

# Nebezpečné mikrobiologické procesy v zásobnej nádrži polobuničiny

Ing.DARIA LONGAUEROVÁ, CSc. Katedra biochemickej technológie CHTF STU, Bratislava

Ing.HELENA BARÁTHOVÁ, Katedra mikrobiológie, biochémie a biológie CHTF STU, Bratislava

Ing.JIŘÍ HERAIN, CSc., Katedra technológie ropy a petrochémie CHTF STU, Bratislava

Ing.KATARÍNA BUŠÁNYOVÁ, Katedra mikrobiológie, biochémie a biológie CHTF STU, Bratislava

Ing. ŠTEFAN GODÓ, Juhoslovenské celulózky a papierne, š.p., Štúrovo

579 663

**Kľúčové slová:** mikrobiologické procesy, anaeróbne baktérie, výbušné plyny, explózia, celulózka, zásobná nádrž, NSSC polobuničina, mikroorganizmy

## 1. ROZBOR PROBLEMATIKY

V literatúre bolo zverejnených niekoľko nehôd v papierenských závodoch spôsobených explóziou zásobných nádrží [1,2,3]. Podobná situácia sa stala v novembri 1988 v Juhoslovenských celulózkach a papierňach, š.p. Štúrovo, keď explodovala zásobná nádrž NSSC polobuničiny (neutrálne sulfidové semichemická celulóza). Pri výbuchu bolo odtrhnuté veko nádrže. Nehode predchádzalo asi dvojité zdvojnásobenie miešania obsahu nádrže. Vzhľadom na používanú technológiu, pravdepodobnou príčinou týchto nehôd bola produkcia plyných metabolitov v nádrži, ktoré produkujú zmesné mikroorganizmy pri vytvorení anaeróbných podmienok. Vzhľadom na podmienky v nádrži ide predovšetkým o zmesné systémy mikroorganizmov s prevahou termofilných anaeróbných a fakultatívne anaeróbných baktérií. Podrobná mikrobiologická analýza polobuničiny a riediacej vody je publikovaná v prácach Baráthová a kol. [4] a Bušányová a kol. [5]. Z analýzy vyplýva, že polobuničina a riediaci voda sú silne mikrobiologicky kontaminované v dôsledku technológie využívajúcej na riedenie v nádrži cirkulujúce podsitové vody z papierenského stroja, ktoré sú hlavným zdrojom mikrobiologickej kontaminácie. Plynotvorné baktérie sú pritom významnou zložkou bakteriálnej kontaminácie v testovaných materiáloch.

V práci sme sa zamerali na podrobnejšie preskúmanie činnosti rizikových plynotvorných baktérií produkujúcich výbušné plyny (vodík, sulfán, metán), a to na baktérie desulfurikačné, metánové, fermentujúce najmä koliformné a klostrídie. Tiež sme simulovali mikrobiologické procesy v zásobnej nádrži.

Prezentované výsledky sú súčasťou úlohy, ktorej cieľom bolo objasniť príčiny havárie v JCP Štúrovo.

### 1.1 Charakteristika zásobnej nádrže

Polobuničina vyrobená postupom NSSC po defibrilácii a praní sa skladuje v zásobnej nádrži z nehrdzavejúcej ocele o objeme 2 300 m<sup>3</sup>. Vypraná polobuničina má sušinu asi 15% hm. Pred látkovým čerpadlom je riedená podsitovými vodami z papierenského stroja na sušinu 12% hm. a je čerpaná do vrcholu kuželového veka zásobnej nádrže. V spodnej časti nádrže je vrtulové miešadlo. Nad miešadlom je napojený prívod riediacej vody z nádrže na podsitové vody. Podsitové vody na riedenie sú zavedené aj do sania čerpadla umiestneného pod nádržou, ktoré zabezpečuje prečerpanie polobuničiny na ďalšie spracovanie.

Podsitové vody pochádzajú z papierenského stroja, v ktorom sa spracováva zmes zberového papiera a NSSC polobuničiny s riedením čerstvou dunajskou vodou. Časť odpadnej vody je recyklovaná do zásobnej nádrže polobuničiny a časť odchádza

do primárnej čističky vody. Podsitové vody prinašajú do zásobnej nádrže organické nečistoty a súčasne aj mikroorganizmy, ktoré sa prirodzene vyselektovali pre podmienky v procese.

