

Určující parametry běžně těžených hnědých uhlí vhodných pro výrobu kapalných paliv

Ing. Lukáš Anděl, Jaroslav Kusý, RNDr. Ing. Josef Valeš, Ing. Petr Svoboda, CSc.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most; andel@vuhu.cz

Přijato: 10. 10. 2017, recenzováno: 6. a 10. 11. 2017

Abstrakt

Práce popisuje účel mezinárodního projektu DIRPRIMCOAL a část jeho řešení, která se zabývá odběrem vzorků běžně těžených uhlí, analýzou jejich složení a stanovení hlavních parametrů uhlí, určujících jeho vhodnost pro proces přímého zkapařňování, který bude v rámci projektu navržen. Navržení procesu přímého zkapařňování, tj. podmínky, způsob, použití vhodných materiálů a využití katalyzátorů, je předmětem tohoto výzkumného úkolu.

Deciding parameters of commonly exploited brown coal deposits suitable for the production of liquid fuels

The paper describes the purpose of the international project DIRPRIMCOAL, and one part of its solution, which deals with the sampling, analysis of the composition of commonly mined coal and determination of main deciding parameters determining its suitability for direct liquefaction process, which should be proposed under the project. The subject of this research task is to design direct liquefaction process, the process conditions, the use of appropriate materials and the selection and use of appropriate catalysts.

Die bestimmenden Parameter der laufend abgebauten Braunkohlen, die für die Herstellung von flüssigen Brennstoffen geeignet sind

Die Arbeit beschreibt den Zweck des internationalen Projektes DIRPRIMCOAL und einen Teil dessen Lösung, der sich mit den Probenahmen laufend abgebauten Kohlen, der Analyse deren Zusammensetzung und der Bestimmung der Hauptparametern der Kohle beschäftigt, die maßgeblich für ihre Tauglichkeit zum Prozess direkter Verflüssigung sind. Im Rahmen des Projektes wird der Prozess entworfen. Der Entwurf des Prozesses direkter Verflüssigung, d.h. Bedingungen, Weise, Einsatz geeigneter Materialien und Verwendung von Katalysatoren, ist Gegenstand dieser Forschungsaufgabe.

Klíčová slova: uhlí, zkapařňování, vzorkování.

Keywords: coal, liquefaction, sampling.

1 Úvod

Předkládaná práce je součástí řešení mezinárodního projektu „Přímé zkapařňování uhlí pomocí inovativního přístupu metodou koprocusu s odpadními materiály a vedlejšími produkty výroby ropy.“ Projekt je spolufinancován z evropského Výzkumného fondu pro uhlí a ocel. Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. (VÚHU a.s.) se na něm podílí společně s výzkumnými organizacemi a podniky z Velké Británie, Řecka, Španělska a Portugalska.

Cílem projektu je získání informací o zdrojích a vlastnostech vstupních materiálů a vývoj technologie, která umožní zpracování uhelné hmoty nižší kvality a uhlí s vyšším obsahem vodíku s co nejvyšší výtěžností organické kapalně fáze. Kromě základního vstupního materiálu - uhlí - bude zkoumána možnost využití širokého spektra využitelných odpadů jako jsou plasty, různé typy biomasy, použité pneumatiky i vedlejší produkty ze zpracování ropy. Pro tyto materiály bude zkoumána možnost jejich přímého zkapařňování s ohledem na optimalizaci podmínek – vstupního tlaku, teploty, vzájemných poměrů, využití katalyzátorů apod. Vzniklé kapalně produkty pak budou zpracovávány v existujících rafinérských zařízeních samostatně, nebo ve směsi s kapalnými produkty ze zpracování ropy.

Rozhodujícím krokem řešení první části výzkumného úkolu byla identifikace kvalitativních parametrů uhelné hmoty. Získání těchto znalostí je zásadní a nutné s přihlédnutím k dalšímu kroku technologického zpracování uhlí přímým zkapařňováním. Potřebné informace o variabilitě vývoje kvalitativní skladby uhelné hmoty ve vertikálním a plošném vývoji těžených hnědouhelných vrstev byly získány odběrem uhelných vzorků z těžebních řezů tak, aby analytické výsledky získané z dílčích, bodově odebraných vzorků umožnily vytvořit co nejněvňší představu o kvalitativním složení a jeho krajních mezích.

