

Prof. Ing. Pavel Prokop, CSc. - Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, Ostrava-Poruba

Využití bakterií k rozkladu uhelné hmoty a tvorbě metanu

Přijato: 13. 8. 2007, recenzováno: 27. 8. 2007

Článek pojednává o možnosti využít různé druhy bakterií k přeměně degradované uhelné hmoty k produkci metanu. Zájem o tuto technologii vzrostl v souvislosti s uzavíráním hlubinných uhelných dolů. V opuštěném podzemí jsou poměrně značné zásoby uhlí v různém stavu porušení. Pokud by se podařilo docílit přeměny zmíněné substance na plyn, metan, znamenalo by to zvýšení jeho produkce. To by představovalo významný přínos k získání ekologicky vhodné energie.

Nutzung der Bakterien zum Zerfall der Kohlemasse und zur Bildung des Methans

Der Artikel erörtert die Möglichkeit verschiedene Bakterienarten zur Umwandlung der degradierten Kohlemasse zur Methanproduktion zu nutzen. Das Interesse für dieses Verfahren ist in Zusammenhang mit der Stilllegung von Kohlentiefgruben gestiegen. In dem verlassenen Untertag liegen ziemlich erhebliche Kohlevorräte im verschiedenen Zerstörungszustand. Wenn es sich gelingt, die Umwandlung dieser Substanz zum Gas, Methan zu erreichen, würde es eine Steigerung dessen Produktion bedeuten. Und dies wiederum würde einen erheblichen Beitrag zur Gewinnung geeigneter, umweltfreundlicher Energie darstellen.

Bacteria Use for Coal Decomposition and Methane Generation

The article describes the opportunities of using various kinds of bacteria for the transformation of degraded material to generate methane. The interest in this technology has increased in connection with underground coal mines closing down. In desolated underground there are quite considerable deposits of coal in different condition of failure. If we managed to transform the stated substance into gas, methane, it would increase its production. That would mean a significant contribution to the generation of environmentally favourable energy.

Úvod

Významnou skutečností, která charakterizuje trendy posledních dekád v uhelném hornictví, bylo uzavírání hlubinných dolů. V souvislosti s tím se ale objevily nové problémy. Především došlo v řadě lokalit k nekontrolovaným výstupům plynů z uzavřeného podzemí na povrch. Při řešení této situace se ukázalo, že po uzavření dolů zůstaly v podzemí nezanedbatelné zásoby uhelné substance. Podle okolností je tvořena kompaktní uhelnou hmotou, až po stadium jejího značného rozrušení. Ve vazbě na zmíněnou uhelnou substanci, ale i nezávisle na ní, se v uzavřeném podzemí produkuje důlní plyn. Zásoby tohoto plynu, pro který se začalo používat označení „zbytková plynodajnost“, nejsou zanedbatelné. Pozoruhodná je také koncentrace metanu, která v řadě případů dosahuje hodnot v desítkách procent.

Pro ekonomické využití těchto zásob plynu se začaly uplatňovat odplynovací systémy. Podle dnešního stavu jsou známy v podstatě dva způsoby odplynování:

- aktivní
- pasivní.

Při aktivním způsobu odplynování je snaha svést plyn s využitím degazační stanice do plynovodu a distribuovat do energetické sítě.

U pasivního způsobu jde v podstatě jenom o řešení, kdy je plyn s využitím odplynovacích vrtů odváděn do atmosféry. Mělo by tím být zajištěno jeho organizované svedení, aby vystoupil z podzemí tam, kde můžeme jeho výstup kontrolovat.

Podle dosavadních zkušeností lze konstatovat, že produkce plynu v podzemí má dvojí charakter.

U některých vydatných zdrojů se po řadu let po uzavření podzemí objemový průtok a koncentrace metanu téměř nemění. Je to například vrt OV 24a v Orlové, pravděpodobně navazující na oblast, ze které byl sváděn plyn na známý vrt Jiří II. Na tomto vrtu existoval tak zvaný věčný oheň, již v období třicátých let minulého století. (Unikajícimu metanu byla dána příležitost, aby volně hořel v atmosféře). Vrt OV 24a, ještě dnes samovolně produkuje objemový průtok plynu v hodnotách až $64 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, s koncentrací 64% CH_4 . (Údaj z 18. 4. 2005).