Polobuničina vyrobená postupom NSSC obsahuje rôzne rozpustné látky ako organické tak i anorganické - uhličitany, sírne zlúčeniny, degradačné produkty celulózy v množstve asi 5% hm.

Plnenie nádrže sa pohybuje od 70 do 100 % so zdržným časom polobuničiny v nádrži do 24 hodín. Teplota v nádrži je od 50 °C do 60 °C a pH okolo 5,5. Nádrž nie je vybavená aeračným zariadením.

V deň havárie bola prevádzka plynulá, technológia výroby prebiehala v medziach technologického režimu avšak s odstaveným miešadlom. V okamihu deštrukcie v nádrži bolo 78% polobuničiny a voľný priestor o objeme asi 500 m<sup>3</sup>. Do nádrže bola dopravovaná látka o koncentrácii 12% hm. a teplote 50 °C až 60 °C. Elektrická inštalácia v samotnej nádrži nie je a nemohla byť preto príčinou havárie. V čase explózie bola nádrž pevne uzavretá vekom, ktoré bránilo prirodzenému vetraniu. Dva týždne pred haváriou bolo odstavené miešanie. V období, ktoré predchádzalo explózii, bolo niekoľkokrát pozorované dunenie vo vnútri nádrže. V čase explózie neboli urobené žiadne analýzy.

V zásobnej nádrži, vzhľadom na jej obsah a používanú technológiu, prebiehajú zložité mikrobiologické procesy, ktoré uskutočňujú zmesné systémy mikroorganizmov. Mikrobiálna premena organických komplexných zlúčenín v našom prípade celulózového materiálu a jeho degradačných produktov môže prebiehať až po produkciu metánu v závislosti od podmienok v nádrži. Súčasne sa tohto procesu zúčastňujú aj desulfurikačné baktérie anaeróbnou respiráciou zlúčenín síry [4,6,7]. Na začiatku procesu sa uplatnia mikroorganizmy utílizujúce kyslík, ktoré znížia hodnotu oxidoredukčného potenciálu v prostredí a tak vytvoria podmienky pre rast a metabolizmus rizikových anaeróbných baktérií.

## 2. MATERIÁL A METODY

Analýzovali sme vzorky polobuničiny z rôznych častí zásobnej nádrže ako i riediacej vody za odlišných prevádzkových podmienok.

**Nahromadenie a dôkaz plynotvorných baktérií** (desulfurikačných, metánových, fermentujúcich a klostrídií):

**Nahromadenie:** 2 g polobuničiny alebo 2 ml riediacej vody v 25 ml selektívnej kultivačnej pôdy (7) sme kultivovali v 30 ml skúmavkách za anaeróbných podmienok, staticky v troch paralelkách pri teplote 37 °C a 55 °C počas 7 dní.



**Dôkaz:** Produkciu plynov ako i rast baktérií sme sledovali predvážne vizuálne. Len niektoré vzorky sme analyzovali plynovou chromatografiou. Produkciu  $\text{H}_2\text{S}$  sme sledovali kvalitatívne s octanom olovnatým pri detekcii unikajúcich plynov a tiež vznikom čierneho  $\text{FeS}$  v kultivačnom médiu. Produkciu nižších mastných kyselín sme určili podľa poklesu pH.

**Zloženie selektívnych pôd (na jeden liter):**

**Základné médium:**

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,20 g;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 1,0 g;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,05 g;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,02 g;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 0,002 g;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,001 g;

**Pôda pre Desulfovibrio:**

k základnému médiu pridať: etylalkohol - 4,0 g;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 1,0 g;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  - 5,0 g; doplniť destilovanou vodou na 1 liter, pH 7,2.

**Pôda pre metánové baktérie:**

k základnému médiu pridať: etylalkohol - 4,0 g;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 1,0 g;  $\text{NaHCO}_3$  - 1,0 g;  $\text{CaCO}_3$  - 5,0 g; doplniť destilovanou vodou na 1 liter; pH 7,4.