2 Odběry vzorků těžených uhlí

Pro účel řešení požádal spoluřešitel projektu - VÚHU a.s. - dolové společnosti zajišťující průmyslovou těžbu hnědých uhlí v České republice o spolupráci a poskytnutí uhelných vzorků dle potřeb a požadavků řešitele na jejich kvalitu, tzn. obsah podílů dehtů a bitumenů v uhelné hmotě. Vzorky byly odebrány na lokalitách - Severočeské doly a.s. - Doly Nástup Tušimice a Doly Bílina, dále Vršanská uhelná a.s. a Severní energetická a.s., podnikající v mostecké pánvi, a Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., která podniká v sokolovské pánvi. Praktický odběr vzorků byl zajištěn zodpovědnými pracovníky příslušných odborných útvarů těžebních společností.

Z každé porubní fronty činné lokality (povrchového lomu) bylo odebráno pět dílčích vzorků kvalitativně charakterizujících danou lokalitu. Hmotnost každého dílčího vzorku činila cca 30 kg. Počet a hmotnost odebraných vzorků byly dány požadovaným rozsahem analytického stanovení kvalitativních parametrů a finančními možnostmi projektu. Odebrané vzorky byly homogenizovány a upraveny tak, aby vyhovovaly účelům a normovaným podmínkám testování v analytických a technologických laboratořích VÚHU a.s.

Vedle hnědouhelných vzorků byl zpracován a analyticky hodnocen i srovnávací vzorek kvalitativně specifického černého uhlí z lokality Svalbard Coal (Perhydrous coal) Špicberky, který byl k provedení testovacích prací dodán spolupracovníky z Velké Británie v množství cca 3 kg. Toto uhlí bylo v předchozích experimentech prováděných na univerzitě v Nottinghamu vyhodnoceno jako vhodné pro proces přímého zkapařování.

2.1 Popis odběrů vzorků z jednotlivých těžebních lokalit a jejich specifikace

Odběry uhelných vzorků na vzorkovaných lokalitách byly provedeny v období 09 až 10/2016 v závislosti na klimatických podmínkách a místních možnostech. Samotný odběr vzorků byl prováděn technikou kopaných sond nebo jako strojní odběry ze stěn uhelných řezů. U odběrových míst byla provedena jejich dokumentace, včetně polohopisu. Ukázky dokumentující odběry vzorků jsou na obrázcích č. 1, 2, 3 a 4.

Vzorky byly dodány ve dvojitéch igelitových pytlích (minimalizace ztráty vlhkosti) v zrnitostním rozsahu 0-200 mm.

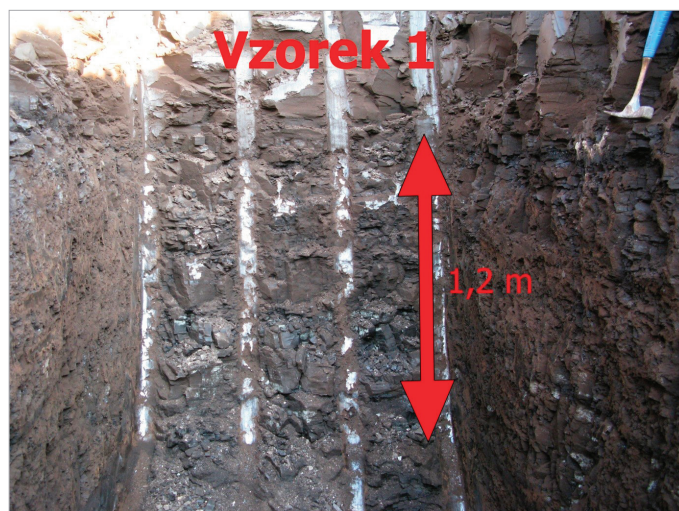
2.2 Severočeské doly a.s.

