

## KAPALNÉ PRODUKTY BITUMENU CYPRISOVÝCH JÍLŮ

*Petr Buryan*

*Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6  
Petr.Buryan@vscht.cz*

*Cyprisové jíly tvoří významnou část skrývky hnědouhelného lomu Družba Sokolovské uhelné, a.s. (CZ). Jejich nedílnou součástí je hnědouhelný bitumen. Proto při jejich pyrolýze vzniká i dehet. Jeho podíl vroucí do 300 °C je charakterizován v následující stati.*

Klíčová slova: cyprisové jíly, pyrolýza, kapalný podíl

Došlo 8. 1. 2010

### 1. Úvod

Jíly patří mezi nejstarší suroviny využívané lidmi. Většina pochází z druhohor až čtvrtohor a vznikly převážně v mořských sedimentačních pánvích. Jsou však známy i jíly usazené na pevnině [1,2].

Využití jíly je rozsáhlé v mnoha oblastech. Přímé využití je možné pozorovat v chemickém průmyslu (katalyzátory, bělicí hlinky) či v průmyslu stavebních a keramických hmot. Svě využití nacházejí i při ochraně životního prostředí, kde jíly zařazujeme mezi látky přímo chránící životní prostředí, zneškodňující či imobilizující toxické látky s nežádoucím šířením v prostředí [3,4].

Mezi nejzajímavější v ČR patří cyprisové jíly ze Sokolovské pánve, které na území pánve tvoří mocné souvrství. Řadí se mezi zeminy, které výpalem zvětšují svůj objem za vzniku velmi pórovité uzavřené struktury, která je slinuta povrchovou vrstvou.

Z technologického pohledu se cyprisové souvrství skládá ze tří vrstev, makroskopicky od sebe prakticky nerozlišitelných. Svrchní je většinou nevyužitelná, prostřední vrstva je využívána pro výrobu lehkých expandovaných materiálů a ze spodní části se vyrábí cihlářského zboží.

Významnou součástí cyprisových jíly je i hnědouhelný bitumen. Jeho obsah charakterizovatelný celkovým obsahem uhlíku se pohybuje od cca 1 do 5, extrémně do cca 10 % hm. V rámci hledání nových zdrojů uhlíkatých surovin byl proveden výzkum zaměřený na možné využití cyprisových jíly s vysokým obsahem bitumenu pro přípravu kapalného, energeticky a chemicky zajímavého pyrolýzního produktu. Vybrané poznatky z této výzkumné práce jsou shrnuty v následující stati.

### 2. Jíly a jílové minerály

Stavbou se jedná většinou o nezpevněné plastické horniny [2], jejichž barva je odlišná podle obsahu příměsí. U této horniny více než 50 % hm. zaujímá jílová hmota, tvořená jílovými minerály. Hornina obsahuje i různé příměsi: křemenný prach, sericity, uhličitany, atd. Ložiskové akumulace čistých jílových minerálů jsou velmi vzácné. Průmysl využívá jílových surovin buď

v přírodním stavu, nebo úpravnický zušlechťených. V obou případech jejich využití podmiňuje znalost podrobného mineralogického, petrologického a chemického složení.

Jíly obsahují nad 80 % hm. částice o velikosti nad 4 μm, mezi kterými převládají jílové minerály. V přírodě je však velmi běžná plynulá sedimentární řada jíl-prach-písek, jejíž klasifikace je primárně založena na velikosti a zastoupení přítomných velikostních kategorií a teprve následně na povaze přítomných jílových minerálů. Základem jílových surovin jsou jílové minerály, jejichž většina vznikla přeměnou primárních silikátů nebo vulkanického skla a to vlivem fyzikálních a chemických procesů za přítomnosti vody v blízkosti zemského povrchu [4].

Jílové minerály jsou křemičitany s vrstvenou stavbou strukturních sítí (fylosilikáty), které jsou velmi pevně spojeny do strukturních vrstev. Jednotlivé vrstvy jsou složeny ze dvou, tří nebo čtyř sítí, které jsou tvořeny jednak tetraedry  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  jednak oktaedry, např.  $[\text{AlO}_3(\text{OH})_3]^{6-}$  jejichž vnitřní prostory jsou obsazeny menšími kationy kovů. Rohy jsou obsazeny kyslíky, z nichž některé jsou spojeny s protony [5]. Nejsilnější vazba, tzv. směrová, je mezi křemíkem a kyslíkem, neboť je nejvíce kovalentní [4].