**Pôda pre fermentujúce baktérie:**

k základnému médiu pridať: glukóza - 10 g;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 1,0 g; doplniť destilovanou vodou na objem 1 liter; pH 7.

**Pôda pre klostrídiá:**

k základnému médiu pridať: glukóza - 10,0 g;  $\text{CaCO}_3$  - 5,0 g; na objem 1 liter doplniť destilovanou vodou; pH 7.

**Simulácia mikrobiologického procesu v zásobnej nádrži**

Mikrobiologický proces sme sledovali v 300 ml infúzných fľašiach s kvasnými zatkami buď u samotnej polobuničiny alebo s prídavkom riediacej vody: 150 g polobuničiny  $\pm$  50 ml riediacej vody bez prídavku živín o počiatočnom pH 5,2 až 5,6 sme kultivovali staticky pri dvoch kultivačných teplotách 37 °C a 55 °C. Čas kultivácie bol do 162 hodín. Na začiatku kultivácie bol prítomný vzduch. Vzorky sme odoberali cez pryžovú zátku injekčnou striekačkou.

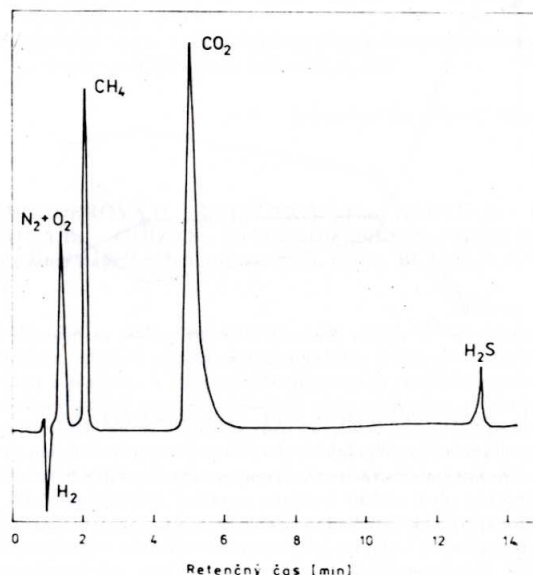
Analýza plynov sa robila na prístroji CHIROM IV s teplotne vodivostným detektorom. Nosný plyn hélium o prietoku 20 ml/min; chromatografická kolonka dĺžky 2,5 m o priemere 3 mm s náplňou PORAPAK Q; posun papiera 1 cm/min; teplotný gradient 14 °C/min od 35 °C do 170 °C. Objem vzorky 1 ml.

### 3. VÝSLEDKY

Deliacu účinnosť použitej chromatografickej kolóny ukazuje chromatogram na obr.1. Pre kalibráciu teplotnovodivostného detektora sa použila metóda vnútornej normalizácie čistých kalibračných plynov (99 % hm.) a príslušný prepočet na relatívne hmotnostné korekčné faktory, vzťahované na oxid uhličitý. Reprodukovateľnosť výsledkov pri 3 následných analýzach bola  $\pm$  1,5 % rel. pre zložky s veľkou koncentráciou a  $\pm$  5 % rel. pre zložky s malou koncentráciou v analyzovanom plyne. Táto reprodukovateľnosť odpovedá bežnému štandardu analýzy s použitím teplotnovodivostného detektora. Pri analýze zistili sme len okamžitú koncentráciu plynov v kultivačnej nádobe, pretože cez kvasné zátky priebežne unikali produkované plyny. Použitý spôsob plynovej analýzy kvalitatívne nerozlišuje dusík od kyslíka [8,9].

Zistili sme, že polobuničina a riediacia voda sú značne kontaminované. Vo všetkých vzorkách sme dokázali prítomnosť rizikových skupín mikroorganizmov (tabuľka 1) a zistili, že plynotvorne baktérie sú významnou zložkou bakteriálnej mikroflóry ako v polobuničine tak i v riediacej vode. Nahromadené fermentujúce baktérie a klostrídie podľa poklesu pH pri

kultivácii boli výrazne kyselinotvorne. U fermentujúcich baktérií poklesli hodnoty pH až na 3,2 respektíve u klostrídií na pH 5,0. Analýzu produkovaných kyselín sme nerobili. Polobuničina bola viac kontaminovaná plynotvornými baktériami ako riediacia voda a bola kontaminovaná nerovnomerne. Potvrďuje to nehomogénosť podmienok v nádrži. Akýkoľvek zásah do bežných prevádzkových pomerov významne ovplyvní aktivitu desulfurikačných baktérií.