A - Lokalita Doly Nástup Tušimice

Vzorkovány byly kvalitativně vhodnější polohy první, druhé a třetí uhelné lávky hlavní hnědouhelné sloje (bez jílovitých proplástků) lokality Libouš II, sever DNT. Mocnost vzorkovaných vrstev se pohybovala v rozmezí 1,2 až 2,0 m, hmotnost vzorku cca 30 kg.

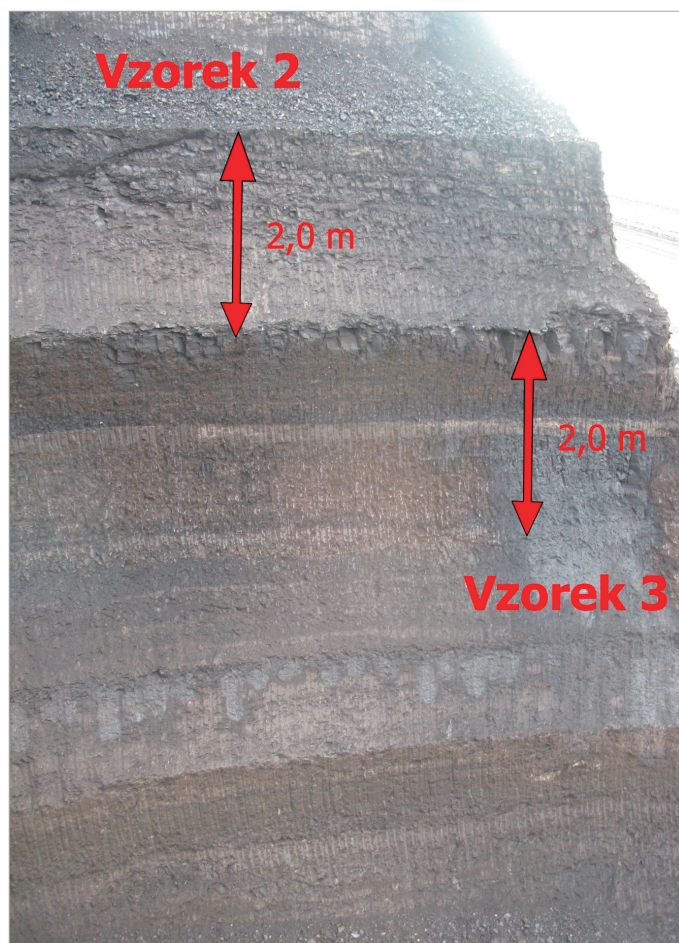


Obr. 1: Dokumentace odběru vzorku z kopané sondy, lokalita DNT, vz. DT-1.



Obr. 2: Detailní vyznačení polohy odběru vzorku kopané sondy 1 DNT, vz. DT-1.

- Vzorek 1, DT-1 - uhlí XD s povlaky FeS_2 , vrstva 320 GM DNT, kopaná sonda.
- Vzorek 2, DT-2 - uhlí XD s povlaky FeS_2 , vrstva 535 GM DNT, strojní odběr ze stěny.
- Vzorek 3, DT-3 - uhlí XD s povlaky FeS_2 , vrstva 535 GM DNT, strojní odběr ze stěny řezu.



Obr. 3: Dokumentace odběrů vzorků 2 a 3 na DNT, vz. DT-2 a DT-3.



Obr. 4: Dokumentace strojních odběrů vzorků 4 a 5 na DNT, vz. DT-4 a DT-5.

- Vzorek 4, DT-4 - uhlí XD s povlaky FeS_2 , vrstva 735 GM DNT, strojní odběr ze stěny řezu.
- Vzorek 5, DT-5 - uhlí XD s povlaky FeS_2 , vrstva 740 GM DNT, strojní odběr ze stěny řezu.

