



PODBANSKÉ 2018
SLOVAKIA

NOVÉ POZNATKY V OBLASTI VRTANIA, ŤAŽBY, DOPRAVY A USKLADŇOVANIA UHLŔOVODÍKOV
PODBANSKÉ 2018

ZBORNÍK KONFERENCIE
THE CONFERENCE PROCEEDINGS
NOVÉ POZNATKY V OBLASTI VRTANIA, ŤAŽBY, DOPRAVY
A USKLADŇOVANIA UHLŔOVODÍKOV
NEW KNOWLEDGE IN THE AREA OF DRILLING,
PRODUCTION, TRANSPORT AND STORAGE OF
HYDROCARBONS



Organizovanú pod patronátom Slovenského plynárenského a naftového zväzu
a Slovenskej banickej spoločnosti pri fakulte BERG
ORGANISED UNDER THE PATRONAGE OF SLOVAK GAS AND OIL
ASSOCIATION AND SLOVAK MINING SOCIETY



Huisman

12. - 14. november 2018 / NOVEMBER 12th – 14th, 2018
Grand Hotel Permon - Podbanské, Vysoké Tatry, Slovensko
Grand Hotel Permon, Podbanské, High Tatras, Slovakia

Organizátori konferencie / CONFERENCE IS ORGANISED BY:

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG,
Ústav zemských zdrojov
*/ TECHNICAL UNIVERSITY OF KOSICE, FACULTY BERG,
INSTITUTE OF EARTH RESOURCES*

Odborný garant konferencie / PROFESSIONAL GUARANTOR:

prof. Ing. Ján Pinka, CSc., F BERG, TU Košice, SR

Organizačný výbor / ORGANIZING COMMITTEE :

Predseda / CHAIRMAN : doc. Ing. Dušan Kudelas, PhD., F BERG, TU Košice, SR

Tajomník / SECRETARY: Ing. Marina Sidorová, PhD., F BERG, TU Košice, SR

Členovia / MEMBERS :

prof. Ing. Petr Bujok, CSc. VŠB TU Ostrava, ČR

prof. Dr. Ing. Andrzej Gonet, AGH Krakow, PL

prof. Dr. Ing. Stanislaw Rychlicki, AGH Krakow, PL

prof. Dr. Ing. Stanislaw Stryczek, AGH Krakow, PL

doc. Ing. Erika Škvareková, PhD., F BERG, TU Košice, SR

doc. Ing. Gabriel Wittenberger, PhD., F BERG, TU Košice, SR

Ing. Eliška Horniaková, PhD., F BERG, TU Košice, SR

doc. Ing. Ján Kizek, PhD., HF, TU Košice, SR

Medzinárodný programový výbor / INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE :

prof. Ing. Augustín Varga, CSc., HF, TU Košice, SR

prof. Dr. Ing. Rafal Wiśniowski, AGH Krakow, PL

prof. Dr. László Tihanyi, PETROLEUM ENGINEERING DEPARTMENT, UNIVERSITY of MISKOLC, HU

Príspevky boli recenzované a prešli jazykovou korektúrou.

Lektorovali: prof. Ing. Ján Pinka, CSc.

Ing. Marina Sidorová, PhD.

doc. Ing. Erika Škvareková, PhD.

doc. Ing. Gabriel Wittenberger, PhD.

Editor: prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Ing. Eliška Horniaková, PhD.

Vydanie: prvé

Vydavateľ: © TU v Košiciach, F BERG, Dekanát – Edičné stredisko / AMS

Náklad: 50 ks.