Obr.1 Chromatogram zmesi fermentačných plynov

Tab.1. Porovnanie produkcie metabolitov plynotvorných skupín baktérií pri dvoch kultivačných teplotách v polobuničine a riediacей vode počas bežného chodu prevádzky

Baktérie	Polobuničina I	Riediacia voda II	Porovnanie produkcie
kultivačná teplota 37°C			
desulfurikačné	Ia>Ic<Id	IIa=IIc=IIId	I=II
metánové	Ia=Ic=Id	IIa=IIc<IIId	I>>II
fermentujúce	Ic<Ia=Id	IIa=IIc=IIId	I=II
klostrídie	Ic>Ia=Id	IIa=IIc=IIId	I>II
kultivačná teplota 55°C			
desulfurikačné	Ic=Ia=Id	IIa=IIc=IIId	I=II
metánové	Ia=Ic=Id	IIa>IIc=IIId	I>>II
fermentujúce	Ia=Ic<Id	IIa>IIc>IIId	I>II
klostrídie	Ia<Ic=Id	IIa=IIc>IIId	nie je jednoznačné

I - NSSC polobuničina z dna zásobnej nádrže  
 II - riediacia voda na vstupe do zásobnej nádrže  
 Ia, IIa - bežný chod prevádzky pred odstávkou prevádzky  
 Ic, IIc - bežný chod prevádzky po odstávke (letné obdobie)  
 Id, IIId - bežný chod prevádzky (jesenné obdobie)  
 NSSC polobuničina - neutrálna sulfitová semichemická celulóza

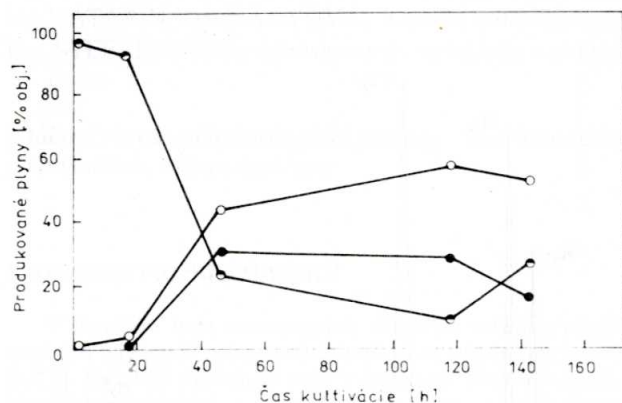
Dôkaz metánových baktérií nebol jednoznačný, pretože sa prejavili súčasne aj desulfurikačné baktérie, ktoré redukovali vzorkou vnesené zlúčeniny síry za vzniku sulfánu.



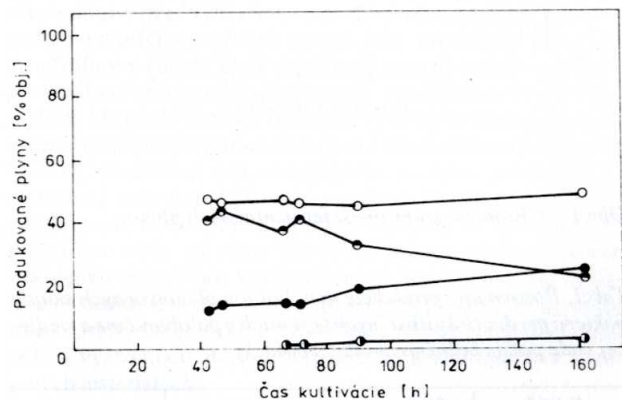
Pri chromatografickej analýze plynov zo simulácie mikrobiologického procesu v nádrži sme zistili, že kultivačné teploty majú výrazný vplyv na kvalitatívnu ako i kvantitatívnu produkciu rizikových plynov (obr. 2 až 6).

