

## Technológia čistenia a splyňovania uhlia: Ako to funguje?

Marina Sidorová<sup>1</sup> a Gabriel Wittenberger<sup>1</sup>

### Clean Coal and Gasification Technology: How it Works?

Gasification of coal is the oldest method for the production of hydrogen. Coal gasification is a process that converts coal from a solid to a gaseous state. The gas that is created is very similar to natural gas and can be used to produce chemicals, fertilizers, and/or the electric power [1]. Cleanest of all coal-based electric power technologies, gasification has significantly lower levels of air emissions (including volatile mercury), solid wastes, and wastewater.

Due to its high efficiencies, gasification also uses less coal to produce the same amount of energy, resulting in lower carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. Some scientists believe that CO<sub>2</sub> in the atmosphere contributes to a "greenhouse effect" that will lead to the global warming. Coal gasification has a proven technology for capturing CO<sub>2</sub> at a fraction of the cost required for coal combustion technologies.

**Key words:** coal preparation, gasification, removing pollutants, carbon capture and storage, IGCC

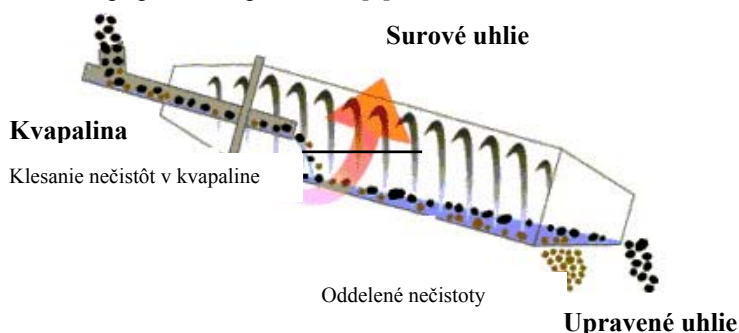
### Úvod

Využívanie fosílnych palív nepriaznivo ovplyvňuje životné prostredie, a preto sa kladie veľký dôraz na ekologizáciu ich využívania [5]. Uhlie je pri spaľovaní najškodlivejším palivom zo všetkých fosílnych palív. Existuje niekoľko technológií, ktoré prispievajú k zníženiu negatívneho vplyvu spaľovaného uhlia na životné prostredie. Technológia „prania“ uhlia (z angl. Clean Coal Technology - CCT) je nový proces výroby energie z uhlia, ktorý výrazne znižuje množstvo emisií a iných nežiaducich látok v porovnaní so staršími systémami spaľovania uhlia. Splyňovanie uhlia sa javí ako jedna z najčistejších ciest premeny energie obsiahnutej v uhlí na elektrinu, vodík a iné energetické formy.

### Technológia „prania“ uhlia

#### Príprava uhlia

Uhlie dodávané do tepelných elektrární obsahuje minerálne zložky, ktoré je potrebné pred ich spaľovaním odstrániť. Existuje niekoľko spôsobov na odstránenie nežiaducich látok a umožnenie efektívneho spaľovania uhlia. V procese čistenia uhlie sa podáva do valca s kvapalinou, ktorá má dostatočnú hustotu na to, aby uhlie v nej plávalo a nežiaduce látky klesali na dno a odstraňovali sa z palivovej zmesi (Obr. 1.). Po „praní“ uhlia nasleduje jeho drvenie a príprava na spaľovanie [3].



Obr.1 Úprava uhlia  
Fig.1. Coal cleaning

#### Splyňovanie

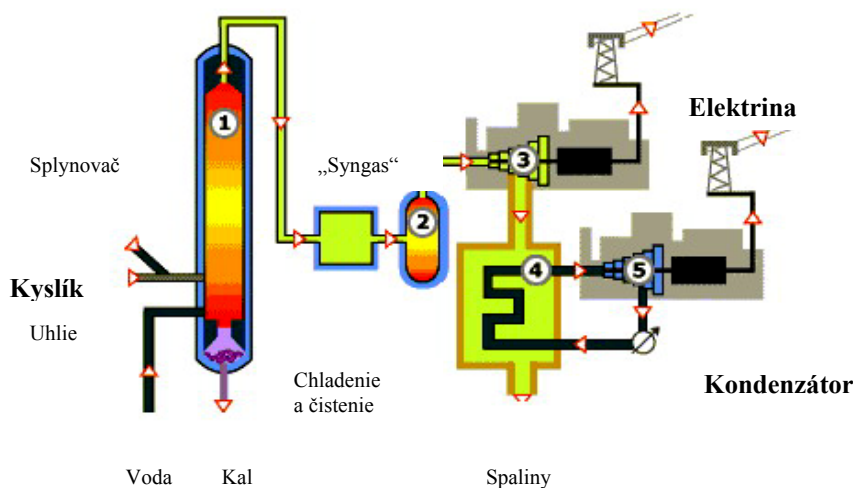
V systémoch účelného splyňovania s kombinovaným cyklom (IGCC - Integrated Gasification Combined Cycle) uhlie nie je priamo spaľované, ale reaguje s kyslíkom a parou a tak sa vytvára syntetický plyn - „syngas“. Syntetický plyn sa po čistení spaľuje v plynovej turbíne na výrobu elektrickej energie a vyrába paru na pohon parnej turbíny [4].

