

УДК 547.238.541.127/128

О.О. Шевцова, Т.О. Жадан, А.М. Грек, С.М. Коваленко

Харківський інститут танкових військ Національного технічного університету "ХПІ", Харків

## ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕКИСНИХ СПЛУК В РЕЦЕПТУРАХ ДЕГАЗАЦІЇ ТА ДЕЗІНФЕКЦІЇ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ АГЕНТІВ, ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН (огляд літератури)

*Представлено літературний огляд з використання перекисних сполук у рецептурах знезараження хімічних, біологічних агентів і токсикантів різної природи. Наявно показана перспективність і актуальність дослідження даного класу сполук, зокрема, пероксикислот з метою створення нових унікальних рецептур дезінфекції широкого спектру дії.*

*дезінфекція, знезараження, перекисні сполуки*

### Вступ

Після підписання в 1993 році "Женевської конвенції", яка передбачає знешкодження запасів бойових отруйних речовин та заборону розробки нових зразків хімічної зброї, зменшилась імовірність застосування у воєнних цілях табельних отруйних речовин. У той же час зберігається та посилюється можливість ураження людей під час непередбачуваних ситуацій високотоксичними сполуками: хімічними токсичними матеріалами, фітотоксикантами та пестицидами, диверсійними агентами та іншими речовинами, які здатні в особливих умовах формувати значні зони хімічного та біологічного зараження. Тому необхідна ревізія й модернізація всього комплексу засобів та методів дезінфекції та дегазації хімічних та біологічних агентів.

**Аналіз літератури.** Основним методом дегазації та дезінфекції на теперішній час є хімічний, який ґрунтується на застосуванні речовин, що мають антитоксичну та антимікробну дію [1, 2]. Розробка нових дезінфікуючих засобів проводиться в основному серед традиційних класів хімічних сполук: хлорактивні сполуки, перекисні сполуки, альдегіди, феноли та спирти, поверхнево-активні речовини (ПАР), йодофори та інші [3, 4].

Як показує світова практика та аналіз патентної літератури за останні 20 – 30 років, робота з хлорактивними, перекисними сполуками, фенолами, альдегідами доцільна лише у плані створення нових композиційних дезінфікуючих препаратів на базі існуючої сировини, які швидко та неозворотно знешкоджують екоотоксиканти різного походження [1 – 3].

З цієї точки зору особливий інтерес викликають системи на основі перекисних сполук завдяки їх високій реакційній здатності та селективності оксидативної дії [1 – 4].

До складу багатьох рецептур та стерилізуючих композицій входять водні розчини перекису водню, які широко застосовуються як дегазаційні та дезінфікуючі засоби [5 – 10]. Недоліком перекису водню є його швидке розкладання в присутності білків та інших речовин та недостатня ефективність. Одним з

перспективних напрямків активізації перекису водню є перетворення його у пероксикислоти [11]. Як активатори перекису водню можуть бути використані бікарбонати, силікати, нітрити, молібдати, фталати та інші сполуки [4, 12].

Для збільшення терміну придатності дезінфікуючого засобу, що містить перекис водню і пероцтову кислоту, автори [12] пропонують вводити додатково 35 %-вий перекис водню у кількості 9 – 16 моль на 1 л дезінфікуючого засобу.

У французькій заявці для дезінфекції медичного устаткування пропонується рецептура, у яку входять: оцтова кислота, перекис водню, пероцтова кислота, ПАР, а також інгібітори корозії (фосфати, отофосфати, гідрофосфати лужних металів), рН композиції дорівнює 7 [13].

З метою захисту від корозії, що породжується пероксикислотами, пропонується до складу розчинів, що очищують інтегральні схеми, вводити пероксиди алкандіолів (0,1 – 100 %), диметилфталат (стабілізатор), спирт (понад 1 %) [14].

Для знезараження будинків патентується рідка бактерицидна дегазаційна сполука, яка може бути перетворена у стійкий аерозоль з високою цільністю й ефективною дією [15]:

- перекис водню – 0,5 – 60 %;
- гідроперекис третбутилу – 0,5 – 60 %;
- ПАР – до 10 %.

Молекулярне співвідношення: перекис водню/гідроперекис третбутилу – від 1:10 до 10:1.

Перспективним є розроблений в Одеському політехнічному інституті препарат Дезоксон [16], діючою основою якого є пероцтова кислота і перекис водню. Дезоксони синтезовані під час взаємодії крижаної оцтової кислоти і 50 % перекису водню з використанням крижаної оцтової кислоти як каталізатора під час охолодження до 10 °С з наступним витриманням суміші, що утворилася, при 18 – 20 °С та трансформацією на вугільних носіях.