B - Lokalita Dolý Bílina

- Vzorek 1, DB-1 - uhlí, střední lávka, řez K68, těsně pod třetinovým proplástkem.
- Vzorek 2, DB-2 - uhlí, střední lávka, řez K102.
- Vzorek 3, DB-3 - uhlí, báze střední lávky, řez 102.
- Vzorek 4, DB-4 - uhlí, střední lávka, řez K68, nad třetinovým proplástkem.
- Vzorek 5, DB-5 - uhlí, střední lávka, vrstva T3, řez K83.

2.3 Vršanská uhelná a.s.

- Vzorek 1, VU-1 - uhlí, II. lávka, K-07.
- Vzorek 2, VU-2 - uhlí, I. a II. lávka, K-96.
- Vzorek 3, VU-3 - uhlí IV. lávka, K-96.
- Vzorek 4, VU-4 - uhlí I. lávka, K-107.
- Vzorek 5, VU-5 - uhlí, IV. lávka, K-96.

2.4 Severní energetická a.s.

- Vzorek 1, SE-1 - uhlí, 1. lávka, K-86.
- Vzorek 2, SE-2 - uhlí, 2. lávka, K-86.
- Vzorek 3, SE-3 - uhlí, 3. lávka, K-86.
- Vzorek 4, SE-4 - uhlí, 4. lávka, K-86.
- Vzorek 5, SE-5 - uhlí, 5. lávka, K-86.

2.5 Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.

- Vzorek 1, SU-1 - uhlí, Jiří, grassetská porucha.
- Vzorek 2, SU-2 - uhlí, Jiří, jižní lom, 1. řez, KUS 305.
- Vzorek 3, SU-3 - uhlí, Jiří, centrální část, 1. řez, KUS 355.
- Vzorek 4, SU-4 - uhlí, Jiří, centrální část, 2. řez, KUS 341.
- Vzorek 5, SU-5 - uhlí, Jiří, jižní lom, 3. řez, KUS 320.

3 Úprava vzorků pro experimentální a analytické práce

Odebrané uhelné vzorky byly v laboratořích homogenizovány, kvartovány, včetně úpravy jejich zrnitostní skladby v souladu s předepsanými (normovanými) technologickými a analytickými požadavky. Zmenšení velikosti zrn vzorků bylo prováděno dvoustupňovým drcením v laboratorních čelistových drtičích na konečnou zrnitostní třídu 0-10 mm. Z takto upravených vzorků byly v souladu s příslušnými normami ČSN - EN a předepsanými postupy stanoveny potřebné analyticko-technologické parametry uhelné hmoty nižší kvality s vyšším obsahem vodíku, jako možné surovinové základny pro studium a aplikace technologických procesů přímého zkalňování uhlí.

3.1 Odběr technologického vzorku

Po posouzení a vyhodnocení laboratorních analyticko-technologických parametrů kvality odebraných vzorků bylo rozhodnuto, že k účelům experimentálního testování bude jako nejvhodnější pro následné práce použít uhlí z lokality Severní energetická a.s. Pro zajištění dostatečného množství vsázko-vého materiálu shodné kvality k zajištění všech plánovaných experimentálních testů u řešitele i zahraničních spoluřešitelů bylo nutno odebrat dostatečné množství uhelné hmoty shodné kvality. Technologický vzorek s označením Z2085/16 byl odebrán z třetího uhelného řezu K-73 (SevEn X) o celkové hmotnosti cca 300 kg. Uhlenný vzorek byl upraven shodně (s výše popsány postupy) na konečnou zrnitostní třídu 0-10 mm.

4 Laboratorní analytické práce

V rámci řešení projektu bylo rozhodnuto, že všechna získaná hnědá uhlí budou podrobena co nejširšímu spektru analýz, které přinesou maximální množství informací o kvalitativních ukazatelích jednotlivých vzorků uhlí.

Celý rozsah tedy zahrnuje základní technologické parametry jako je obsah vody, popela a prchavé hořlaviny, spalné teplo a výhřevnost, elementární složení uhlí, obsah chloru a fluoru, obsah vybraných kovů, chemické složení popela, tavitelnost popela a též nízkoteplotní laboratorní destilační zkoušku (nízkoteplotní karbonizaci).