Hlavní jílové minerály, které jsou součástí jílových surovin, jsou rozděleny do sedmi skupin - podle krystalové struktury, krystalochemie, počtu a poměru sítí v základní vrstvě, existujících záměn kationtů v oktaedrech a tetraedrech a z toho vyplývajícího náboje strukturních vrstev [5]. Hlavními minerály cyprisových jíly jsou kaolinit, illit, montmorillonit, siderit, křemen a muskovit [2, 6-8].

### 3. Výskyt jíly v České republice

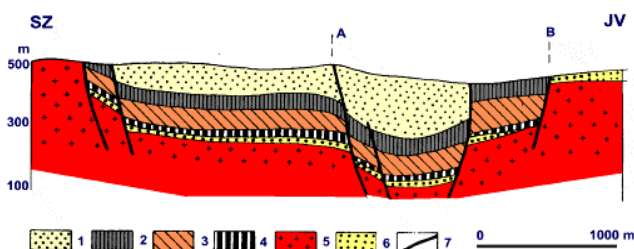
Vznik jílových materiálů je vázán na povrchovou zónu zemské kůry, kde reaguje litosféra s hydrosférou a atmosférou. Většina jílových minerálů vznikla přeměnou primárních silikátů nebo vulkanického skla vlivem fyzikálních a chemických procesů za přítomnosti vody v blízkosti zemského povrchu [4].

Výskyt jíly na území ČR je velmi hojný. Za nejvýznamnější lokality lze označit oblasti Chebska,

Sokolovska a Karlovarska, kde byly mocné vrstvy různých jílů odkryty díky těžbě hnědého uhlí.

### 3.1 Sokolovská pánev

Sokolovsko-loketská pánev (obr. 1) má elipsovitý charakter a tvoří ji tři uhelné sloje různé mocnosti a různého plošného rozsahu. Jílové suroviny se na území pánve ukládaly od svrchního eocénu do miocénu (ottnang). Mineralogické složení jílové hmoty, technologické vlastnosti a využitelnost jsou předurčeny nejvíce klimatem (tendence k postupnému ochlazení) a zdrojovým materiálem (rozplavená kaolinové rezidua a produkty alkalického vulkanizmu). Jíl ze sokolovské pánve (šedomodrá jíla) se skládá převážně z illitu, přítomen je též kaolinit. Jílová substance je promísená drobnými zrny karbonátu - sideritu, dále je přítomen živec a muskovit [9].



Obrázek 1: Řez Sokolovskou pávní

1 - cyprisové souvrství, 2 - slojové souvrství, 3 - vulkanogenní souvrství, 4 - souvrství Josefa, 5 - biotitická žula, 6 - starosedlecké souvrství, 7 - zlomy (A - novosedlecký zlom, B - sokolovský zlom), SZ - severozápad, JV - jihovýchod

Od svrchního eocénu do spodního miocénu (burdigalu) je prokázáno kaolinické zvětrávání zdrojových hornin, sedimentů a převážně části vulkanoklastik. Zatímco nejstarší vrstvy obsahují pouze materiál rozplavených kaolinových profilů, počínaje oligocémem (rupelem) se ve vrstvách objevuje rozložená vulkanoklastická složka (skupina kaolinitových titaničitých jílů s barevným tónováním po výpalu) [9].

V miocénu (ottnangu) se mění složení barevně se pálicích surovin od téměř čistě kaolinitových jílovců až do polyminerálních jílovců s postupně rostoucím podílem trojsíťových minerálů (jílové slídy, Mg-Ca, montmorillonitu, nontronitu) a čtyřsíťových minerálů (chloritu) s doprovodem karbonátů Ca, Mg, Fe a Mn, sulfátů, autigenního K-živce a analcimu. Spodní kaolinitové jílovce se používají ve velkém objemu pro průmyslovou výrobu expandovaného lehčeného kameniva (Liaporu). Svrchní zvětralá část polyminerálních jílovců (spolu s kvarténními sprašovými hlínami a ostřivem) se těží pro přípravu minerálních těsnících vrstev v odpadovém a vodním hospodářství. Spodní kaolinitové jílovce se používají ve velkém objemu pro průmyslovou výrobu expandovaného lehčeného velmi žádaného kameniva

(Liaporu) ve stavebnictví [9]. Jeho přibližné složení charakterizující jeho uplatnění udává tabulka 1 [10,11].