Plyn môže byť použitý na výrobu elektrickej energie, v doprave a v chemickom priemysle.

<sup>1</sup> Ing. Marina Sidorová PhD, Ing. Gabriel Wittenberger PhD., Katedra ropného inžinierstva, F BERG TU, Park Komenského 19, 043 84 Košice  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 26. 9. 2006)

Na obr.2 je znázornený systém účelného splyňovania s kombinovaným cyklom (IGCC), kde:

1. spaľovanie uhlia na výrobu syntetického plynu,
2. spaľovanie syntetického plynu v spaľovacej komore,
3. horúci plyn poháňajúci plynovú turbínu,
4. chladením plynu sa zohrievaná voda a tvorba pary,
5. para poháňajúca parnú turbínu.



Obr. 2. Systém účelného splyňovania s kombinovaným cyklom (IGCC)  
Fig. 2. Integrated coal gasification combined cycle system

### Odstraňovanie nežiaducich látok

Pri spaľovaní uhlia sa vytvárajú látky, ktoré znečisťujú životné prostredie: oxid siričitý (kyslý dážď), oxid dusičitý (základná hladina ozónu), prach a sadze (ovplyvňujú dýchacie ústrojenstvo ľudí).

Existuje niekoľko spôsobov zníženia týchto emisií:

#### Oxid siričitý (SO<sub>2</sub>)

Na odstránenie oxidu siričitého sa používajú systémy odsírenia dymového plynu. „Mokrý kartáč“ je veľmi rozšírená metóda s efektívnosťou do 99 %.

Zmes vápenca (uhličitan vápenatý) a vody sa vstrekuje nad dymový plyn a reakciou s SO<sub>2</sub> sa vytvára sadra (sulfát vápenatý), ktorá sa následne odstráni a môže byť použitá v stavebnom priemysle (Obr. 3).

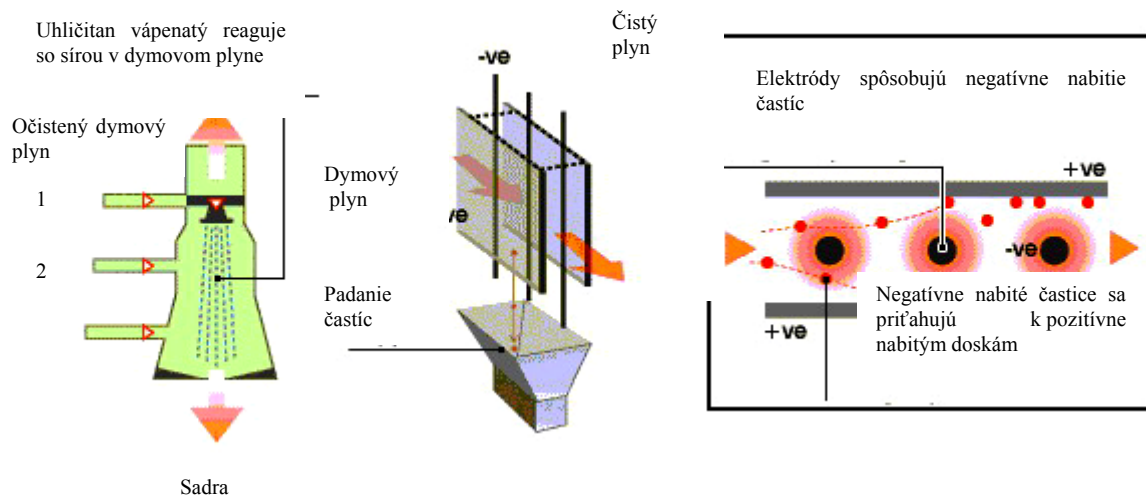
#### Oxid dusičitý (NO<sub>x</sub>)

Metódy znížovania NO<sub>x</sub> zahŕňajú použitie „horákov“. Tieto špeciálne skonštruované horáky obmedzujú množstvo kyslíka v najhorúcejších častiach spaľovacej komory, v ktorej sa spaľuje uhlie. Tento proces minimalizuje tvorbu NO<sub>x</sub>.