Rok: 2018

ISBN 978-80-553-2781-5



NOVÉ POZNATKY V OBLASTI VRTANIA, ŤAŽBY, DOPRAVY A USKLADŇOVANIA UHLOVODÍKOV
PODBANSKÉ 2018

OBSAH

Ehmaidat, K., K., M., Wittenberger, G. and Ehmaidat, A., K., M.: Finančný manažment a ekonomika ropného a plynárenského priemyslu	1
Ehmaidat, K., K., M., and Wittenberger, G.: Tranzit a preprava ropy a zemného plynu	7
Horniaková, E.: Korózia oceľového potrubia používaného na transport plynu a ropy	12
Horniaková, E.: Inhibícia biokorózie oceľových potrubí	18
Hrdlička, M., Dúbrava, P. a Svoboda, Z.: Zmáhání havárie náradí a utrženého drátu uvíznutých ve stupačkách s pomocí jednotky „slickline“ (Slickline Unit) a jednotky vinutých stupaček (Coil Tubing Unit)	22
Hudec, P.: Inštalácia pažnicovej záplaty na sonde G-17	29
Chmelko, V., Margetin, M., Garan, M.: Degradáčné mechanizmy materiálov potrubí plynu	33
Karch, L.: Optimalizácia a automatizácia systému prenosu v Eustream - Efektívne operácie - cesta ku konkurencieschopnosti	38
Kizek, J., Dzurňák, R., Varga, A. a Jablonský, G.: Emisie pri tavení hliníka	42
Košlik, P., Wilk, Z., Nikolczuk, K., Józwiak, P., Habera, L. a Hebda, K.: Optimalizačné testovanie tvaru náloží používaných pri perforačných prácach v ropnom priemysle matematickými metódami	46
Nováková, J. a Škvareková, E.: Zisťovanie znečistenia pôdy metódou röntgen fluorescenčnej spektrometrie	52
Pinka, J.: Súčasný stav a perspektívy ťažby zemného plynu na Slovensku a jej vplyv na životné prostredie	56
Pinka, J.: Ekologický a ekonomický vplyv tvorby parafínu na ťažobných zariadeniach pri ťažbe ropy a zemného plynu	62
Pinka, J.: Environmentálne aspekty pri ťažbe nerastných surovín	68
Pinka, J.: Likvidácia starých environmentálnych záťaží po ťažbe ropy a zemného plynu	73
Pinka, J.: Metódy a technické prostriedky používané pri odstraňovaní ropného znečistenia	82
Pinka, J.: Znečisťovanie vody a pôdy pri vyhľadávaní, ťažbe a pri preprave ropy a ropných produktov	89

Sidorová, M.: Použitie techniky a technológie vrtania veľmi hlbokých vrtov na ropu a zemný plyn	96
Sidorová, M.: Prehľad najhlbších a najdlhších vrtov vo svete	101
Surán, M. a Sidorová, M.: Klasifikácia a evidencia zdrojov a zásob uhľovodíkov	108
Škvareková, E.: Problematika dechtu pri podzemnom splyňovaní uhlia	113
Škvareková, E. a Nováková, J.: Zisťovanie organického znečistenia pôdy in situ	117
Šoltýs, M. a Vaszi, Z.: Spôsoby korekcie plynomerov po kalibrácii a ich pridružené rezíduá	122
Wittenberger, G.: Termické metódy rozpojovania hornín	129
Wittenberger, G., Pandula, B., Fehér, J., Čambál, J. a Zápach, J.: Vplyv technickej seizmicity na okolité prostredie tunela Diel	134
Zákopčan, M. a Hamršmidová, J.: Ropo-plynové ložisko Uhřice-Jih – 8 let po zahájení konverze na PZP	138

Škvareková, E. a Nováková, J.: Detection of organic soil contamination in situ	117
Šoltýs, M a Vaszi, Z.: Adjustment procedures for gas meters after calibration	122
Wittenberger, G.: Thermal methods of rock disintegration	129
Wittenberger, G, Pandula, B., Fehér, J., Čambál, J. a Zápach, J.: The Effects of technical seismicity on the surrounded environment of the tunnel Diel	134
Zákopčan, M. a Hamršídová, J.: Oil and Gas Field Uhřetice-Jih – 8 years after Start of UGS Conversion	138

PROBLEMATIKA DECHTU PRI PODZEMNOM SPLYŇOVANÍ UHLIA

Erika Škvareková¹

Trouble of tar in underground coal gasification

Abstract: *PSU technology is presented abroad as technology with less negative environmental impact than all previously used underground and surface mining technologies. The caution concerns contamination of underground coal gasification in situ, taking into account the amount of incinerated coal based on sampling after simulated gasification and chemical tar analysis. The question is which these tars will have an impact on groundwater and surface water. There are an area with activities in the mining and chemical industries for a long time.*

