

## Využitie ozónu na dezinfekciu oplachovacích vôd z umývačiek fliaš pivovarského priemyslu

JÁN OLEKŠÁK

Súhrn. V práci sa uvádzajú výsledky pokusov s ozonizovaním oplachovacích odpadových vôd z umývačiek obalového materiálu, inštalovaných v nápojovom priemysle, aby sa upravená oplachová voda mohla využiť v recirkulačných systémoch potravinárskeho priemyslu.

Tabuľky a obrázok znázorňujú výsledky pokusov, časový rozpad ozónu v oplachovacej vode a kvalitu oplachovacej vody po úprave ozónom.

Jedným z opatrení, ktoré prinášajú podstatné zníženie potreby vody v prevádzkach potravinárskeho priemyslu, je zavádzanie recirkulačných systémov. Recirkulácia technologickej vody znižuje nielen nároky na potrebu čerstvej vody, ale podstatnou mierou znižuje aj množstvo vypúšťaných odpadových vôd do tokov, resp. kanalizácie.

Ako zdroj vody pre recirkulačné systémy možno využiť okrem iných aj oplachovacie odpadové vody z umývačiek obalov (pivovarský, resp. vinársky priemysel). Vzhľadom na to, že tieto vody svojím zložením patria do triedy čistoty Ia, t. zn., že sú to vody veľmi čisté, možno ich po nenáročnej úprave opäť využiť. V spolupráci s VÚVH Bratislava sa robili pokusy s ozonizovaním oplachovacej vody na zistenie vplyvu ozónu na oplachovacie vody a možnosti takto upravenú vodu opäť využiť.

### Experimentálna časť

Vzorky oplachovacej vody boli sytené ozónom cez fritu 5, resp. 10 min. Prebytočný ozón sa zachytával v dvoch premývačkách zapojených za sebou do 100 ml 2,5 % KI. V časovom slede, uvedenom pri jednotlivých pokusoch, odoberali sa tieto vzorky ozonizovanej vody:

Ing. Ján Olekšák, Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava.

- 100 ml na stanovenie ozónu vo vode,
- 100 ml na mikrobiologický rozbor.

Do vzorkovnice na mikrobiologický rozbor sa na likvidáciu prebytočného ozónu pridával  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pevný v prebytku, resp. 0,01 N roztok v potrebnom množstve podľa zistenia filtráciou v paralelnej vzorke.

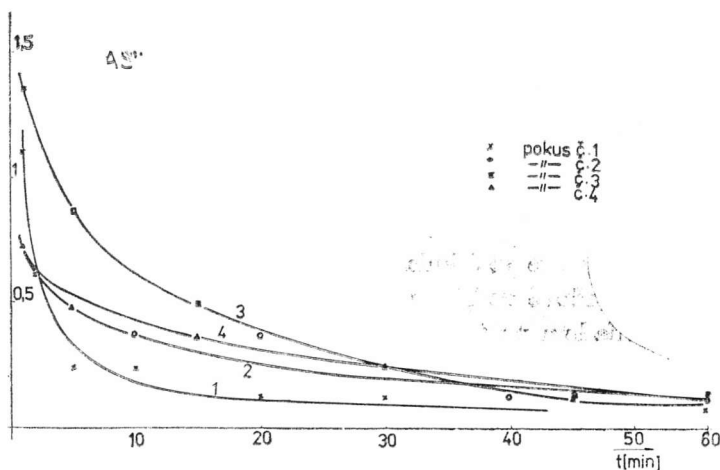
Na určenie chemickej spotreby ozónu vo vode sa robil skrátený chemický rozbor vzoriek v ukazovateľoch, ktoré sa oxidáciou môžu meniť ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , oxidovateľnosť).

Okrem toho sa sledovala pH, alkalita a acidita.

Uskutočnili sa tieto rozborov:

- pred ozonizáciou — zo zvyšku vzoriek na mikrobiologický rozbor,
- po ozonizácii — na konci časového sledu.