U řady dalších vrtů v lokalitách, kde byly jako součást odplynovacích systémů provedeny,

se ale koncentrace a objemový průtok v čase mění. Zajímavý příklad uvádí P. Urban, na vrtech v oblasti Jakloveckého dolu. Ve sledovaném období (mezi roky 2000 a 2004), klesla na vrtu Jd 14 koncentrace metanu ze 30 % na 5 %. Současně se, v situaci nízkého barometrického tlaku, kdy dochází k výstupu plynů z podzemí, mírně zvýšil objemový průtok. Z těchto poznatků (zaznamenaných i na dalších vrtech), odvozujeme závěr, že pasivní odplynovací systémy fungují v podstatě jako zjednodušená varianta přirozeného větrání. Při vyšším barometrickém tlaku vnikají do podzemí vzdušiny, které ředí koncentraci metanu. Hodnota emise metanu je tedy přibližně konstantní a souvisí se stupněm porušení uhelné hmoty a výstupem migrujícího plynu.

Významné zásoby uhelné substance, které zůstaly v podzemí po zavření dolů, ale vedou odborné kruhy k názoru, že by bylo vhodné ovlivnit strukturu uhelné hmoty a docílit tak

zvýšení emise metanu. Používá se pro to označení degradace uhelné hmoty a mělo by k tomu být využito speciálních druhů bakterií.

1. Dosavadní aplikace využití bakterií degradujících organickou hmotu

Poměrně široké uplatnění našly již bakterie, které mohou působit na organickou substanci tak, že z ní vytvoří metan v řadě odvětví. Podle [1] je takovým příkladem anaerobická přeměna pevné látky na plyn (metan).

Anaerobická digesce je spojitý proces, vznikající přirozenou cestou anaerobické přeměny. Anaerobická digestoř je průmyslový systém, ve kterém probíhá proces úpravy odpadu tak, že vznikne bioplyn. Ten může být využit k výrobě elektrické energie v generátoru, zužitkován jako teplo a dále se vytvoří pevná hmota k dalšímu využití. Nejčastěji ke zkvalitnění půdy.

Na obr. 1 je uveden konkrétní typ digestoře.



Obr. 1 - Dvojitá UASB anaerobická digestoř uzpůsobená pro úpravu odpadu a odpadní vody

[1] uvádí, že anaerobická digesce (AD) již existuje delší dobu a běžně se aplikuje na kanalizaci, ale i pro využití živočišného odpadu. Její význam stoupá se zvyšujícími se požadavky na životní prostředí, jako proces redukce objemu odpadu a generování užitečného produktu. Je to jednoduchý postup, který může ve velkém měřítku redukovat organickou látku, která by jinak skončila na skládce odpadu, nebo ve spalovnách.

Tímto způsobem může být zpracován téměř každý organický materiál. Je to tedy biologicky degradovatelný odpad, jako papír, tráva, odřezky, zbytky jídla, **kanalizační** a živočišný odpad. Do

digestoře, se mohou také přidávat speciálně pěstované plodiny, aby se zvýšil degradovatelný obsah a tím stoupla produkce bioplynu.

Po vytřídění, nebo prosetí, k odstranění neorganického a nevhodného materiálu, jako jsou kovy, plasty, je materiál pro zpracování podrcen, rozsekán, nebo hydraulicky drcen, aby se zvětšila povrchová plocha pro styk mikrobu v digestoři. Tím se podnítl rychlost digesce. Poté je materiál zaveden do vzduchotěsné digestoře, kde vzniká anaerobická úprava.

2. Možnosti využití bakterií v uzavřených uhelných dolech

K využití bakterií pro rozklad uhelné hmoty a její přeměny na metan v uzavřených uhelných dolech, existují v současné době již určité poznatky.

Podle [2] se uvádí, že Spolkový ústav pro výzkum Země a surovin (BRD – Bundesanstalt Geowissenschaften und Rohstoffe) našel v důlních vodách z hloubky 1178 m živé archaické bakterie, které identifikoval jako *Methanocaldococcus jannaschii*.