Інтерес викликає патент ФРН 3205318, у якому описаний дезінфікуючий засіб на основі перекису водню (1 – 15 % ваг.), кислоти сполуки фосфору, комплектоутворювача і тензида.

У патенті ФРН 3702983 заявлені рідкі дезінфікуючі препарати на основі алканолу і пероксида водню, що можуть містити більше одного C2 – C8 спирту, пероксид водню або сполуку, що утворює у рідкій фазі пероксид, одну або більше бактерицидну азотмістку органічну сполуку, як мінімум один бактерицид фенольного похідного і додаткові активні компоненти і/або допоміжні речовини.

Особливий інтерес викликають розчини, які містять солі пероксикислот: перборати, персульфати, пероксида натрію й інших лужних металів. У безводному середовищі вони являють собою силікони, які не здатні утворювати іони, а у водному середовищі – гелі, глицериноподібні пасти. Під час стикання сполуки з водою пероксида розкладаються з утворенням відповідної солі O-2, що забезпечує активну дію сполуки. Для використання даної сполуки запропоновано використовувати тубу, у нижній частині якої поміщають композицію, а у верхню з вихідним отвором – водне середовище [17]. Нижня частина туби з'єднана з вихідним отвором трубочкою. Під час стиску туби відбувається одночасний вихід обох компонентів і їх змішання з протіканням відповідної реакції з виділенням O-2.

Авторами [18] запропоновані сполуки у виді концентратів, які під час розведення утворюють розчини для дезінфекції і стерилізації медичних інструментів, що включають джерело перекисів: перекис водню, перборат натрію, пероксисульфат калію, до якого додаються буфер (лимонна кислота), стійкий до окислювання ПАР, хелат металу. Сполуки формують у вигляді одного упакування з порошком для розчинення або двох упакувань (з рідкою і рідко-твердою) речовиною для змішання і/або розчинення.

Також повідомляється про використання системи захисту нового покоління з двох розчинів (PB-60), систем, які ґрунтуються на застосуванні принципів сорбції, що включають рецептури, які містять перекиси, а також емульсії алкоголятів в апротонних розчинниках для санобробки особового складу й озброєння після впливу хімічних і біологічних агентів [19].

Викликають інтерес дослідження з використання перекису водню для розкладання вибухових речовин [20] і утилізації отруйних речовин шкірно-нарівної дії типу люїзит [21]. У роботі [8] пропонується використовувати пероксид водню в складі рецептур для нейтралізації металевих поверхонь, ґрунтів та водних розчинів, забруднених компонентами ракетного палива – несиметричного диметилгідрозина та продуктами його трансформації.

Національні лабораторії SANDIA (США) пропонують рецептуру SNL на основі персульфатів. Це перша відома рецептура, яка ефективна для широкого спектра хімічних і біологічних агентів, бактерій, вірусів та бактеріальних спор [22].

Рецептура дозволяє знищувати токсичні речовини різноманітними способами й у різних фазах. Одна з форм, що застосовується, нетоксична, неко-

розійна водна піна з високою фізичною стабільністю для швидкої нейтралізації токсикантів, особливо хімічних і біологічних агентів. Рецептатура піни ґрунтується на розчиненні важкорозчинних токсикантів, що значно збільшує швидкість реакції з нуклеофільними реагентами. Склад рецептури включає м'який агент, що окислює, для нейтралізації біологічних токсикантів і жирних спиртів та водорозчинні полімери для збільшення фізичної стабільності піни.

Ця рецептура показала здатність нейтралізувати токсиканти взагалі, у вигляді аерозолі і пари, нею можна обробляти відкриті площадки, устаткування, будинки. Рецептатура може використовуватися для дезінфекції як живих, так і неживих об'єктів.

Даним винаходом передбачені альтернативні методи розгортання піни. Піна – не що інше, як рідкий розчин з газоподібною фазою (у даному випадку це повітря), пропущеною через нього.

Ця сполука може використовуватися у виді аерозолі і туманів. Мета цих альтернативних методів застосування в мінімізації кількості води, яка необхідна для відновлення ресурсів навколишнього середовища. Сполука також може поширюватися через установки, що розприскують, такі, як MASS (Mobile Aerial Spray System) [22]. Майже 99 % нейтралізації імітатора G-агента (дифенілхлорфосфат) була досягнута після 1-годинної обробки туманом під час досліджень на всіх досліджуваних поверхнях.