Key words: *underground coal gasification, tar*

Úvod

Splyňovanie je chemický proces premeny tuhých alebo kvapalných palív na plynné palivá, ktorý prebieha v splyňovačoch (generátoroch, reaktoroch). Pri splyňovaní uhlia dochádza pôsobením splyňovacieho média pri vysokých teplotách k rozkladu organickej hmoty. Výsledkom sú plynné produkty, dechty a tuhý zvyšok, ktorým je škvara alebo popol. Plynné produkty sa po vyčistení používajú na výrobu elektrickej energie alebo ako surovina na výrobu chemických produktov. Problematika dechtu je jeden z najzávažnejších problémov pri splyňovaní uhlia, pretože, je nežiadúci produkt, ktorý sťažuje použitie produkovaného plynu a zvyšuje náklady na prevádzku celého zariadenia. Decht predstavuje pestrú zmes organických látok.

Podzemné splyňovanie uhlia (PSU) je založené na rovnakom princípe ako klasické splyňovanie, ale miestom splyňovania je uhoľný sloj [1].

Podzemné splyňovanie uhlia

Zo svetových energetických zdrojov fosílnych palív je viazaných v uhlí 95,5 %.

Napriek veľkým svetovým uhoľným rezervám je možné súčasnými technológiami vytážiť len menšiu časť uhlia. Približne 85 % známych uhoľných rezerv tvoria tzv. neťažiteľné uhoľné zdroje, ktoré je podľa mnohých expertov možné sprístupniť použitím novej technológie podzemného splyňovania uhlia (PSU). Táto metóda je založená na podzemnom „horení“ uhlia priamo v ložisku.

Pri priemyselnom splyňovaní je potrebné vybudovať sústavu vrtov – minimálne jeden injekčný a jeden produkčný vrt a systém na čistenie a uskladňovanie vyrobeného plynu. Pomocou injekčného vrtu sa ložisko zapáli a vháňa sa doň splyňovacie médium. Vyprodukovaný plyn sa na povrch dostáva produkčným vrtom. Cieľom tohto procesu je vygenerovať z uhlia čo najviac plynu s maximálnou výhrevnosťou. K nadobudnutiu tohto cieľa vedie cesta založená na algoritmoch riadenia vstupných oksyličovadiel a odťahu vyprodukovaného plynu.

Proces je bezpečný a z ekonomického hľadiska efektívny, čo je jeho najväčšou výhodou.

Umožňuje pružne reagovať na trh s energiou, pretože premena hlavného produktu tzv. syngasu na elektrickú energiu je dnes realizovateľná bez väčších problémov. Ďalšie možnosti využitia syngasu sú

¹doc. Ing. Erika Škvareková, PhD., Technical university of Kosice, Faculty of BERG, Institute of Earth Resources, Letná 9/A, 042 00 Kosice, Slovakia

v priemysle a domácnostiach ako plynné palivo. Cieľom splyňovania uhlia je produkovať plyn - syngas s čo najväčšou výhrevnosťou [2].