Minerály jílu tvoří tyto prvky: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, K, Li, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, P, Pb, Si, Sn, Sr, Ti, V, Zn, a Zr. Z nich jsou kvantitativně nejvýznamnější Al, Si, Fe, Ti, Ca, Mg. Prvky - Li, Nb, Ag, Co, Ge - se vyskytují poměrně vzácně nebo jen ojediněle.

### 3.2. Cyprisové souvrství

Jílové souvrství je známo pod jménem cyprisové jíly, podle skořepatce Cypris Augusta, jehož zkaženě zbytky se v něm nacházejí. Vlastní cyprisové souvrství tvoří různozelené jílovce, často s břidličnou texturou (cyprisové břidlice) s vložkami jílu, tvrdých karbonátů, slínů a jemnozrnných písků. Jílovce jsou buď nezřetelně vrstevnaté až lasturnatého lomu nebo tenké vrstevnaté, žlutozelené až šedomodré barvy [12]. Vedle toho obsahují i ve vodě rozpustné soli, které tvoří nálety na vysychajícím jádru (síranu a chloridy alkálií, železa a hořčíku). V celé mocnosti se často vyskytuje pyrit, zejména na puklinách [12,13].

Jílová složka cyprisového souvrství dosahující až 40 m je převážně illitická, s kolísající menší příměsí kaolinitu a montmorillonitu [12,13]. Illit vyvolčoval patrně v alkalickém prostředí stojatých vod pánve jako chemický sediment. Ve stojatých vodách se též hromadily organické látky, které v průběhu minulosti prošly stádiem prouhelnění. Cyprisové jílovce proto mají typickou příměs bitumenu a spalitelných ústrojných organických látek [10-14].

Ve svrchních polohách cyprisového souvrství se vyskytují lehké, porézní, světle nazelenale šedé jílovce a jíly, obsahující větší či menší podíl křemeliny. Tyto sedimenty, vyskytující se především v jihovýchodním cípu pánve, dosahují mocnosti až 10 m [12,13].

Na cyprisové souvrství nasedají diskordantně na valdštejnské vrstvy, které ukončují jezerní sedimentaci chebské pánve a pravděpodobně i terciární sedimentaci této deprese.

Vlastní cyprisové souvrství se skládá ze tří vrstev, makroskopicky od sebe prakticky nerozlišitelných. Pro výrobu keramzitu, tj. lehkého expandovaného stavebního a izolačního keramického materiálu, která je z hlediska využití jílu cyprisového souvrství nejdůležitější, je nejvhodnější prostřední poloha. Svrchní je většinou nevyužitelná a spodní část je vhodná spíše pro výrobu cihlářského zboží [9-11].

## 4. Experimentální část

### 4.1 Karbonizační zkouška

Nízkoteplotní karbonizační zkouška byla prováděna v retortě bez přítomnosti vzduchu ohřevem na 520 °C dle vzestupu odpovídajícímu nízkoteplotní karbonizaci uhlí [14], přičemž navažováno bylo vždy 200 g drceného surového cyprisového jílu o velikosti zrn < 1,0 mm. Základní parametry sledovaného jílu jsou uvedeny v tabulce 2, elementární složení v tabulce 3.

Těkavé produkty pyrolýzy byly odváděny přes kovový vodní chladič do baňky, která sloužila k zachycování kapalných produktů. Plyn byl dále veden do suchého plynoměru. Po průchodu plynoměrem byl v určených teplotách zaváděn do skleněných odměrek ponořených v uzavíracím roztoku, resp. do odtahu digestoře. Výsledky analýz plynů vznikajících při pyrolýzách v oblasti teplot 400 až 1000 °C analyzovaných pomocí plynové chromatografie jsou shrnuty v [15].