Srovnáním výsledků jednotlivých analýz a jejich porovnáním s výsledky referenčního vzorku uhlí Svalbard byly jako určující parametry vybrány obsah vody¹, popela², prchavé hořlaviny³, elementární složení^{4,5} a výtěžky nízkoteplotní destilační zkoušky⁶, a to jak s přepočtem na sušinu, tak v obsahu přepočteném na hořlavinu (daf). Tyto výsledky vybraných parametrů jsou zahrnuty v následujících tabulkách. Pro analýzy vody, popela a prchavé hořlaviny byl použit analyzátor TGA od firmy Navas Instruments, pro analýzu elementárního složení byl použit přístroj Vario EL Cube od firmy Elementar.

V tabulkách 1-6 jsou uvedeny tyto vybrané parametry pro každé analyzované uhlí.

Na základě srovnání získaných výsledků analýz a jejich porovnání bylo vybráno pro další experimentální práce uhlí označené SevEn X, uvedené v tab. 6.

Tab. 1: Vybrané parametry vzorků uhlí, Vršanská uhelná a.s.

Parametr	Vzorek	VU-1	VU-2	VU-3	VU-4	VU-5
W_t^r	% hm.	23,74	27,96	25,24	23,60	20,80
A^d	% hm.	53,75	24,36	40,05	44,60	25,33
V^d	% hm.	28,63	42,35	34,56	32,69	41,35
S_t^d	% hm.	0,60	1,05	0,75	0,65	1,04
C^d	% hm.	29,01	52,58	40,38	36,88	51,44
H^d	% hm.	3,36	5,11	4,28	4,01	5,02
N^d	% hm.	0,44	0,86	0,63	0,54	0,82
O^d	% hm.	12,84	16,04	13,91	13,32	16,35
O^{daf}	% hm.	27,77	21,20	23,20	24,05	21,90
C^{daf}	% hm.	62,72	69,51	67,36	66,57	68,89
H^{daf}	% hm.	7,26	6,76	7,14	7,24	6,72
N^{daf}	% hm.	0,95	1,14	1,05	0,97	1,10
S^{daf}	% hm.	1,30	1,39	1,25	1,17	1,39
T_{SK}^d	% hm.	6,70	12,31	10,46	8,51	11,22
S_{SK}^d	% hm.	72,24	60,03	63,68	70,97	63,15
W_{SK}^d	% hm.	15,65	19,74	20,45	16,23	18,04
G_{SK}^d	% hm.	5,41	7,92	5,41	4,29	7,59
C^{daf}/H^{daf}		8,64	10,28	9,43	9,19	10,25

Tab. 2: Vybrané parametry vzorků uhlí, Severočeské doly a.s., lokalita Doly Nástup, Tušimice.

Parametr	Vzorek	DT-1	DT-2	DT-3	DT-4	DT-5
W_t^r	% hm.	34,78	34,94	37,74	34,77	33,77
A^d	% hm.	13,20	18,89	14,83	25,03	30,92
V^d	% hm.	48,09	45,70	44,24	37,07	34,73
S_t^d	% hm.	3,68	3,10	2,73	3,45	4,18
C^d	% hm.	58,90	54,99	57,30	49,49	44,20
H^d	% hm.	5,48	5,28	5,15	4,58	4,23
N^d	% hm.	1,12	1,13	1,21	0,94	0,88
O^d	% hm.	17,62	16,61	18,77	16,52	15,60
O^{daf}	% hm.	20,30	20,48	22,04	22,03	22,58
C^{daf}	% hm.	67,86	67,80	67,28	66,01	63,98
H^{daf}	% hm.	6,31	6,51	6,05	6,11	6,12
N^{daf}	% hm.	1,29	1,39	1,42	1,25	1,27
S^{daf}	% hm.	4,24	3,82	3,21	4,60	6,05
T_{SK}^d	% hm.	16,10	15,98	12,33	9,62	8,73
S_{SK}^d	% hm.	64,05	65,86	68,51	74,10	75,58
W_{SK}^d	% hm.	10,33	9,18	9,85	9,21	8,13
G_{SK}^d	% hm.	9,52	8,98	9,31	7,07	7,56
C^{daf}/H^{daf}		10,75	10,41	11,12	10,80	10,45

Tab. 3: Vybrané parametry vzorků uhlí, Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.