Obr.2 až 6 Produkcia plynov vo vzorkách NSSC polobuničiny a riediacej vody pri dvoch kultivačných teplotách v závislosti od času

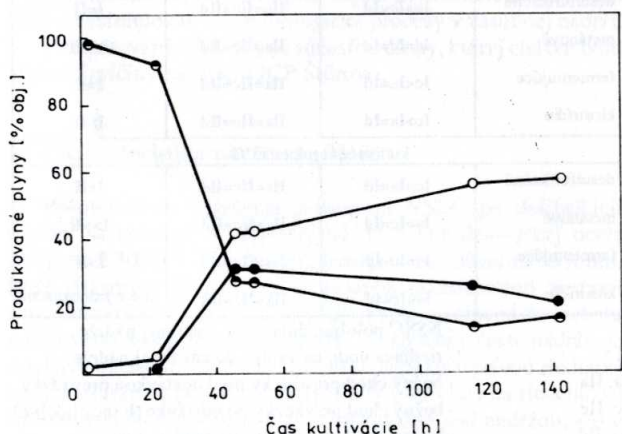
○—○ CO<sub>2</sub>, ●—● H<sub>2</sub>, ○—○ N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>, ○—○ H<sub>2</sub>S



Obr.2 polobuničina (Ic) - 55 °C - počiatkové pH 5,2



Obr.3 polobuničina (Id) - 55 °C - počiatkové pH 5,8

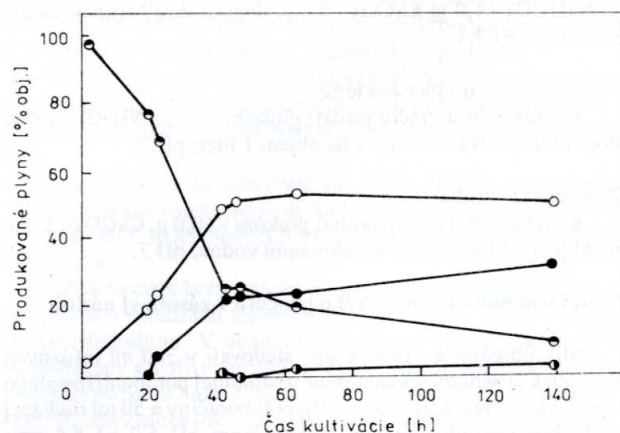


Obr.4 polobuničina (Ic) + riediacia voda (IIc) - 55 °C počiatkové pH 5,2

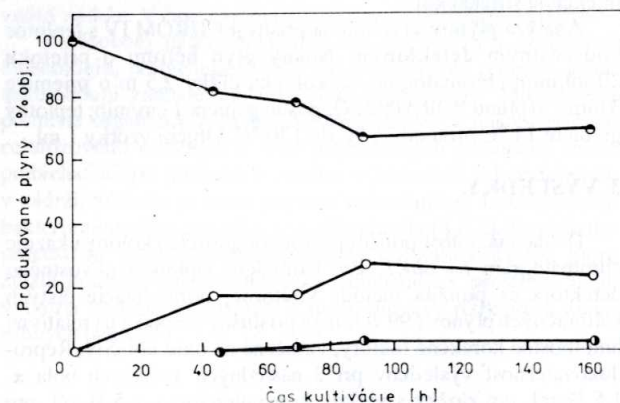
Pri kultivačnej teplote 55 °C sme zistili vo všetkých pokusoch produkciu vodíka. Produkcia začala po 20.hodine kultivácie

a veľmi intenzívna bola v 40.hodine kultivácie. Zrejme sa v tom čase vytvorili vhodné podmienky pre baktérie produkujúce vodík, najmä koliformné a klostrídie. Pomer produkovaných plynov vodíka a oxidu uhličitého závisí od druhu kontaminujúcich baktérií a tiež od zapojenia sa vodíka do oxidoredukčných reakcií.