Vznik dechtov pri podzemnom splyňovaní uhlia

Proces splyňovania, zahrievanie za neprístupu vzduchu prebieha nasledujúco. Pri teplotách okolo 100 °C a uvoľňuje časť vody (voľná) a absorbované plyny. Do 300 °C sa z hnedého uhlia uvoľňuje podstatná časť vody a určité množstvo plynov, hlavne oxidu uhličitého, čím sa uvoľňuje najmä kyslík, veľmi malé množstvo dusíka a oxidu uhľovitého. Ďalším ohrievaním v rozmedzí 300 – 350 °C pokračuje odštiepovanie viazanej vody a kyslíka a začínajú sa objavovať horľavé plyny (metán). Do tejto teploty sa uvoľňujú iba balastné nehorľavé látky. Nad 350 °C nastáva vlastný rozklad uhlíkatej zložky, začínajú sa uvoľňovať horľavé plyny, pary uhl'ovodíkov a dechty, ktoré sa tu vyskytujú v plynnej fáze. Najväčšiu produkciu pár uhl'ovodíkov a dechtov, ktoré po schladení dávajú kvapalnú frakciu, je možné získať pri teplote okolo 600 °C. Pri vysokých teplotách (1 000 °C) sa väčšina produktu uvoľňuje vo forme plynu a ich množstvo po prekročení teploty 800 °C rýchle klesá. Pokiaľ ide o pevný podiel, vzniká v súvislosti s uvoľňovaním plynu a pár pórovitý zbytok, ktorý pokiaľ teploty zahriatia neprekročili asi 600°C, sa označuje ako nízko teplotný koks (polokoks), pri zahriatí na teploty vyššie (až 1 000 °C a viac) ako koks. Vyššie teploty spôsobujú rozklad uhlia, ktorého výsledkom je plynný podiel a tuhý zbytok. Ochladením týchto plynov a pár vzniká kondenzát, ktorý sa skladá z uhl'ovodíkovej a vodnej frakcie. Ich chemický charakter je totožný s uhl'ovodíkovými frakciami ako u ropy: benzíny, motorová nafta, parafíny, ľahké a ťažké oleje i asfaltické hmoty. Ďalej sú to vodné frakcie, rozpustné zlúčeniny, ktoré vznikajú tepelným rozkladom uhlia. Je to predovšetkým čpavok, určité množstvo sírnych látok a široké spektrum organických zlúčenín typu fenolov, ketonov a ďalších polárnych látok [4].

Pre životné prostredie môžu byť nebezpečné aj **prechavé horľavé látky**, ktoré sa môžu vyskytnúť počas splyňovania uhlia a to sú: BTEX (benzén C₆H₆), toluén (C₇H₈), xylény, fenol (benzenol C₆H₅OH) [2].

V tabuľke 1 sú uvedené fyzikálnochemické parametre hnedého uhlia ťaženého na Slovensku [3].

Tab. 1. Charakteristické fyzikálno chemické parametre Slovenského hnedého uhlia [3].

Item	Fuel	Slovak brown coal		
Symbol		assorted	boiler	average
Elemental fraction in the fuel		[wt. %]		
C ^r	fraction of carbon	47.29	28.35	33.80
H ^r	fraction of hydrogen	3.62	2.49	2.86
O ^r	fraction of oxygen	14.36	12.42	13.52
N ^r	fraction of nitrogen	0.78	0.45	0.54
S ^r	fraction of combustible sulphur	1.37	1.76	1.78
Amount of combustibles "V^r" in the fuel		67.41	45.48	52.50
W ^r	total humidity	24.26	36.04	32.00
S _v (D _m)	total dry matter	75.74	63.96	68.00
A ^r	ash in the fuel	8.33	18.48	15.50
A ^d	ash in dry matter	11.00	28.90	22.80
S _t ^r	total S in the fuel	1.51	2.58	2.38
S _t ^d	total S in dry matter	1.99	4.04	3.50
Q _i ^r [MJ.kg ⁻¹]	fuel efficiency	15.27	10.76	12.04
Q ^{daf} [MJ.kg ⁻¹]	calorific value of combustible	22.65	23.66	22.93
Q _s ^r [MJ.kg ⁻¹]	calorific value of fuel	16.03	11.30	12.64

Tab. 2. Zloženie dechtu zo splyňovania uhlia [2].