Vedoucí americké firmy Luca Technologies v Denveru (USA, Colorado) zadal firmě cíl, využít popisované jednobuněčné organizmy jako nevyčerpatelný zdroj energie. Nazval to jako bioreaktor.

Cílem projektu je zahrnout bakterie do podzemí všech opuštěných a vyčerpaných uhelných revířů a konkurovat dražšímu zemnímu plynu.

Obdobným výzkumem se zabývá i Fraunhofer Institut für Umwelt, Sicherheits-, Energietechnik, (UMSICHT), Oberhausen Německo. Při pokusech bylo zjištěno, že produkce metanu pokračovala mnohem déle, než by odpovídalo jeho uvolnění ze zbytků uhelné hmoty. Proběhla biokonverze uhelné hmoty na metan. Analytickými metodami hmotové spektrometrie lze oba typy metanu od sebe odlišit. Výzkumy údajně probíhají v Německu – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover a dále v Polsku, Polska – Akademia Gorniczo Hutnicza Krakov.

Vědci U.S. departmentu of Energy's Brookhaven National Laboratory, pánové Mow Lin a Eugene Premuzic, vyvinuli bakterie schopné žít v krutých podmínkách, požíráním materiálu bohatého na uhlík, jako například uhlí. Oba vědci obdrželi za tento objev U.S. Patent No. 6,294,351.

Stupňováním změn dalších proměnných, jako teplota, kyselost v podobném tvaru, se podařilo Brookhavenskému týmu vyvinout několik druhů bakterií, přizpůsobených podmínkám v uhlí, které mohou existovat při

různých extrémních podmínkách – například při teplotě nad 85° C (185°F), tlaku 2 500 psin (173 MPa), v širokém rozsahu pH a salinity a také v přítomnosti toxických kovů (až nad 10 % váhy). Bakterie obsahují geneticky pozměněné členy druhů *Leptospirillum ferrooxidans* and *Thiobacillus ferrooxidans*, jakož i rozličné směsi kultur.

Když jsou spojeny s uhelným kalem, pak tyto mikroby rozrušují komplex molekul uhlí a formují jednodušší formaci, a souběžně odstraňují kontaminovanou síru a těžké kovy. Vzniklé čistší uhlí může být spalováno, nebo přeměněno na tekuté, nebo plynné palivo daleko efektivněji než neupravené uhlí, které produkuje řadu z ekologického hlediska nežádoucích vedlejších produktů [3].

3. Praktická aplikace pro podzemí uzavřených dolů v USA

Pro dokumentaci praktické aplikace zmíněné metody pro podzemí uzavřených dolů jsem vybral příklad amerického patentu číslo US 2004/0033557 A1, z 19. února 2004. Popis má asi 20 stran. Zde je uveden jenom stručný abstrakt.

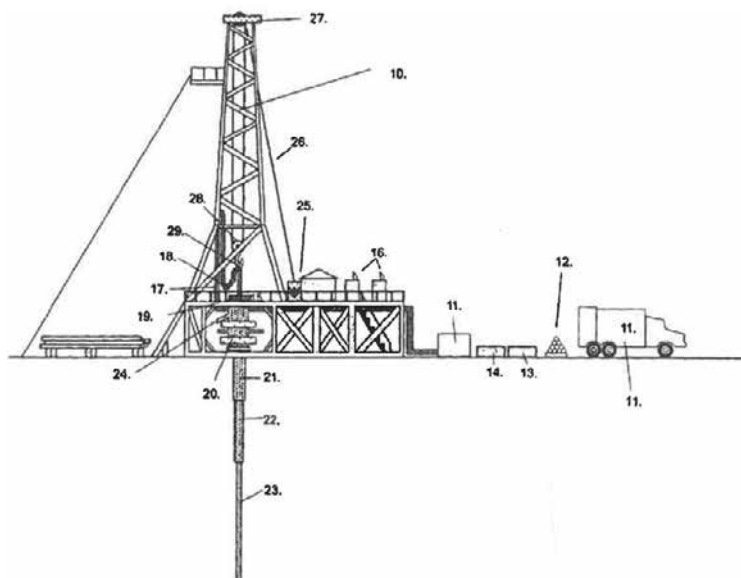
Zřejmým důkazem o proveditelnosti záměru produkovat metan v uzavřeném podzemí je patent z USA, číslo PCT/US 2005/015188 a datum 9. listopadu 2006.