Produkcia metánu v analyzovaných vzorkách nebola zistená za experimentálnych podmienok počas sledovaného kultivačného času. Z testovaných vzoriek sme však vyseletovali metánovú kultúru s intenzívnou produkciou metánu pri 28 °C. To značí, že polobuničina môže byť kontaminovaná aj metánovými baktériami, ktorým však prevádzkové pomery nevytvárajú vhodné podmienky pre pomnoženie a metabolickú aktivitu. Zlúčeniny síry v zásobnej nádrži tiež môžu podstatne ovplyvňovať metabolizmus metánových baktérií a potláčať ich aktivitu [10]. Nie je však vylúčené za určitých podmienok nahromadenie metánových baktérií a produkcia metánu ako sú napríklad dlhá odstávka nádrže bez jej vyprázdnenia, prípadne produkcia metánu v hluchých miestach nádrže s dlhším zdržným časom.



Obr.5 polobuničina (Id) + riediacia voda (IIId) - 55 °C počiatkové pH 5,6



Obr.6 polobuničina (Id) + riediacia voda (IID) - 37 °C počiatkové pH 5,6

Produkcia sulfánu bola chromatograficky zistená pri odbere vzorky časovo vzdialenejšom od odstávky nádrže pri obidvoch kultivačných teplotách.

#### 4. DISKUSIA

Zásobnú nádrž s NSSC polobuničinou možno považovať pri používanej technológii za fermentačný tank, v ktorom neustále



prebiehajú mikrobiologické procesy, pretože do nádrže prichádzajú mikroorganizmy s veľmi kontaminovanými cirkulačnými riediacimi vodami. Obsah nádrže poskytuje dostatok živín pre rast a metabolickú aktivitu určitých vyselektovaných skupín mikroorganizmov, ktoré vytvárajú určitú sústavu zmesných kultúr. Vláknu, ktorá je súčasne vhodný imobilizačný materiál, mikroorganizmy za týchto podmienok degradujú a súčasne produkujú metabolity. Proces podstatne ovplyvňuje i prítomnosť zlúčenín síry, ktorých koncentrácia závisí od kvality pracovného procesu.

Zloženie mikrobiológie ako i produkcia metabolitov, a teda i rizikových plynov, sú veľmi závislé od rôznych faktorov, ktoré môžu ovplyvniť ich kvalitu a kvantitu (kontaminovanosť cirkulačných vôd, teplota, kvalita polobuničiny, zmena technologického režimu atď.).

Na základe výsledkov zo simulácie mikrobiologických procesov v zásobnej nádrži NSSC polobuničiny možno predpokladať, že i pri dodržiavaní používaných technologických postupov je v zásobnej nádrži činnosťou mikroorganizmov pravdepodobne neustále produkovaný vodík v nízkej koncentrácii.

Pri bežnom chode nádrže produkcia plynov je tiež funkciou polohy v nádrži, vzhľadom na meniacu sa hodnotu oxidoredukčného potenciálu. Na miešanie polobuničiny záleží, koľko vodíka zo zásobnej nádrže unikne a tiež, či pri nehomogénnom miešaní sa nevytvoria zóny, v ktorých sa nahromadí veľa rizikového plynu.

Podľa zistených výsledkov možno predpokladať, že za určitých podmienok v nádrži sa môže produkovať aj  $H_2S$ . Jeho produkciu pozitívne ovplyvňuje predĺžený zdržný čas polobuničiny v nádrži. Predpokladáme, že i v prítomnosti metánových baktérií sa môže produkcia metánu vyskytnúť len ojedinele, najmä v hluchých miestach nádrže. Zlúčeniny síry inhibujú metabolizmus metánových baktérií a v ich prítomnosti sa  $CH_4$  prakticky netvorí [10].

Intenzitu produkcie výbušných plynov a ich nahromaďovanie môže podstatne ovplyvniť každý zásah do technologického postupu. Najmä predĺžený zdržný čas polobuničiny v zásobnej nádrži podporuje anaeróbne procesy, a teda aj produkciu rizikových plynov.

Podobné mikrobiologické procesy s produkciou rizikových výbušných plynov môžu prebiehať všade tam, kde sa skladuje dlhší čas organický materiál. V takýchto priestoroch môže v dôsledku iniciálneho faktora dôjsť k vznieteniu alebo výbuchu produkovaných plynov. Vzhľadom na rozmanitosť mikroorganizmov a ich nároky na kultivačné podmienky, často i extrémne [11], musíme mikroorganizmy brať vážne do úvahy.