experiment	1	2	Prahové hodnoty pre synteticky vyrábané znečisťujúce látky [7] [µg/l]
ukazovateľ	hodnota [µg/l]	hodnota [µg/l]	
NEL – IR	1 324 000	144 900	
TOC	2 824 000	22 656 000	
Benzén (BTEX)	3.80	393.90	0.75
o – xylén (BTEX)	3.00	41.00	312.5
m,p – xylén (BTEX)	4.75	76.20	
Toluen (BTEX)	3.20	199.90	437.5
Acenaftén (PAU)	3.08	1 022.19	
Acenaftylén (PAU)	2.36	3 766.27	
Antracén (PAU)	2.61	880.49	
Benzo(b)fluorantén (PAU)	0.00	29.67	
Benzo(a)antracén (PAU)	0.34	358.28	
Benzo(k)fluorantén (PAU)	0.00	15.64	
Benzo(g,h,i)perylén (PAU)	0.00	11.58	
Benzo(a)pyrén (PAU)	0.00	44.35	0.00625
Dibenzo(a,h)antracén (PAU)	0.00	5.48	
Fenatrén (PAU)	16.72	2 299.92	
Fluorantén (PAU)	3.20	1 036.90	
Fluorén (PAU)	4.92	1 162.52	
Chryzén (PAU)	0.38	363.43	
Indeno(1,2,3-c,d)pyrén (PAU)	0.00	20.83	
Naftalén (PAU)	1.77	2 894.26	
Pyrén (PAU)	2.26	660.04	
∑PAU	41.102	14 784	0.0625
Množstvo dechtu [liter]	21.8	10	

Analýza a diskusia

Počas experimentov splyňovania hnedého uhlia v generátore v laboratórnych podmienkach boli odobraté a analyzované vzorky dechtu v akreditovanom laboratóriu. V tabuľke č. 2 je uvedený chemický rozbor jednotlivých zložiek dechtu (31,8 l) z cca 650 kg z hnedého uhlia použitého v laboratóriu. Porovnané sú s prahovými hodnotami pre synteticky vyrábané znečisťujúce látky.

Uhoľná vsádzka pozostávala z uhlia, uhoľného prachu a gudronu (zostatková látka po destilácii ropy), ktorý spolu s uhoľným prachom slúžil na spojenie uhoľných kúskov do jedného monolitného sloja [9, 10].

Podľa tabuľky 2 decht tvoria prevažne polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU).

Polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU) sú organické zlúčeniny zložené z dvoch a viacerých aromatických kruhov, ktoré obsahujú len uhlík a vodík. Vznikajú pri tepelnom rozklade a nedokonalom spaľovaní koksu, čierneho a hnedého uhlia, asfaltu a nafty.

Niektoré PAU častice sa ľahko vyparujú do ovzdušia z pôdy alebo povrchovej vody. Väčšina PAU nie je rozpustná vo vode a viažu sa na pôdne častice a sedimenty na dne riek a jazier a následne kontaminujú podzemnú vodu. Ich obsah charakterizuje zaťaženie prostredia. Činnosťou mikroorganizmov sa PAU rozkladajú v pôdnej alebo vodnej zložke v priebehu niekoľkých týždňov až mesiacov. Akumulujú sa v telách rastlín a živočíchov, mnohé z nich sú toxické alebo majú mutagénne účinky.

Ide o látky, ktoré podliehajú monitorovaniu v rámci SR za účelom dodržiavania limitných

hodnôt znečistenia priemyselných odpadových vôd vypúšťaných do povrchových vôd s obsahom škodlivých látok. Odporúčané hodnoty pre povrchové vody je 1,0 g/l a hodnota pre vody určené na závlahy je 0,05 µg/l [7].

US EPA navrhla stanovovať 16 PAU, ktoré najviac kontaminujú pôdu a vodu, sú to: naftalén, acenaftylén, acenaftén, fluorén, fenatrén, antracén, fluorantén, pyrén, benzo(a)antracén, chryzén, benzo(b,k)fluorantén, benzo(a)pyrén, dibenzo(a,h)antracén, benzo(g,h,i)perylén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén [2, 11].

Pre životné prostredie môžu byť nebezpečné aj **prchavé horľavé látky**, ktoré sa môžu vyskytnúť počas splyňovania uhlia a to sú tzv.látky BTEX (benzén C₆H₆), toluén (C₇H₈), xylény, fenol (benzenol C₆ H₅ OH) [5].

Záver

Výraznejší pokrok vo vývoji technológie PSU nastal práve v posledných rokoch a súvisí s vývojom nových technológií, ako napríklad nové metódy vŕtania, dokonalejšie technológie úpravy produktov podzemného splyňovania, taktiež environmentálnejšie zmysľanie spoločností, ratifikácia Kjótskeho protokolu a s tým súvisiaca podpora čistých technológií v rámci programov EÚ a OSN [9].