**Tabulka 1** Složení jílu ze Sokolovské pánve

Oxid	% hm.
Oxid křemičitý	38,75
Oxid hlinitý	22,60
Oxid železitý	9,38
Oxid titaničitý	3,15
Oxid vápenatý	3,14
Oxid hořečnatý	2,16
Oxid draselný	2,00
Oxid sírový	0,51
Oxid sodný	0,35

**Tabulka 2** Základní parametry cyprisového jílu

Parametr	% hm.
$W^r$	11,70
$A^r$	62,40

r - původní vzorek, W - voda, A - popel

**Tabulka 3** Elementární složení

Prvek	% hm.
$C^r$	14,80
$H^r$	2,10
$N^r$	0,56
$S^r_{\text{spal}}$	0,31

C - celkový obsah uhlíku, tzn. organického i anorganického, H - celkový obsah vodíku, tzn. organického i anorganického (voda),  $S_{\text{spal}}$  - celkový obsah spalitelné síry obsažené v organické i anorganické formě (např. pyrit).

**Tabulka 4** Nízkoteplotní karbonizační zkouška

Parametr	% hm.
T	11,10
K	25,50
Wd	2,70
Wk	14,40
F	70,80
G	3,70

Množství jednotlivých podílů získaných nízkoteplotní karbonizační zkouškou uvedených v tabulce 4 bylo vypočteno podle vztahů:

$$T = k - W_k$$

$$W_d = W_k - W,$$

$$G = 100 - (T + W_k + F),$$

kde T je obsah dehtu v analyzovaném vzorku jílu (%), k - kondenzát (voda + dehet) (%),  $W_d$  - obsah vody vzniklý pyrolýzou,  $W_k$  - celková karbonizační voda (%), W - obsah vody v analyzovaném jílu, (%), G - plyn a ztráty (%), F - pyrolyzní zbytek (%).

Sedimentačně oddělená olejová vrstva byla analyzována pomocí sériového zapojení plynového chromatografu a hmotnostního spektrometru (GC-MS), před kterou byla nejdříve rektifikována na vpichové koloně za refluxního poměru 3:1. Odebírány byly frakce vroucí do 1000 °C a od 100 do 300 °C. Výsledky rektifikace jsou uvedeny v tabulce 5.

Z chemické podstaty sledovaných substancí je zřejmé, že látky rozpuštěné v oddělené vodě nebudou touto analýzou podchyceny. Mezi těmito substancemi lze očekávat fenoly, pyridiny, aniliny, chinoliny, ketony, mastné kyseliny, atd.

**Tabulka 5** Rektifikace olejového podílu

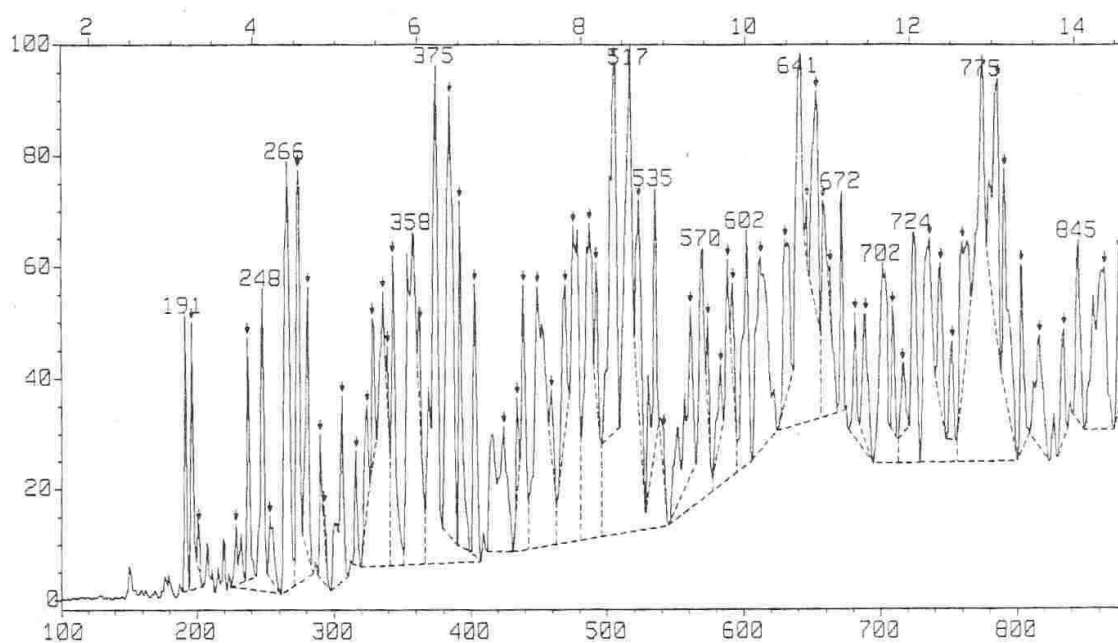
Frakce	% hm.
do 100 °C	17,9
100 – 300 °C	13,2
destilační zbytek	63,0
Ztráty	5,9