Z obsáhlého (22 stran) popisu vynálezu se jeví jako zajímavá informace o experimentu 1. V regionu Powder River Basin jsou dva revíry Tongue River a Lake De Smet. Vzdáleny jsou asi 35 mil (56 km).

Tongue River má větší počet vrtů produkujících z uhlí biogenetický metan (biogenic coal bed methane), generovaný metabolickou aktivitou původních (pocházejících z tohoto místa) MO's (mikroorganismů). Region Lake De Smet nemá žádný produktivní vrt. Vrtů zde byly provedeny, ale byly uzavřeny, protože metan neprodukovaly. To dokazuje, že k realizaci myšlenky bude třeba najít vhodné prostředí, které může být i na dvou poměrně blízkých lokalitách různé.

Patent Application Publication Feb. 19, 2004 Sheet 3 of 7

US 2004/0033557 A1

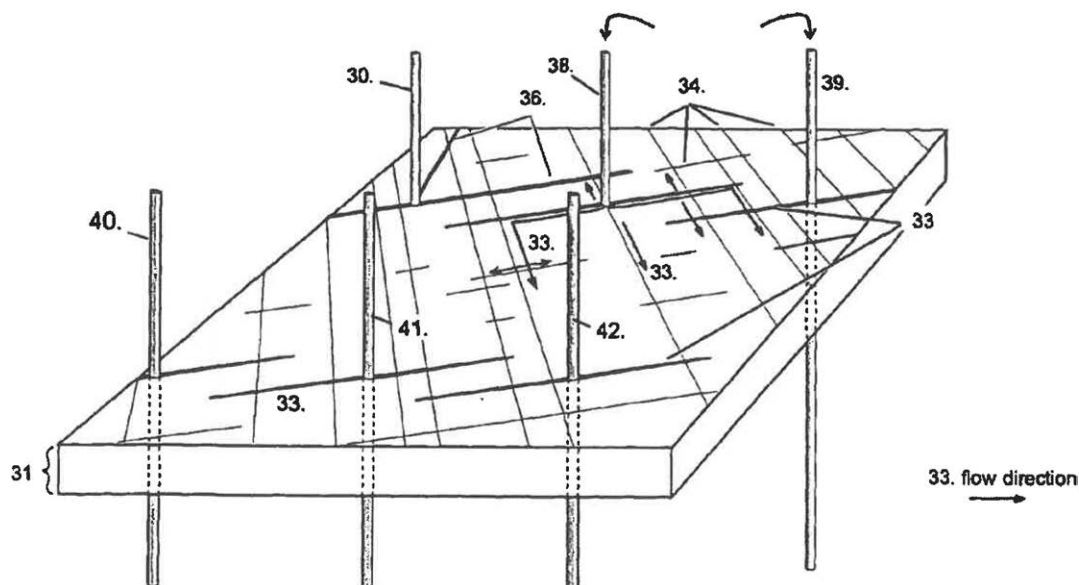


Obr. 2 - Náčrt aplikace patentu US 2004/0033557 A1

Z obrázku už je zřejmé, že se jedná o řešení, kdy se do sloje dostáváme vrtem z povrchu. Dále je uveden obrázek, které dokazuje, že vynález se snaží přes vrty bakteriemi ovlivnit skupinu slojí.

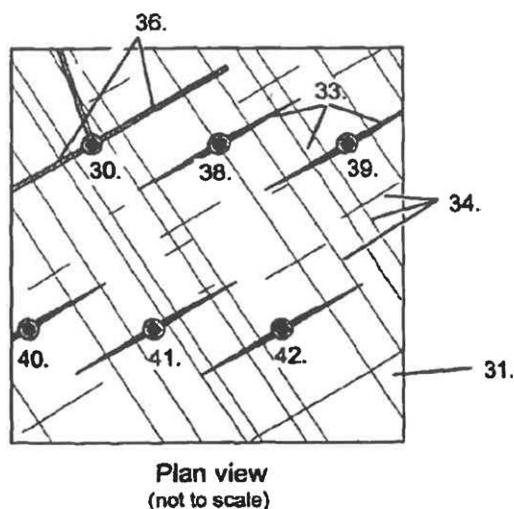
Patent Application Publication Feb. 19, 2004 Sheet 5 of 7

US 2004/0033557 A1



Obr. 3 - Schéma rozmístění vrtů, pro aplikaci biotechnologie v podzemí

K obrázku 3 je připojen následující půdorys.



