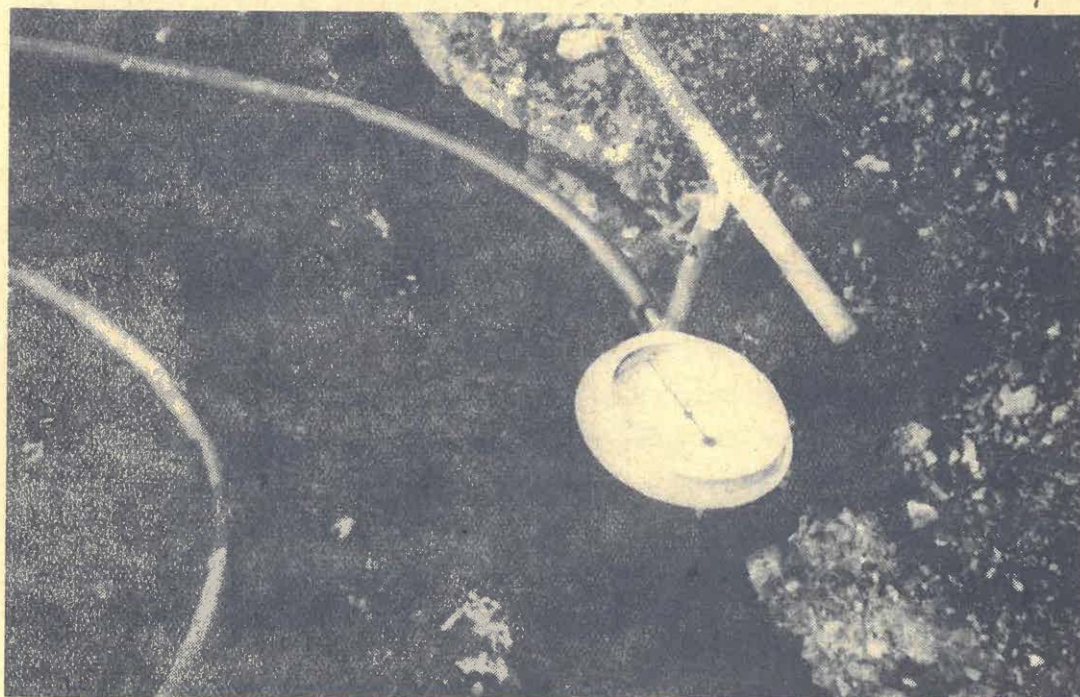
t_0 - teplota před zásahem
 t_1 - teplota po skončení injekce NH_3
 $t_1 - t_8$ - průběh teplot v denních intervalech

Schéma sítě měřicích bodů

	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						



Obr.č. 1



Obr.č. 2