Parametr	Vzorek	SU-1	SU-2	SU-3	SU-4	SU-5
W_t^r	% hm.	37,15	19,28	40,08	32,99	32,06
A^d	% hm.	7,54	22,75	8,34	26,61	31,63
V^d	% hm.	52,34	42,29	48,04	39,28	37,46
S_t^d	% hm.	0,53	0,66	0,42	0,65	2,68
C^d	% hm.	69,05	56,07	67,79	53,11	47,50
H^d	% hm.	5,90	4,95	5,60	4,61	4,25
N^d	% hm.	1,29	0,80	1,25	0,75	0,62
O^d	% hm.	15,69	14,77	16,60	14,27	13,32
O^{daf}	% hm.	16,97	19,12	18,11	19,44	19,48
C^{daf}	% hm.	74,68	72,58	73,96	72,37	69,47
H^{daf}	% hm.	6,38	6,41	6,11	6,28	6,22
N^{daf}	% hm.	1,40	1,04	1,36	1,02	0,91
S^{daf}	% hm.	0,57	0,85	0,46	0,89	3,92
T_{SK}^d	% hm.	20,93	16,65	15,68	14,53	12,79
S_{SK}^d	% hm.	62,48	70,39	66,17	72,70	73,61
W_{SK}^d	% hm.	8,52	7,88	9,57	7,75	6,11
G_{SK}^d	% hm.	8,07	5,08	5,58	5,02	7,49
C^{daf}/H^{daf}		11,71	11,32	12,10	11,52	11,17

Tab. 4: Vybrané parametry vzorků uhlí, Severočeské doly a.s., lokalita Doly Bílina.

Parametr	Vzorek	DB-1	DB-2	DB-3	DB-4	DB-5
W_t^r	% hm.	27,68	26,82	22,04	16,57	22,83
A^d	% hm.	17,60	17,65	9,80	24,28	36,70
V^d	% hm.	43,25	43,13	46,87	42,01	34,03
S_t^d	% hm.	1,60	2,05	0,81	2,04	0,71
C^d	% hm.	59,46	57,66	66,63	49,67	43,67
H^d	% hm.	5,20	4,99	5,62	4,70	4,25
N^d	% hm.	1,01	1,05	0,83	1,05	0,53
O^d	% hm.	15,13	16,59	16,31	18,26	14,14
O^{daf}	% hm.	18,36	20,15	18,08	24,11	22,34
C^{daf}	% hm.	72,16	70,02	73,87	65,60	68,99
H^{daf}	% hm.	6,31	6,06	6,23	6,21	6,71
N^{daf}	% hm.	1,23	1,28	0,92	1,39	0,84
S^{daf}	% hm.	1,94	2,49	0,90	2,69	1,12
T_{SK}^d	% hm.	14,43	12,79	16,64	10,84	11,68
S_{SK}^d	% hm.	69,2	69,81	65,68	70,56	75,28
W_{SK}^d	% hm.	9,22	9,34	9,47	9,19	7,28
G_{SK}^d	% hm.	7,15	8,06	8,21	9,41	5,76
C^{daf}/H^{daf}		11,44	11,55	11,86	10,56	10,28

Tab. 5: Vybrané parametry vzorků uhlí, Severní energetická a.s.