Výroba ozónu sa sledovala pred syténím vody ozónom a po ňom. Ozón sa vyrábala z kyslíka laboratórnym ozonizátorom (fa Fischer, Švajčiarsko).



Obr. 1. Časová závislosť rozpadu ozónu vo vode.  
Fig. 1. Ozone decomposition in water depending on time

Bilancia ozónu ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ):  $m_1$  — množstvo výrobného ozónu;  $m_2$  — množstvo prebytočného ozónu, úlet;  $\Delta m = m_1 - m_2$  — množstvo zachyteného ozónu v 2 l vody;  $m_3 = \Delta m/2$  — množstvo zachyteného ozónu v 1 l vody;  $\Delta M = m_3 - m_4$  — spotreba ozónu vo vode;  $m_4$  — množstvo prebytočného ozónu vo vode na začiatku sledovania rozpadu v čase,  $t = 1$  min.

Pokus s ozonizáciou oplachovacej vody sa robil v priebehu jedného dňa 3-krát (typ umývacieho stroja BW, Anglicko, inštalovaný v n. p. Pivovar Bratislava).

## Výsledky a diskusia

A. Pri pokuse 1 boli 2 l oplachovacej vody sytené ozónom 5 min. Dávka ozónu bola  $3,29 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ . Po skončení sytenia bola koncentrácia ozónu vo vode  $m_f = 1,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ . V priebehu sytenia sa vo vode spotrebovalo  $2,19 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  ozónu. Ďalší priebeh rozpadu ozónu znázorňuje obrázok 1 (krivka 1) a tabuľka 1, kde sú zároveň uvedené výsledky mikrobiologických rozborov. Pod označením je uvedený mikrobiologický rozbor vody pred ozonizáciou.

Tabuľka 1

Table 1

Doba rozpadu <sup>(1)</sup> $t$ [min]	SV	1	2	5	10	20	30	40
Ozón vo vode <sup>(2)</sup> $[\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}]$	—	1,1	0,61	0,24	0,24	0,12	0,12	—
Koliformné baktérie v 100 ml <sup>(3)</sup>		0	0	0	—	0	0	0
Psychrofilné baktérie v 1 ml <sup>(4)</sup>	310	28	17	11	—	4	3	7
Mezofilné baktérie v 1 ml <sup>(5)</sup>	270	76	21	9	—	—	27	12

<sup>(1)</sup>Decomposition time; <sup>(2)</sup>Ozone in water; <sup>(3)</sup>Coliform bacteria in 100 ml; <sup>(4)</sup>Psychrophilic bacteria in 1 ml; <sup>(5)</sup>Mesophylic bacteria in 1 ml.

V pokuse 2 bolo 2 l oplachovacej vody sytené ozónom 10 min. Dávka ozónu bola  $3,78 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  a spotreba ozónu vo vode počas sytenia bola  $3,05 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ . Výsledky pokusov 2 uvádza tabuľka 2. Rozpad ozónu vo vode znázorňuje obrázok 1 (krivka 2).

Tabuľka 2

Table 2

Doba rozpadu <sup>(1)</sup> $t$ [min]	1	5	10	20	40	60
Ozón vo vode <sup>(2)</sup> $[\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}]$	0,73	0,49	0,37	0,37	0,12	0,12
Koliformné baktérie v 100 ml <sup>(3)</sup>	0	0	0	0	—	0
Psychrofilné baktérie v 1 ml <sup>(4)</sup>	3	2	4	0	—	3
Mezofilné baktérie v 1 ml <sup>(5)</sup>	1	2	2	1	—	20

<sup>(1)</sup>Decomposition time; <sup>(2)</sup>Ozone in water; <sup>(3)</sup>Coliform bacteria in 100 ml; <sup>(4)</sup>Psychrophilic bacteria in 1 ml; <sup>(5)</sup>Mesophylic bacteria in 1 ml.