#### 4.2 Analýza frakcí

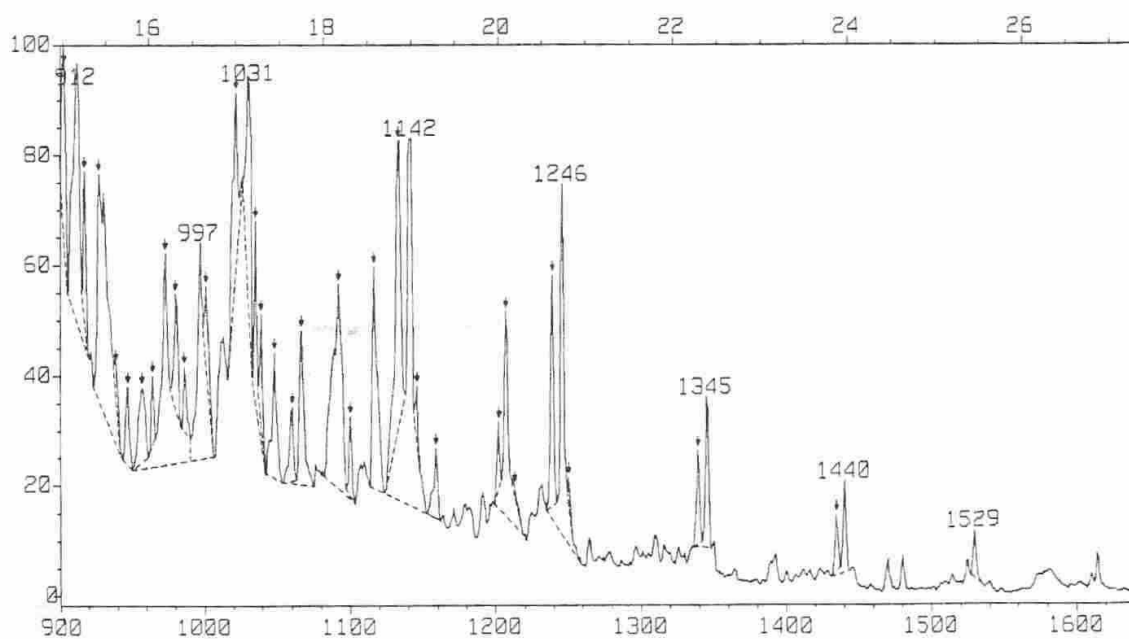
Při plynově-chromatografické separaci frakcí byla použita křemenná kapilární kolona fy. Supelco SPB – 1, délky 40 m a vnitřním průměr 0,32 mm. Nosným plynem bylo helium, teplota nástřikové komůrky byla 280 °C, teplota separace byla 80-280 °C s lineárním nárůstem 3 °C/min.

Výstup z plynově chromatografické kolony byl zaveden přímo do iontového zdroje hmotnostního spektrometru Jeol DX 303/DA 5000, který pracoval při tlaku  $1.10^{-4}$  Pa, teplotě 250 °C, proudem ionizujících elektronů 300 mA a energii 70 eV. TI (total ion) chromatogramy na obrázcích 2 a 3 představují rekonstruovaný celkový iontový proud hmotnostního spektrometru. Na ose x obrázků jsou pořadová čísla zaznamenaných spekter jako jednotlivé SCANY.

Kvalitativní rozbor sledovaných substancí byl proveden porovnáním hmotnostních spekter látek tvořících jednotlivé plynově-chromatografické vlny s údaji standardních látek uvedených v dostupných knihovnách. V řadě případů byly k identifikaci použity i plynově-chromatografické retenční konstanty [16-18]. Kvantitativní data identifikovaných látek sestavená v tabulkách 6 a 7 byla získána vyhodnocením ploch plynově chromatografických vln.