#### Sadze

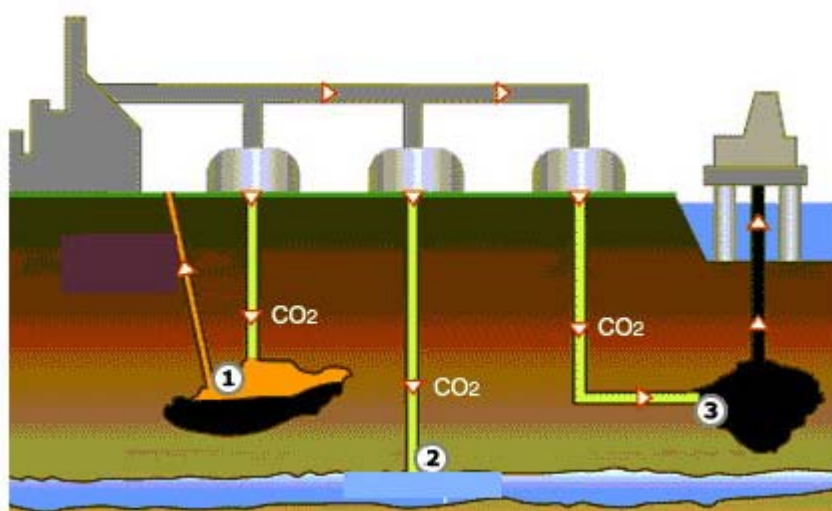
Elektrostatické odlučovače odstraňujú viac ako 99 % sadzí z dymového plynu. Systém pracuje tak, že vytvára elektrické pole k tvorbe nábojových častíc, ktoré sú priťahované zbernými doskami (Obr. 4).

Existujú aj metódy na odstránenie sadzí, pri ktorých sa používajú látkové filtre a „mokrý kartáč“ na sadze.



Obr. 3. Odstraňovanie  $\text{SO}_2$ : 1-chladiaca voda, 2-uhličitan vápenatý, 3-dymový plyn  
Fig.3. Removing sulphur dioxide

Obr. 4. Elektrostatické odľučovanie  
Fig. 4. Electrostatic precipitation



Obr. 5. Možnosti zachytávania a uskladňovania  $\text{CO}_2$ .  
Fig. 5. Possibilities of carbon capture and storage.

### Zachytávanie a uskladňovanie $\text{CO}_2$

Napriek zvyšovaniu efektívnosti elektrární na uhlie, emisie  $\text{CO}_2$  stále zostávajú problémom. Zachytávanie  $\text{CO}_2$  z uhoľných elektrární a jeho uskladňovanie pod zemou umožňuje zabrániť „skleníkovému“ plynu vstúpiť do atmosféry.

Metódy a spôsoby zachytávania a uskladňovania  $\text{CO}_2$  sa stále vyvíjajú, sú osvedčené a technicky realizovateľné. Na Obr. 5. je znázornené niekoľko možností uskladnenia oxidu uhličitého zachyteného z uhoľnej elektrárne:

1.  $\text{CO}_2$  sa vtlačá do uhoľnej panvy a „vytláča“ metán na povrch, ktorý sa potom môže použiť ako palivo,
2.  $\text{CO}_2$  sa môže zatlačiť a uskladniť v soľnej panve,
3.  $\text{CO}_2$  zatlačený do ropného poľa pomáha udržiavať tlak v ložisku pri ťažbe ropy.

### Záver

V kontexte s týmto príspevkom považujeme za vhodné zdôrazniť niekoľko hlavných bodov o splyňovaní [3]:

1. **Splyňovanie mení uhlie a iné produkty na veľmi čistý a využiteľný plyn.** Splyňovanie je proces, ktorý môže meniť široký výber zdrojov ako sú uhlie, lignit, biomasa a zvyšky ropy na veľmi čistý plyn,

nazývaný syntetický plyn - „syngas“. Syntetický plyn môže byť využitý rovnako ako aj zemný plyn na výrobu energie a iných cenných a strategických produktov, avšak omnoho lacnejším spôsobom. Táto skutočnosť môže zvýšiť domáce energetické záruky a zlepšiť zahraničné obchodné bilancie.

