

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕЗІНФЕКЦІЙНИХ КАМЕР ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОЗОНУ

Ковальчук І. М., Скиба А. В.

Харківський національний технічний університет імені Петра Василенка

Розглянута методика щодо розрахунку зміни концентрації озону з плином часу, що оснований на подібності розкладання озону та радіоактивних речовин, запропоновано використовувати дані розрахунку для визначення періоду напіврозпаду озону.

Постановка проблеми. Можливості застосування озонних технологій за останні двадцять років значно розширилися. Озон здебільшого активно застосовують в якості самого чистого окислювача, фунгіцида, дезодоранта і дезінфектанта, високоефективного щодо знищення багатьох патогенних мікроорганізмів. Але в концентраціях вище допустимих озон токсичний для людини і тварин. Роль озону сьогодні настільки значна, що Міжнародна Антидиоксинова Асоціація запропонувала оцінювати ступінь промислової розвиненості й цивілізованості держави по кількості зробленого й спожитого ними озону.

Здебільшого основною перевагою озону є те, що він являє собою, безумовно, самий екологічно чистий окиснювач, фунгіцид, дезодоратор і дезінфектант. Крім вираженої здатності знищення бактерій озон, на відміну від хлору, має високу ефективність і в знищенні вірусів, спор, цист, а також багатьох інших патогенних мікроорганізмів [1, 2].

Однак озон токсичний і відноситься до речовин I-го класу небезпеки [4]. Озон, який є в повітрі вище граничної концентрації, що допускається (ГДК 0,1 мг/м³), впливає на організм людини й тварин, хоча в малих концентраціях він безпечний. Більше того, повна його відсутність негативно позначається на працездатності людини [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі методичні рекомендації щодо застосування озону для деяких технологій (наприклад, обробки інкубаційних яєць, або оборотної тари на птахофабриках), розроблені наприкінці минулого сторіччя, значно застаріли [5].

В основному застосування традиційних електроозонаторів здійснювалося за схемою: фільтрація зовнішнього повітря – осушка до крапки роси не нижче 40° С – синтез озону – обробка об'єкта в замкненому герметичному об'ємі – вентиляція замкненого об'єму з метою видалення надлишкового озону. При використанні такої технології були відзначені випадки витоку озону з камер обробки, сильна корозія встаткування, руйнування гумових виробів (колеса візків) і ізоляції електропроводки. Робочі концентрації доходили до 300 мг/м³ і вище. При використанні, наприклад, електроозонатора коронного розряду, останній розташовується безпосередньо в об'ємі, що підлягає обробці. Для прогону озонно-повітряної суміші в електроозонаторі використовують високопродуктивний вентилятор. Кратність циркуляції встановлюють не менше 10. У цьому випадку перепаду тиску між камерою й зовнішніми приміщеннями немає. Озонно-повітряна суміш попросту циркулює в камері, практично не міняється й вологість у камері [5].

Таким чином приймемо наступні вихідні параметри для створення моделі динаміки заповнення приміщення (камери) озonom: $V_{ок} = 10 \text{ м}^3$ - об'єм камери; $W_{ком} = 10 \text{ м}^3/\text{год}$ - продуктивність компресора; $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура в камері; $t = 1 \text{ год}$ - експозиція; $P_{атм} = 760 \text{ мм рт. ст}$.

Надлишковий тиск у камері визначається за формулою:

$$P = RT / V_{ок} + W_{ком} = 246 \text{ Па} , \quad (1)$$

де $R=8,314$ – універсальна газова постійна.

Це відповідно досить значний перепад тиску, що робить експлуатацію дезінфекційних камер небезпечною.

Мета статті. Пропонується формула для розрахунків зміни концентрації озону в часі, що припускає розкладання озону подібно з розкладанням радіоактивних речовин, і запропоновано використовувати ці дані для визначення періоду напіврозпаду.

Наше завдання: зрівняти експериментальні дані й запропоновану методику.

Значення концентрації озону D у закритому приміщенні (камері) при умові, що в ньому працює електроозонатор, а $t \rightarrow \infty$:

$$D = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{[1 + \beta - \alpha Q + \lambda M]V} , \quad (2)$$

де $M_0(O_2)$, кг - масовий вміст кисню у вихіднім повітрі;

$M = t \cdot Q = 1 \cdot 2,4 = 2,4 \text{ т}$ - загальна маса газу в приміщенні;

$T, \text{ c}$ - період напіврозпаду озону в приміщенні;

$\lambda = 0,693/T, 1/\text{год}$ - константа розпаду озону в нормальних умовах;

α - параметр, що характеризує ступінь розпаду озону, що вдруге потрапив у зону розрізу електроозонатора.

По рівнянню балансу для загальної маси озону в приміщенні (камері) $M(O_3)$ проведені розрахунки залежності концентрації озону в приміщенні (камері) від часу роботи озонатора при зазначених вище параметрах і різних α (1,0; 0,9; 0,7; 0,5; 0). На рис. 1 наведена крива при значенні $\alpha = 0,7$ (суцільна лінія) і експериментальна крива росту концентрації озону в приміщенні об'ємом 9,0 м³ де працює електроозонатор (пунктирна лінія). Як видно з рис. 1, при такому значенні параметра α експериментальна та розрахункова криві мають задовільний збіг.