**Obrázek 2:** TI chromatogram frakce vroucí do 100 °C – část 1



**Obrázek 3:** TI chromatogram frakce vroucí do 100 °C – část 2

**Tabulka 6** Látky identifikované ve frakci vroucí do 100 °C

SCAN	Identifikovaná látka	% hm.	SCAN	Identifikovaná látka	% hm.
191	1-hexen	0,36	681	rozvětvený undekan	0,32
196	n-hexan	0,42	689	1-methyl-4-(1-methylethyl) cyklohexan	0,38
201	3-methyl-1-penten	0,07	702	C3benzen	0,97
228	1-methyl-1,3-cyklopentadien	0,18	709	n-butylcyklohexan	0,23
237	hexadien	0,52	724	indan	1,07
248	benzen	1,28	736	inden + alkan	0,92
253	rozvětvený heptan	0,18	744	C4benzen	0,66
266	1-hepten	1,31	760	3- + 4-methylfenol	0,62
276	n-heptan	1,11	775	1-undecen	3,45
281	2-hepten	0,52	786	n-undekan	1,45
290	hepten	0,32	791	methylcyklodekan	1,27
293	2-methyl-2,4-hexadien	0,03	803	1-n-propyl-1-n-hexylethylen	0,38
306	hepten	0,53	816	C4benzen	0,47
316	ethylcyklopentan	0,18	834	C4benzen	0,29
324	cyklopentadien	0,22	845	undecen	0,46
328	pyridin	0,23	864	alkan + derivát styrenu	1,20
336	3-methyl-2,4-hexadien	2,21	875	pentylbenzen	0,79
339	1-ethylcyklopenten	0,05	891	C5benzen	0,08
343	2-methylheptan	0,85	903	1-dodecen	0,73
358	toluen	2,05	912	n-dodekan	2,04
363	methylthiofen	0,13	917	rozvětvený dodecen	0,43
375	okten	2,67	939	dimethylindan	0,11
385	rozvětvený alkan	1,63	947	dimethylindan	0,33
392	okten	0,70	957	terpen	0,56
403	dimethylhexadien	0,57	964	terpen	0,20
424	1,2-dimethylcyklohexan	0,94	973	terpen	0,47
434	okten	0,14	980	seskviterpen	0,50
439	dimethylhexen	0,92	986	tridekan	0,23
449	nonen	1,88	997	tetradekan	1,52
459	2,3,5-trimethylhexan	0,10	1001	1-fenylhexan	0,33
469	trimethylcyklohexen	0,38	1022	1-tridecen	1,15
475	methylpyridin	2,34	1031	n-tridekan	1,05
487	xylen	1,86	1035	tridecen	0,61
492	cyklodecen	0,23	1039	tetradecen	0,28
505	1-nonen	3,49	1048	tridecen	0,70
517	3-ethyl-3-methylhexan	3,50	1067	1 + 2-methylnaftalen	1,23
523	dylen	0,55	1092	alken	2,13
535	decen	0,66	1116	pentadekan	1,26
541	1,4-dimethylcyklohexen	0,07	1133	1-tetradecen	3,68
561	rozvětvený dekan	0,83	1142	n-tetradekan	3,72
570	butylcyklopentan	2,00	1146	tetradecen	0,14
583	3,4-dimethyl-1-okten	0,19	1159	tetradecen	0,34
588	2-methyl-propylidencyklopentan	1,16	1202	alkan	0,20

592	decen	0,15	1207	hexadekan	1,50
602	C3benzen	0,80	1239	1-pentadecen	1,10
612	C3benzen	1,24	1246	n-pentadekan	2,30
641	1-decen	2,58	1339	1-hexadecen	0,34
653	n-dekan	1,28	1345	n-hexadekan	0,93
658	dekanol	0,93	1434	1-heptadecen	0,19
663	C3benzen	0,04	1440	n-heptadekan	0,55
672	alkan	0,38	1529	n-oktadekan	0,18