## 5. ZÁVER

Možno konštatovať, že najpravdepodobnejšou príčinou explózie zásobnej nádrže NSSC polobuničiny v JCP Štúrovo bol výbuch zapríčinený prítomnosťou vodíka, prípadne nízkych koncentrácií  $H_2S$ . Obidva plyny sú horľavé a pri zmiešaní s určitým množstvom vzduchu výbušné. Mechanizmus vznietenia sa dá vysvetliť i na základe vzniku iskry v dôsledku elektrostatickej energie.

Aby sa predišlo podobným haváriám, je potrebné dodržiavať technologický postup, zabezpečiť účinné nepretržité miešanie, ako aj odvod vznikajúcich plynov otvorenou zásobnou nádržou, prípadne počas odstavenia miešadla zabezpečiť inertizáciu priestoru nad hladinou v nádrži prívodom nízkotlakkej pary, znížiť kontamináciu recirkulujúcej riediacej vody a zabezpečiť kontrolu tvorby plynov rýchlym analyzáčnym zariadením, nevyhnutným v núdzových situáciách.

## LITERATÚRA

- [1] EIDSAA, G., JOHNSEN, K., TANGEN, R.: *Biotechnol. Letters*, 1, 1979, s. 31

- [2] JOHNSEN, K., TANGEN, R., EIDSAA, G.: *Norsk skogind*, 3, 1974, s. 60
- [3] ROWBOTTOM, R. S.: *Pulp and Paper Canada*, 90, 1988, s. 138
- [4] BARÁTHIOVÁ, I. L., et al.: *Papír a celuloza*, 46, 1991, s. 253
- [5] BUŠÁNYOVÁ, K., et al.: *Papír a celuloza*, 46, 1991, s. 253
- [6] KAPRÁLEK, F.: *Fyziologie baktérií*. 1. vyd. Praha SPN, 1986
- [7] STANIER, R. Y., DOUDOROFF, M., ADELBERG, E. A.: *General Microbiology*. 3 ed. London 1971
- [8] Mc NAIR, M., NONELLI, E. J.: *Basic Gas Chromatography*. 1 ed. California 1967
- [9] ZÁBRANSKÁ, J., KOSOVÁ, B.: *Sb. Anaerobní fermentace*, Bechyň, 1981, Čsl. spol. mikrobiol. ČSAV, Praha 1982, s. 169
- [10] PECK, H. D., ODOM, M.: *Annual Report on Ferm. Proc.*, 5, New York 1982, s. 375
- [11] Kolektív autorov: *Biotechnology Group Meeting Extremophiles*. *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, 42, 1988, s. 289

Lektoroval Doc. Ing. Jan Páca, CSc.

LONGAUEROVÁ, D. - BARÁTHIOVÁ, I. L. - HERAIN, J. - BUŠÁNYOVÁ, K. - GODÓ, Š.: *Nebezpečné mikrobiologické procesy v zásobnej nádrži polobuničiny*. *Kvas. prům.*, 38, 1992, č. 8, s. 236 - 240

Skumali sa príčiny explózie zásobnej nádrže NSSC polobuničiny (neutrálnej sulfitovej semichemickej celulózy) v Juhoslovenských celulózkach a papierňach v Štúrove. Vzhľadom na používanú technológiu v zásobnej nádrži neustále prebiehajú mikrobiologické procesy. Zistili sme, že polobuničina i riediaci voda sú značne mikrobiologicky kontaminované, pričom anaeróbne baktérie produkujúce výbušné plyny, najmä vodík, a tiež sulfán, sú významnou zložkou bakteriálnej mikrobiológie.

Pravdepodobnou príčinou explózie nádrže bolo vznietenie  $H_2$  prípadne  $H_2S$  v dôsledku zmiešania so vzduchom v určitom pomere alebo vznikom iskry v dôsledku elektrostatickej energie. I za bežnej prevádzky je pravdepodobne produkovaný vodík v nízkej koncentrácii. S predĺžením zdržnej doby a zmenami v technologickom režime môže sa produkcia výbušných plynov výrazne zvýšiť, pričom dosiahnutá koncentrácia môže byť už riziková z hľadiska bezpečného chodu prevádzky.