Parametr	Vzorek	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5
W_t^r	% hm.	27,14	27,62	28,61	32,62	27,57
A^d	% hm.	25,44	30,92	7,77	4,22	4,33
V^d	% hm.	39,96	36,08	52,5	48,06	56,93
S_t^d	% hm.	1,49	1,28	1,49	1,62	1,55
C^d	% hm.	54,93	51,21	69,04	70,21	71,89
H^d	% hm.	4,85	4,53	6,03	5,60	6,21
N^d	% hm.	1,09	1,03	1,20	1,05	0,98
O^d	% hm.	12,21	11,03	14,46	17,30	15,05
O^{daf}	% hm.	16,37	15,97	15,68	18,06	15,73
C^{daf}	% hm.	73,67	74,13	74,86	73,30	75,14
H^{daf}	% hm.	6,50	6,56	6,54	5,85	6,49
N^{daf}	% hm.	1,46	1,49	1,30	1,10	1,02
S^{daf}	% hm.	2,00	1,85	1,62	1,69	1,62
T_{SK}^d	% hm.	15,65	13,38	21,06	16,25	22,44
G_{SK}^d	% hm.	71,07	74,68	62,16	66,52	60,18
W_{SK}^d	% hm.	6,28	6,87	8,34	9,66	8,72
G_{SK}^d	% hm.	7,00	5,07	8,44	7,57	8,66
C^{daf}/H^{daf}		11,33	11,30	11,45	12,53	11,58

Tab. 6: Vybrané parametry vzorků uhlí, srovnání vybraného uhlí s uhlím ze Špicberk.

Parametr	Vzorek	Svalbard	SevEn X
W_t^r	% hm.	3,98	23,81
A^d	% hm.	7,66	4,90
V^d	% hm.	37,32	55,95
S_t^d	% hm.	0,65	1,07
C^d	% hm.	77,72	71,44
H^d	% hm.	5,81	6,25
N^d	% hm.	1,64	0,90
O^d	% hm.	6,52	15,43
O^{daf}	% hm.	7,06	16,23
C^{daf}	% hm.	84,17	75,12
H^{daf}	% hm.	6,29	6,57
N^{daf}	% hm.	1,78	0,95
S^{daf}	% hm.	0,70	1,13
T_{SK}^d	% hm.	18,24	23,36
G_{SK}^d	% hm.	72,97	60,44
W_{SK}^d	% hm.	2,03	7,09
G_{SK}^d	% hm.	6,76	9,11
C^{daf}/H^{daf}		13,38	11,43

5 Porovnání vybraných parametrů uhlí

Hlavním parametrem uhlí, který určuje vhodnost jeho využití pro zkapalňovací procesy, je obsah organických látek. Organické látky se v uhlí projevují jako součást výsledku prchavé hořlaviny (V^d) a jako výtěžek nízkoteplotní karbonizační zkoušky ve formě dehtu (T_{SK}^d) a plynu (G_{SK}^d). Zároveň je žádoucí, aby ve vzorku nebylo příliš velké množství popelovin (A^d) a celkové vody (W_t^r), neboť to by snižovalo výslednou výtěžnost při výrobě v reálných podmínkách a nepříznivě ovlivňovalo ekonomiku provozu. Pro přímé zkapalňování je též vhodný co nejvyšší obsah vodíku v organické hmotě, v tabulce vyjádřený poměrem C^{daf}/H^{daf} , kde nižší hodnoty indikují výhodnější obsah vodíku v poměru k uhlíku.

S ohledem na výše uvedené parametry uhlí ze Špicberk lze konstatovat, že toto uhlí se vyznačuje velmi nízkou hodnotou celkového obsahu vody ($W_t^r = 3,98$ % hm.) i popela ($A^d = 7,66$ % hm.). Obsah prchavé hořlaviny (asi V^d) je přes 37 % hm. Celková suma organických látek, vyjádřená sumou obsahu dehtu a plynu (T_{SK}^d a G_{SK}^d), činí cca 25 % hm. Vzájemný poměr uhlíku a vodíku v hmotnostních procentech v suchém a bezpopelnatém stavu, neboli v hořlavině (daf – dry, ash free), činí 13,38.

Uhlí z Vršanské uhelné a.s. vykazuje vysoké obsahy popela a nízké výtěžky organických látek ve formě prchavé hořlaviny a sumy obsahu dehtu a plynu z nízkoteplotní destilační zkoušky. Přesto vykazuje vhodnější poměr uhlíku a vodíku v hořlavině. Nicméně vzhledem k relativně nízkému obsahu organických látek je toto uhlí pro řešení projektu nevhodné.