B. Pri pokuse 3 boli 2 l vzorky oplachovacej vody sytené ozónom 5 min. Dávka ozónu bola  $3,17 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  a spotreba ozónu vo vode počas sytenia bola

1,82 mg . l<sup>-1</sup>. Výsledky sledovania sú v tabuľke 3. Rozpad ozónu znázorňuje obrázok 1 (krivka 3).

Tabuľka 3

Table 3

Doba rozpadu <sup>(1)</sup> t [min]	SV	1	5	15	30	45	60
Ozón vo vode <sup>(2)</sup> [mg . l <sup>-1</sup> ]	—	1,35	0,86	0,49	0,14	0,12	0,12
Koliformné baktérie v 100 ml <sup>(3)</sup>	0	0	0	0	0	0	0
Psychrofilné baktérie v 1 ml <sup>(4)</sup>	250	0	0	2	3	2	0
Mezofilné baktérie v 1 ml <sup>(5)</sup>	92	1	1	0	2	3	0

<sup>(1)</sup>Decomposition time; <sup>(2)</sup>Ozone in water; <sup>(3)</sup>Coliform bacteria in 100 ml; <sup>(4)</sup>Psychrophilic bacteria in 1 ml; <sup>(5)</sup>Mesophylic bacteria in 1 ml.

Pri pokuse 4 bol 1 l oplachovacej vody sytený ozónom 5 min v úzkom valci, čím sa zabezpečil dlhší styk vody s ozónom. Pri tomto pokuse sa nerobil mikrobiologický rozbor. Tabuľka 4 uvádza priebeh rozpadu ozónu vo vode. Dávka ozónu bola 10,87 mg . l<sup>-1</sup> a spotreba ozónu vo vode 5,73 mg . l<sup>-1</sup>.

Tabuľka 4

Table 4

Doba rozpadu <sup>(1)</sup> t [min]	0,5	2	15	30	45	60	75	90
Ozón vo vode <sup>(2)</sup> [mg . l <sup>-1</sup> ]	5,14	4,4	1,96	0,98	0,61	0,24	0,12	0,12

<sup>(1)</sup>Decomposition time; <sup>(2)</sup>Ozone in water.

C. V pokuse 5 boli 2 l oplachovacej vody sytené 5 min ozónom. Dávka ozónu bola 4,27 mg . l<sup>-1</sup> a jeho spotreba vo vode bola 3,54 mg . l<sup>-1</sup>. Výsledky pokusu uvádza tabuľka 5, rozpad ozónu znázorňuje obrázok 1 (krivka 4).

Tabuľka 5

Table 5

Doba rozpadu <sup>(1)</sup> t [min]	SV	1	5	15	30	45	60
Rozpad ozónu <sup>(2)</sup> [mg . l <sup>-1</sup> ]	—	0,73	0,49	0,37	0,24	0,12	0,12
Koliformné baktérie v 100 ml <sup>(3)</sup>	0	0	0	0	0	0	0
Psychrofilné baktérie v 1 ml <sup>(4)</sup>	53	6	13	2	0	21	0
Mezofilné baktérie v 1 ml <sup>(5)</sup>	170	1	4	6	11	23	1

<sup>(1)</sup>Decomposition time; <sup>(2)</sup>Ozone in water; <sup>(3)</sup>Coliform bacteria in 100 ml; <sup>(4)</sup>Psychrophilic bacteria in 1 ml; <sup>(5)</sup>Mesophylic bacteria in 1 ml.

Tabuľka 6 uvádza výsledky chemického rozboru vôd pred ozonizáciou a po nej. Pri pokuse 4 mala voda po ozonizácii pH 8,46 a alkalita sa znížila až na hodnotu 2,0 mmol . l<sup>-1</sup>.