Якщо припустити, що в об'ємі приміщення (камери) V відбувається ідеальне перемішування газу, то вірне співвідношення:

$$\frac{mO_2}{Q} = \frac{MO_2}{M} \quad (3)$$

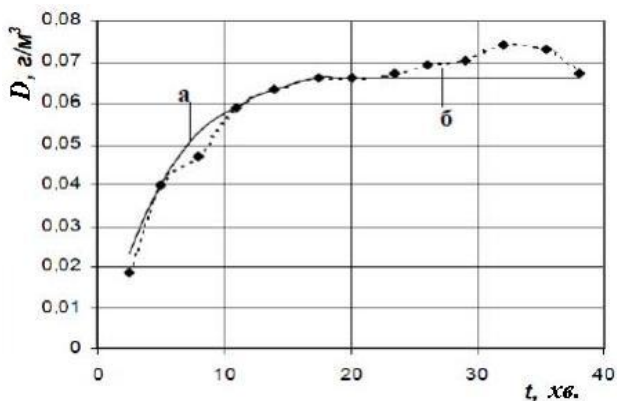


Рисунок 1 - Зміна концентрації озону в приміщенні від часу роботи озонатора:
а – розрахункова залежність; б – експериментальна

З фізичних констант повітря відомо, що при $T^o = 0^o C$ вага $1 m^3$ повітря $m=1,2929$ кг; при $T^o = 20^o C$ вага $1 m^3$ повітря $m=1,2047$ кг.

Вміст кисню в повітрі 21 %, отже,

$$M(O_2) = V \cdot m \cdot 0,21 = 10 \cdot 1,2047 \cdot 0,21 = 2,53 \text{ кг} = 2530 \text{ г} \quad (4)$$

З формули (2) виражаємо λ .
При підстановці одержимо

$$\lambda = 4,449, T = 0,693 / \lambda = 0,15 \text{ год.} \approx 9 \text{ хв.} \quad (5)$$

Побудуємо розрахункову залежність зміни концентрації озону від часу напіврозпаду (рис. 2).

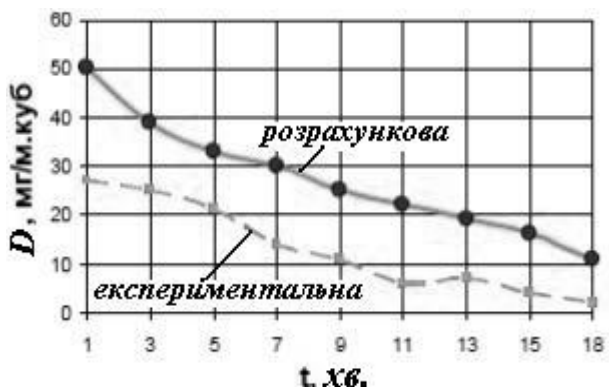


Рисунок 2 - Розрахункова та експериментальна залежність зміни концентрації озону від часу

Із цієї залежності видно, що період напіврозпаду в результаті експерименту $T \approx 8$ хв., із чого випливає висновок, що запропоновану методику можна використовувати в розрахунках.

Висновки. Таким чином, запропонована методика здатна реально описувати результати проведених дослідів.

На сьогодні викид озону в зовнішнє середовище вище граничної концентрації $3,3 \text{ мкг/м}^3$ заборонений. Тому для безпечної експлуатації електроозонаторів необхідно використовувати зону розкладання озону для обробки до досягнення тієї концентрації, вище якої необхідні вже спеціальні заходи для прискореного розкладання озону.

Список використаних джерел

1. Ковальчук І. М. Дегазация и дезинфекция помещений с помощью озона / И. М. Ковальчук, В. Д. Зинченко, В. И. Голота // Труды семинара "Инновационные технологии и технические решения для борьбы с терроризмом". – Харьков, 2002. – С. 84-85.
2. Ковальчук І. М. Деклараційний патент на винахід "Пристрій для санітарно-гігієнічної обробки повітря" / І. М. Ковальчук, В. Д. Зинченко, В. І. Голота // Бюлетень. – 2004. – №6. – Київ, Україна.
3. Ковальчук І. М. Плазмохимические технологии в очистке воздуха / И. М. Ковальчук, В. Д. Зинченко, О. Н. Уварова // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Динаміка наукових досліджень", 21-30 червня 2004. – Т. 33. – Екологія. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – С. 30-32.
4. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Измененная редакция. Изм. N 2. – С. 2–3.
5. Четвергов Н. А. Расчёт динамических характеристик концентрации озона в воздухе помещений при работе в них озонаторов различной производительности / Н. А. Четвергов, Н. С. Безруких, Е. Г. Безруких. – М.: Техническая физика. НПО "Пульсар", 2005. – С. 111 – 115.

Аннотация

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЕЗИНФЕКЦИОННЫХ КАМЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНА

Ковальчук И. М., Скиба А. В.

Рассмотрено методику для расчета изменения концентрации озона во времени, основанная на схожести разложения озона и радиоактивных веществ, предложено использовать эти данные для определения периода полураспада озона.

Abstract

SAFE OPERATION OF DISINFECTION CHAMBERS USING OZONE

I. Kovalchuk, A. Skiba

The methods for calculation of the change to concentrations of ozone at time is considered, she founded on similarities of the decomposition of ozone and radioactive material, is offered to use these given half-life for determination of ozone.