Лонгауерова, Д. - Баратова, Г. - Герань, И. - Бушаньова, К. - Годо, Ш.: *Опасные микробиологические процессы в запасном резервуаре полуклетчатки*. *Квас. прум.*, 38, 1992, № 8, стр. 236 - 242

Исследовались причины взрыва запасного резервуара НССЦ полуклетчатки (нейтральная сульфитная семихимическая целлюлоза) в Югославском хлопчатобумажном заводе в г. Штурово. Ввиду применяющейся технологии в запасном резервуаре непрерывно протекают микробиологические процессы. Мы открыли, что полуклетчатка и разбавляющие воды до значительной степени микробиологически загрязнены, причем анаэробные бактерии, производящие взрывчатые газы, особенно водород и также сульфид, являются значительной компонентой бактериальной микрофлоры.

Вероятной причиной взрыва было воспламенение  $H_2$  вследствие смешивания с воздухом в определенном отношении или возникновением искры в силу электростатической энергии. И при нормальном ходе производства, по всей вероятности, возникающий водород находится в низкой концентрации. С продолжением времени удержки и изменениями в технологическом режиме возникновение взрывчатых газов может выразительно повыситься, причем достигнутая концентрация может быть уже рискованной с точки зрения безопасного хода производства.

LONGAUEROVÁ, D. - BARÁTHIOVÁ, I. L. - HERAIN, J. - BUŠÁNYOVÁ, K. - GODÓ, Š.: *Dangerous Microbial Processes in a Storage Tank with Cellulose*. *Kvas. prům.* 38, 1992, No. 8, pp 236 - 240

This study was focused on reasons resulting in the explosion in a storage tank with neutral sulphite cellulose in South Slovakia Cellulose and Paper Plant in Štúrovo. With respect to the technology used microbial processes continuously proceeds in the storage tank. It was found that

cellulose as well as dilution water are contaminated with microorganisms. Anaerobic bacteria produce explosion gases such as hydrogen and hydrogen sulphide. As a reason of the explosion was the ignition of  $H_2$  and  $H_2S$  mixed with air due to a spark resulting from the electrostatic energy. Hydrogen is formed during every conditions. However, when the time of retention of particles in the tank is prolonged the production of explosion gases significantly increases and can mean the higher risk for the procedure.

**LONGAUEROVÁ, D. - BARÁTHIOVÁ, II. - HERAIN, J. - BUŠÁ-  
NYOVÁ, K. - GODÓ, Š.:** Gefährliche mikrobielle Prozesse in dem  
Halbzellstoff-Vorratsbehälter. Kvas. prům. 38, 1992, Nr. 8, S. 236 - 240

Es wurden die Ursachen einer Explosion in dem Halbzellstoff-  
NSSC-Vorratsbehälter (Neutrale Sulfit - semichemische Cellulose) in der

Südslowakischen Cellulose- und Papierfabrik in Štúrovo studiert. In Abhängigkeit von der angewandten Technologie verlaufen in dem Vorratsbehälter fortwährend mikrobiologische Prozesse. Wir stellten fest, daß der Halbzellstoff und die Verdünnungswässer mikrobiologisch stark kontaminiert sind, wobei die anaeroben Bakterien, welche explosive Gase, vor allem Wasserstoff und auch  $H_2S$  produzieren, einen wesentlichen Teil der bakteriellen Mikroflora bilden.

Als wahrscheinliche Explosionsursache wurde die  $H_2$  - bzw.  $H_2S$ -Entzündung infolge der Vermischung mit Luft in einem bestimmten Verhältnis oder der Funkenbildung aufgrund elektrostatischer Energie bezeichnet. Während des normalen Betriebs hält sich das Niveau des produzierten Wasserstoffs auf einer niedrigen Konzentration. Mit der Verlängerung der Aufbewahrungszeit und Änderungen des technologischen Regimes kann sich die Gasproduktion markant erhöhen, wobei eine vom Standpunkt der Betriebssicherheit riskante Konzentration erreicht werden kann.