**Tabulka 7** Látky identifikované ve frakci s b.v. 100 - 300 °C

SCAN	Identifikovaná látka	% hm.	SCAN	Identifikovaná látka	% hm.
191	1-hexen	0,08	1147	n-tetradekan	4,87
196	n-hexan	0,16	1151	tetradecen	0,12
266	1-hepten	0,14	1164	1-butyl-2-pentylcyklopentan	0,41
276	n-heptan	0,33	1185	1- + 2-ethylnaftalen	0,12
345	rozvětvený oktan	0,09	1196	dimethylnaftalen	0,27
358	toluen	0,16	1207	alkan	0,45
376	1-okten	0,12	1213	alkan + dimehylnaftalen	2,55
386	n-oktan	0,28	1236	1-fenyloktan	0,16
489	xylen	0,12	1245	1-pentadecen	0,53
506	1-nonen	0,17	1253	n-pentadekan	6,01
516	n-nonan	0,36	1257	pentadecen	0,16
524	xylen	0,09	1270	pentadecen	0,32
629	fenol	0,87	1270	dimethylindol	0,07
641	1-decen	0,13	1283	terpen o M=206	0,42
652	n-dekan	0,30	1315	tetramethylindanon	1,08
661	C3benzen	0,22	1320	alkylcyklohexan	0,08
704	C3benzen	0,13	1332	rozvětvený alifatický keton	0,31
724	indan	0,09	1345	1-hexadecen	0,63
733	2-methylfenol	0,60	1352	n-hexadekan	4,92
761	3- + 4-methylfenol	1,37	1369	trimethylnaftalen	0,27
774	1-undecen	0,16	1384	trimethylindol	0,08
784	n-undekan	0,34	1397	rozvětvený alkan	0,98
845	C2fenol	0,22	1404	alken	0,23
863	C2fenol	1,47	1416	heptadecen	0,87
879	směs uhlovodíků	0,09	1420	alkylcyklohexan	0,10
887	C2fenol	3,99	1427	rozvětvený alifatický keton	1,07
902	1-dodecen	1,28	1439	1-heptadecen	0,63
911	n-dodekan	2,22	1446	n-heptadekan	3,56
977	dodecen	0,87	1451	alkan	0,31
924	dimethylindan	0,47	1462	heptadecen	0,14
928	směs uhlovodíků	0,62	1474	2-hexyl-1-okten	0,55
932	naftalen	1,04	1484	alken	0,85

939	dimethylindan	1,86	1518	alkanon	0,47
959	C5benzen	1,06	1523	1-oktadecen	0,03
975	dimethylcyklohexan	1,92	1528	n-oktadekan	0,33
982	seskviterpen	2,01	1543	rozvětvený alkan	0,24
988	alkan	0,05	1551	oktadecen	0,10
1003	terpen	1,88	1566	oktadekadien	0,19
1024	1-tridecen	3,57	1605	cyklohexylalkan	0,63
1033	n-tridekan	4,03	1613	1-nonadecen	0,19
1037	tridecen	0,18	1618	n-nonadekan	1,73
1042	trimethylcykloundekan	0,10	1634	nonadecen	0,08
1047	1,3-dimethylindan	0,05	1686	rozvětvený nonadekan	0,19
1051	tridecen	0,38	1698	n-C20	1,51
1069	1- + 2-methylnaftalen	0,81	1775	n-C21	0,70
1090	směs uhlovodíků	0,17	1848	n-C22	0,50
1095	tetradecen	1,37	1921	n-C23	0,23
1112	dimethylbenzaldehyd	0,26	2001	n-C24	0,11
1120	rozvětvený tridekan	1,54	2092	n-C25	0,10
1137	1-tetradecen	1,54			

#### 4.3 Destilační zbytek

U destilačního zbytku o elementárním složení – 85,18 % hm. C, 10,18 % hm. H, 1,55 % hm. N a 0,84 % hm. S, bylo pro jeho celkovou charakteristiku stanoveno jeho orientační skupinové složení prostřednictvím přímého vypařování do iontového zdroje hmotnostního spektrometru (safírový kelímek, teplota zdroje 200 °C), tlak 1,10 – 4 Pa, rychlost snímání hmotnostních spekter 1/sec, rozsah snímání spekter 0 - 700 m/z.)

Ze získaných záznamů vyplynulo, že v prvé minutě se vypařovaly zejména látky s molekulovou hmotností do 250 m/z, s významným maximem m/z = 210, kterou lze přisoudit olefinům/resp. cykloalkanům C<sub>15</sub>, resp. C<sub>4</sub>-acenaftenům nebo C<sub>4</sub>-bifenylym. Od cca 5 minut vypařování již m/z jednotlivých chemických individuí odpovídalo hmotnostem šesti- až osmijaderných uhlovodíků se dvěma až čtyřmi uhlíky v alkylsubstituentech. V oblasti 9 minut vypařování byly zaznamenány látky dosahující mol. hmotností až cca 630. Přítomnost látek s větší molekulovou hmotností již nebyla zaznamenána.