2. **Splyňovanie je najčistejšou technológiou zo všetkých uhoľných technológií.** Splyňovanie uhlia ktoré sa používa na výrobu elektrickej energie, vytvára skoro nulové emisie a produkcia pevného odpadu a odpadových vôd pri tomto procese je nízka. Síra, kal (z popolovín) a dokonca oxid uhličitý môžu byť regenerované na relatívne čistý alebo inertný vedľajší produkt, ktorý je možné použiť ako hnojivo, stavebný materiál, atď.
3. **Splyňovanie pomáha chrániť cenné vodné zdroje.** Pri splyňovaní uhlia sa používa približne o 30-40 % menej vody na výrobu elektrickej energie v porovnaní s inými výrobnými technológiami, pri ktorých sa používa uhlie ako zdroj pre jej výrobu.
4. **Splyňovanie môže odstrániť prchavú ortuť.** Splyňovanie uhlia je technológia, ktorá poskytuje reálne riešenie pre odstránenie prchavej ortuti. To spôsobuje zníženie emisií ortuti, ktoré sú pri bežnom spaľovaní uhlia problémom. Ich množstvo závisí na type spaľovaného uhlia.
5. **Splyňovanie je osvedčená a spoľahlivá technológia.** Splyňovanie je technológia, ktorá sa osvedčila na mnohých miestach vo svete. Prvý splyňovač v bol USA zostrojený v roku 1983 firmou Eastman Chemical Company na výrobu chemikálií z uhlia.
6. **Náklady na splyňovanie sa stávajú čoraz viac konkurencieschopné.** Technológia splyňovania sa stáva čoraz atraktívnejšou, pretože ceny zemného plynu sú vysoké a nestále. Investičné náklady pre účelné splyňovanie s kombinovaným cyklom – IGCC sú rovnocenné s inými technológiami výroby energie na báze uhlia a sú teoreticky menej nákladné v porovnaní s nimi.
7. **Splyňovanie poskytuje menej nákladový spôsob zachytenia oxidu uhličitého.** Oxid uhličitý je plyn vyvolávajúci skleníkový efekt, ktorý je často spájaný s globálnym otepľovaním. Zachytávanie oxidu uhličitého v procese splyňovania uhlia si vyžaduje menšiu energiu a nižšie dodatočné investičné náklady v porovnaní s inými technológiami pre výrobu energie, ktoré používajú procesy spaľovania uhlia, ropy a zemného plynu. Splyňovanie je ľahší a menej nákladný proces pre zachytenie oxidu uhličitého.
8. **Splyňovanie je veľmi pružná a univerzálna technológia.** Splyňovaním uhlia je možné vyrábať rôzne samostatné aj kombinované produkty vrátane elektrickej energie, pary, chemikálií, hnojív, čistého paliva a vodíka. Takmer každý základný produkt, ktorý sa v súčasnej dobe vyrába v rafinériách alebo premenou ropy a plynu, môže byť vyrábaný splyňovaním. Spoločná výroba elektrickej energie a iných produktov procesom splyňovania, ako napr. chemikálie, môže zvýšiť celkovú efektívnosť a využiteľnosť uhlia.
9. **Splyňovanie poskytuje prijateľnú a úspornú cestu k výrobe vodíka z uhlia.** Splyňovanie priamo mení uhlie a vodu na vodík, kým iné uhoľné technológie závisia na prvotnej výrobe elektriny z uhlia, ktorá potom elektrolyticky oddeľuje vodík z vody (menej účinná cesta ako priama premena).
10. **Splyňovanie je súčasťou nášho každodenného života.** Plyn získaný splyňovaním uhlia môže byť použitý na výrobu produktov, ktoré denne používame, vrátane takých, ako sú elektrická energia, fotografické filmy, zubná kefka, rukoväte skrutkovača, lepiace pásky, prostriedky na utíšenie bolesti, umelé sladidlá, automobilové nátery a lieky. Splyňovanie je spoľahlivé a prijateľné z hľadiska životného prostredia.

*Tento príspevok vznikol v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/2164/05.*

#### Literatúra - References

- [1] Palm, T., Buch, C., Kruse, B., Sauar, E.: Eco-effective Energy Solutions in the 21st Century. *Bellona Foundation 1999*. [http://www.bellona.no/en/energy/report\\_3-1999/11191.html](http://www.bellona.no/en/energy/report_3-1999/11191.html)
- [2] Clean coal technology: How it works. *BBC News november 28, 2005*.
- [3] Eastman gasification services company. The top 10 things you should know about gasification. [www.gasificationervices.eastman.com](http://www.gasificationervices.eastman.com)
- [4] [http://recoveredenergy.com/d\\_igcc.html](http://recoveredenergy.com/d_igcc.html)
- [5] Blišťanová, M., Sciranková, L.: Nové technológie využitia fosilných palív. *Acta Montanistica Slovaca Ročník 9 (2004), číslo 3, 277-279*.