V tabuľke 2 sú množstvá znečisťujúcich látok nachádzajúcich sa v odobratých vzorkách zmesi dechtu a vody, z rozboru akreditovaného laboratória (NEL IR, TOC, BTEX, PAU). Hodnoty znečisťujúcich látok sú tu porovnané s prahovými hodnotami pre synteticky vyrábané znečisťujúce látky .

Najvýraznejší vplyv má podzemné splyňovanie uhlia na podzemné vody. Prevádzka podzemného generátora môže narušiť anorganickú rovnováhu a celkovú mineralizáciu a tým aj tvrdosť podzemných vôd. Z prevádzky generátora sa do vody môžu dostať napr. sírovodík, oxid uhličitý a decht. Dôležitý je aj vplyv teploty podzemného generátora na okolité prostredie. Vzhľadom na vysoké teploty je zrejmé, že sa budú zahrievať tak okolité horniny ako aj podzemné vody [2].

Literatúra

- [1] Sasvari, T. et al. (2007). Possibility of obtaining energy of gas from coal deposits. Možnosti získavania energetického plynu z uhoľných ložísk. Kosice : ES TUFBERG.
- [2] Laciak, M. et al. (2012). Study of underground gasification in laboratory conditions. Štúdium podzemného splyňovania uhlia v laboratórnych podmienkach . Chemické listy. Vol. 106, no. 5. p. 384-391. www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_05_384-391.pdf
- [3] Škvareková, E., Kozáková E. (2012). Brown coal and lignite issues from the perspective of sustainable development in Slovakia. Mineral resources management. Vol. 28, no. 2 p. 31-42. <http://www.min-pan.krakow.pl/Wydawnictwa/GSM282/skvarekova-kozakova.pdf>
- [4] Zelenák, Š., Škvareková, E. (2012). Underground gasification of coal in mining area Cígeľ, geological and hydrogeological conditions. Podzemné splyňovanie uhlia v dobývacom priestore Bane Cígeľ, geologické a hydrogeologické podmienky. OZE 2012. Odpadové fórum 2012. Výsledky vedy, výzkumu a inovácií. 3. ročník odborné conference. Česká republika. Praha . České ekologické manažérske centrum, p. 1-10.
- [5] Škvareková, E., Kozáková E. (2011). Problems of the contamination from sedimentary rock environment PAH during underground coal gasification. SGEM 2011. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Conference proceedings. Volume 1. Bulgaria. Albena. Sofia. STEF92 Technology Ltd., 2011 p. 885-892
- [6] Laciak, M. et al. (2011). Underground coal gasification in laboratory conditions. In: SGEM 2011. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Conference Proceedings. Volume 3. Bulgaria. - Sofia : STEF92 Technology. p. 123-130.
- [7] Škvareková, E., Bakalár, T. (2011). Impact of gas extraction from coal deposits on the environment. SGEM 2011. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Conference proceedings. Volume 1. Bulgaria. Albena. Sofia. STEF92 Technology Ltd., 2011 p. 795-800
- [8] Zákon č. 282/2010, Z.z. nariadenie [vlády SR, ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd, Zbierky zákonov 2010 čiastka 110, str. 2328.](#)
- [9] Taušová, M. et al. (2007). Financial analysis, as a marketing tool in the process of raising awareness on renewable energy. Finančná analýza, ako marketingový nástroj v procese zvyšovania povedomia v oblasti obnoviteľných zdrojov energie. Acta Montanistica Slovaca. Roč. 12, mimoriadne č. 2 . S. 258-263. <http://actamont.tuke.sk/>
- [10] Kačur,J., Durdán, M. (2014). Methods for the separation of CO₂ from syngas in the UCG process . In: SGEM 2014. 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining . Conference proceedings . Volume 1 . Albena. Bulgaria. Sofia . STEF92 Technology Ltd., 2014
- [11] Bakalár, T. (2010). Geoecology. Geoekológia. ES Fakulty BERG