#### 5. Závěr

Nízkoteplotní karbonizační zkouškou cyprisového jílu s nejvýše zaznamenaným obsahem vodíku a uhlíku bylo získáno 10 % hm dehtu, přičemž 17 % hm. jej destilovalo do 100 °C a 12 % hm v teplotní rozmezí 100–300 °C. Nejvýše vroucí podíl analyzovaného dehtu představoval směs vysokomolekulárních látek o molekulových hmotnostech od 250 do 630.

V destilující olejové části dehtu bylo identifikováno přes 150 individuí, převážně parafínů a olefinů. Žádná z identifikovaných substancí neměla ekonomicky

zajímavou koncentraci. Nejvyšší koncentrace z identifikovaných látek u frakce vroucí do 100 °C byla prokázána u n-tetradekanu – 3,72 % hm., u frakce vroucí v rozmezí 100 – 300 °C to byl n-pentadekan s koncentrací 6,01 % hm.

Za významné zjištění lze označit mj. rozdíl v obsazích fenolů u sledovaného dehtu a u nízkoteplotního hnědouhelného dehtu získávaného např. z tlakového zplynění hnědého uhlí [18,19] u kterého sledovaný cyprisový jíl tvoří nadloží těžných uhelných vrstev.

#### Literatura

1. Konta J.: Jílové minerály Československa, ČSAV Praha, 1957, 319 s.
2. Němec F.: Klíč k určování nerostů a hornin, SPN Praha, 1967, 215 s.
3. Šucha V.: Ily v geologických procesoch, Bratislava, Acta Geologica Universitatis Comenianae, 2001, 160 s.
4. Konta J.: Keramické a sklářské hmoty, Univerzita Karlova, Praha 1982, 364 s.
5. Konta J.: Jíl a člověk: Jílové suroviny ve službách člověka, Univerzita Karlova, Praha 1994, 68 s.
6. Dudek A.; Fediuk F.; Palivcová M.: Petrografické tabulky, ČSAV Praha, 1962, s. 303.
7. Mineralogical database [on-line]. c [cit. 2003], <<http://webmineral.com/>>, staženo 22.11.2009.
8. Hejtman B.; Konta J.: Horninotvorné minerály, ČSAV Praha, 1959, 307 s.
9. Rojík P.: Praktické využití jílových surovin v Sokolovské hnědouhelné pánvi, Informátor 9, 1999, 18.

10. Buryan P., Maršák J., Krössl M.: Termické zpracování cyprisových jílů, Proceeding of the 3. International Conference, Ostrava 6.-7.4.2005.
11. Buryan P., Maršák J.: Expandace cyprisových jílů, Proceeding of the 3. International Conference, Ostrava 6.-7.4. 2005.
12. Ambrož V.: Chebská pánev – přehled geologie, Časopis pro mineralogii a geologii 3, (2) 178-190 (1958).
13. Weiss Z., Kužvart M.: Jílové minerály, Univerzita Karlova, Praha 2005, 281 s.
14. ISO ČSN 647: Stanovení výtěžku dehtu, vody, plynu a koksového zbytku při nízkoteplotní destilaci.
15. Buryan P., Maršák J., Skoblia S.: Expandace cyprisových jílů, Stavební obzor 18, (7) 213 (2009).
16. Buryan P., Macák J.: Investigation of composition of coal-tar phenols and xylenols by capillary chromatography, J. Chromatogr. 148, 1978, 203
17. Buryan P., Macák J.: Příspěvek ke chromatografickému dělení aromatických vícejaderných uhlovodíků, Čs. standardizace 4, (7) 282 (1979).
18. Buryan P., Macák J.: Fenoly v produktech pyrolýzy uhlí I, Chemické listy 69, 1977, 457.
19. Buryan P., Macák J.: Fenoly v produktech pyrolýzy uhlí II, Chemické listy 71, 1977, 829.

### Summary

Buryan.P.

VŠCHT Praha, Technická 5, Praha 6, 166 28

### *Liquid bitumen products of cypris clay*

*Cypris clay holds significant part of overburden lignite fracture Družba Sokolovská uhelná, Inc. (CZ). Its integral part is lignite pitch. Therefore during its pyrolysis tar originates. Its par that is boiling to the ture of 300<sup>0</sup>C is characterized in the following article.*

### Poděkování

Část práce vznikla za podpory MŠMT ČR v rámci projektu 604 613 7304.