Uhlí ze Severočeských dolů a.s. – Doly Nástup Tušimice vykazuje u vzorků DT-1 až DT-3 příznivé výsledky s ohledem na sledované parametry, nicméně poměr výtěžku dehtu a plynu z nízkoteplotní destilační zkoušky ukazuje relativně nízký výtěžek kapalných produktů.

Uhlí ze Sokolovské uhelné, právní nástupce, a.s., zvláště v poloze SU-1, vykazuje příznivé hodnoty sledovaných parametrů, obzvláště nízký obsah popela a vysoký obsah kapalných produktů nízkoteplotní destilační zkoušky.

Uhlí ze Severočeských dolů a.s., Doly Bílina vykazuje u vzorku DB-3 vhodné výsledky sledovaných parametrů, zvláště nízký obsah popela a vysoký výtěžek plynu a organické kapaliny z nízkoteplotní destilační zkoušky.

Uhlí ze Severní energetické a.s. vykazuje ve sledovaných parametrech velmi příznivé výsledky u vzorků SE-3, SE-4 a SE-5 s ohledem na nízký obsah popela a vysoký obsah prchavé hořlaviny. Srovnání výsledků výtěžnosti nízkoteplotní destilační zkoušky ukazuje vysoké hodnoty výtěžku dehtu u vzorků SE-3 a SE-5. Vzhledem k těmto výsledkům a též s ohledem na ostatní výsledky analýz bylo jako nejvhodnější vybráno uhlí označené SE-5. Tohoto vzorku bylo pak po dohodě s pracovníky Severní energetické a.s. odebráno cca 300 kg pro další experimenty v rámci řešení projektu.

6 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo zmapovat kvalitativní parametry hnědých uhlí těžených v České republice. Ve spolupráci se všemi dolovými společnostmi byly v průběhu podzimu 2016

odebrány vzorky uhlí a provedeny jejich komplexní analýzy. Na základě vyhodnocení analýz a cílů řešeného mezinárodního projektu byly stanoveny určující parametry pro výběr uhlí vhodného pro přímé zkapalňování. Tyto určující parametry jsou přehledně uvedeny v této práci. Na základě jejich vyhodnocení pak proběhl výběr vhodného uhlí pro následující experimenty v rámci projektu.

Poděkování

Tato práce byla vypracována v rámci řešení projektu Výzkumného fondu pro uhlí a ocel - RFCS 709493 „Přímé zkapalňování uhlí pomocí inovativního přístupu metodou koprocessingu s odpadními materiály a vedlejšími produkty výroby ropy.“

Autoři děkují společností Severní energetická a.s., Severočeské doly a.s., Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. a Vršanská uhelná a.s. za spolupráci při odběru vzorků uhlí pro tento projekt.

Literatura

- [1] ČSN 44 1377: Tuhá paliva. Stanovení obsahu vody
- [2] ČSN 44 1378: Tuhá paliva. Stanovení popela
- [3] ČSN ISO 5071-1: Hnědá uhlí a lignity - Stanovení prchavé hořlaviny v analytickém vzorku
- [4] ČSN ISO 609: Tuhá paliva. Stanovení uhlíku a vodíku – Vysokoteplotní spalovací metoda
- [5] ČSN ISO 351: Tuhá paliva. Stanovení obsahu veškeré síry – Vysokoteplotní spalovací metoda
- [6] ČSN ISO 647: Hnědá uhlí a lignity. Stanovení výtěžku dehtu, vody, plynu a koksového zbytku při nízkoteplotní destilaci

Použité zkratky a symboly

W_t^r - voda veškerá

A^d - popel v sušině

V^d - prchavá hořlavina sušině

S_t^d - celková síra v sušině

C_d - uhlík v sušině

H^d - vodík v sušině

N^d - dusík v sušině

O^d - kyslík v sušině

T_{SK}^d - dehet v sušině

$_{SK}^d$ - polokoks v sušině

G_{SK}^d - plyn v sušině

W_{SK}^d - pyrogenetická voda v sušině

Poznámka: Horní index ^{daf} označuje veličinu v hořlavině