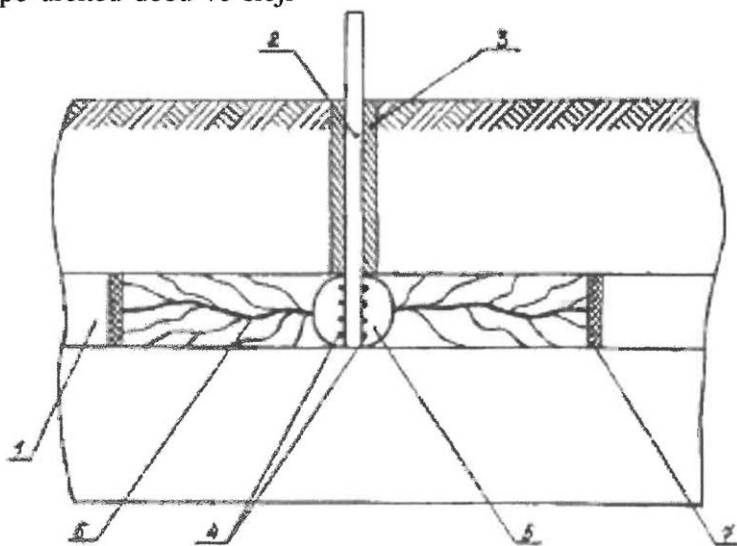
Obr. 4 - Půdorys rozmístění vrtů pro aplikaci biotechnologie v podzemí

4. Aplikace metody v Rusku - Ruský patent, číslo RU 2 166 072 C2, E 21 B43/22.

Podstata metody obsahuje zhotovení vývrtů v uhelné sloji, zásobení uhelné sloje bakteriemi produkujícími metan, dodržení doby (odležení) do vytvoření metanu a vytažení (odtěžení) metanu. Dodávka bakterií se uskuteční po ustání uvolňování metanu v režimu samovolného vytékání z ovlivněného úseku uhelné sloje, zatlačením pracovní kapaliny do sloje v režimu hydro rozrušení a ponecháním pracovní kapaliny po určitou dobu ve sloji

s následujícím odstraněním z filtračních pórů a trhlin injektáží oxidem uhličitým a odbíráním metanu. Zmíněná část sloje je oddělena od ostatní horniny stěnou (filtrem, chráničem). Postupně jsou dodávány bakterie odstraňující kyslík a produkující vodík a ponechány v klidu bez přístupu kyslíku, aby formovaly komerční koncentraci metanu. Při tom jsou bakterie produkující vodík dodávány po 90 % absorpci volného kyslíku v uhelné sloji. Jako bakterie produkující vodík jsou použity druhy *Clostridium*.

Efekt: Vysoká účinnost produkce metanu z uhelné sloje vlivem mikrobiologické reprodukce metanu.



Obr. 5 - Navrtání a ovlivnění uhelné sloje pro účely biotechnologie.

Schéma znázorňuje uhelnou sloj 1, vrt 2, utěsněný prostor mezi pažnicemi 3, perforaci vrtu 4, dutinu před čelbou 5, trhliny 6, stěnu 7.

Závěr

Vzhledem k významu, jaký dnes představuje problematika uzavřených dolů a k možnosti získání vhodného zdroje energie z tohoto prostředí, se uvedeným vývojovým směrem zabýváme i na Institutu hornického inženýrství a bezpečnosti Vysoké školy báňské, Technické university Ostrava. Bližší podrobnosti k uvedeným řešením jsou obsaženy v [3].

Literatura:

http://en.wikipedia.org/wiki/Anaerobic_digestion

Záchranář, časopis HBZS Ostrava Radvanice
z 1. 12. 2005

<http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/2001/bnlpr121101.htm>