Tabuľka 6

Table 6

Pokusy <sup>(1)</sup>	pH	Alkalita <sup>(2)</sup> [mmol.l <sup>-1</sup> ]	Oxidova- teľnosť <sup>(3)</sup> [mg . l <sup>-1</sup> ]	Fe	Mn	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
					[mg . l <sup>-1</sup> ]		
Pred ozonizáciou	9,3	3,25	2,86	0,15	0	0,02	0,65
A Po ozonizácii <sup>(4)</sup>	8,95	3,1	2,44	0,1	0	stopy <sup>(5)</sup>	0,35
Pred ozonizáciou	8,9	3,45	2,48	0,15	0	0,015	0,535
B Po ozonizácii	8,65	3,3	2,04	0,1	0	0	0,335
Pred ozonizáciou	9,17	31,15	2,72	0,15	0	0,024	0,326
C Po ozonizácii	8,95	3,05	2,51	0,1	0	stopy	stopy

(<sup>1</sup>)Experiments; (<sup>2</sup>)Alkalinity; (<sup>3</sup>)Oxidability; (<sup>4</sup>)A, B, C — Before ozonizing, After ozonizing; (<sup>5</sup>)Traces.

Ozonizácia pri dávke ozónu od 2 mg . l<sup>-1</sup> upravuje oplachovaciu vodu zo stránky mikrobiologickej tak, že vyhovuje kritériám pre pitnú vodu podľa ČSN 83 0611. Dávka ozónu závisí od koncentrácie látok, ktoré sa ozónom oxidujú. Nemala by presiahnuť 3 mg . l<sup>-1</sup>.

Ozón sa spotrebúva aj na oxidáciu organických látok, amoniaku a dusitanov. Okrem toho zoxidovalo aj prítomné železo.

Pri pokusoch sa zistil vplyvom ozonizácie aj pokles alkality vody. Je predpoklad, že tento pokles spôsobilo štiepenie organických saponátov a pôsobenie ozónu.

Využitie úpravy vody iba pomocou ozonizácie prichádza do úvahy v prípadoch, keď sa vyžaduje mikrobiologicky nezávadná voda, pričom zvýšený parameter pH proti norme ČSN nie je na závalu.

Pri využití ozonizácie treba rátať s potrebným časom zdržania vody. Vodu treba akumulovať minimálne 30—40 min. V opačnom prípade by sa z oplachovacej vody uvoľňoval zvyškový ozón v množstve, ktoré by mohlo ohroziť pracovné prostredie (v pivovarochoch napr. narušiť oxidačno-redukčné procesy pri výrobe piva).

## Literatúra

1. OLEKŠÁK, J.: Recirkulácia oplachovacích vôd a neutralizácia mycích vôd z umývačiek fliaš. Priebežná správa. Bratislava, VÚP 1982.
2. NOVÁK, Z.: Některé výsledky aplikovaného výskumu ozonizace pitných vod. Zborník z konferencie, Praha 1972.

3. ŽAČEK, L.: Příspěvek ke kinetice rozpadu a spotřeby ozónu ve vodě. Zborník z konferencie. Ústí nad Labem 1976.
4. Alternativní zajišťování dezinfekce sekundárních odpadních vod ozonem. STI, 20, 1977, č. 2.
5. Ozonizace a sterilování vody pro nealkoholické nápoje. STI, 18, 1975, č. 2.
6. ŽAČEK, L.: Chemické a technologické procesy úpravy vody. Praha, SNTL 1981.

### **Использование озона для дезинфекции отработанной воды из посудомоечного оборудования пивоваренной промышленности**

#### **Р е з ю м е**

В работе приводятся результаты опытов по озонированию промывной отработанной воды из посудомоечного оборудования, установленного на заводах по производству напитков, с целью ее использования в системе рециркуляции.

В таблицах и графиках даны результаты опытов, разложение озона в промывной воде в зависимости от времени и качество промывной воды после обработки озоном.

### **Ozone utilization for disinfection of rinsing waters from bottle washers in brewing industry**

#### **Summary**

This work presents results of experiments with ozonizing the rinsing waters from packing material washers installed in beverage industry, so that the treated rinsing water can be utilized in recirculation systems in food industry.

Results of experiments, ozone decomposition in rinsing water depending on time as well as rinsing water quality after ozone treatment are presented in form of tables and a figure.