Для імітатора сибірської виразки повна нейтралізація була досягнута після 4 послідовних обробок. У табл. 1 приведені оптимальні значення рН для розкладання хімічних та біологічних агентів.

Таблиця 1

Оптимальні значення рН для розкладання хімічних і біологічних агентів

Агент	Оптимальне значення рН
G-агенти (зарин, зоман, табун)	8,0
Іприт	8,0
VX	10,5
Сибірська виразка	8,0

Дезінфікуючі засоби у твердій формі (порошки, гранули, таблетки) мають перевагу перед аналогічними засобами в рідкій формі (розчини, концентрати, емульсії), тому що зручні для транспортування і зберігання. Вони простіше та точніше дозуються, особливо таблетки, менш небезпечні під час інгаляційного впливу і при потраплянні на шкіру. Речовини у твердій формі, як правило, більш стабільні під час збереження. Тому однією з основних задач під час створення або удосконалення дезінфікуючих засобів на даний час є розробка їх твердої форми. У цьому плані викликають інтерес дезінфікуючі препарати нового покоління на основі твердих форм перексиду водню – персульфатів [4, 17].

Як носій перексиду водню використовуються неорганічні солі: фториди калію, барію, амонію, метасілікат натрію, орто- і пірофосфат натрію, су-

льфат натрію та ін. Під час використання фтористого калію як носія пероксиду водню утворюється декілька модифікацій: ПФК-1 (моносольват), ПФК-2 (суміш моно- і дисольвату), ПФК-3 (дисольват), ПФК-4 (трисольват), ПФК-К (моносольват кислого фториду калію) [24]. Усі сольвати являють собою білий порошок з різним ступенем стабільності, який добре розчиняється у воді. Вміст перекису водню у вищезазначених сольватах від 28,0 % до 65,0 %. Усі сольвати можуть бути отримані у вигляді таблеток. Ведеться пошук стабілізаторів, які дозволяють зберегти активність протягом декількох років.

Авторами [24] була досліджена спороцидна активність ПФК-1 і ПФК-2 у відношенні до спор *Vac.anthrax.* і *Vac.thuringiensis.* Було встановлено, що найбільш стабільні результати за часом інактивації спор отримані при використанні 6 і 10 % розчинів ПФК-2. Відпрацьований режим дезінфекції лабораторних та виробничих приміщень під час обробки аерозолем дезінфектанту з розпилювача пульверизаційного типу. Повне знезараження повітря і поверхні виробничого приміщення складало: під час використання 6 % розчину – 2,5 год., 10 % – 1,5 год. Препарат ПФК-2 може бути рекомендований для використання під час дезінфекції лабораторних та виробничих приміщень

У теперішній час, у так званих “green” технологічних процесах, перекис водню замінює високотоксичні сполуки хлору. Проте перекис водню як окисник має нижчу ефективність у розкладанні сульфідів, ніж похідні хлорноватистої кислоти. Одним з перспективних напрямків активації перекису водню є перетворення його в пероксикислоти [26]. Створення пероксикислот відбувається в помірно лужних середовищах та супроводжується утворенням висококонцетраційного гідропероксиданіону. Такі системи є м'якими реагентами широкого спектра дії, тобто повинні як ефективно окислювати сульфідні сполуки, так і розкладати токсичні галоідангідриди й ефіри фосфорних кислот за нуклеофільним механізмом. З цієї точки зору системи H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-активатори є унікальними, оскільки можуть бути використані для розкладання не тільки сульфідів, але і субстратів-екотоксикантів, які належать до різноманітних класів органічних сполук.

## Висновки

Таким чином, підводячи підсумки усьому вищевикладеному, необхідно підкреслити, що перекисні сполуки, у цілому, а також рецептури на їх основі є вельми перспективними, оскільки дозволяють проводити дезінфекцію в м'яких умовах та знезаражувати одночасно супертоксиканти різного походження.

## Список літератури

1. Пути создания эффективных и безопасных антимикробных жидких средств и эволюция общественного восприятия дезинфекционных мероприятий / Бахир В.М., Мотов Б.И., Паничева С.А. и др. // Дезинфекционное дело. – 2004. – № 3. – С. 41-43.

2. Белова В.И., Волков Ю.П. Основные направления исследований в разработке дезинфицирующих средств // Научн. основы дезинфекции и стерилизации. – М.: Медицина, 1991. – С. 13-18.

3. Соколова Н.Ф. Современные дезинфицирующие и стерилизующие средства. Система контроля качества лекарственных препаратов в стратегии GMP // Материалы НПК, Москва, 14 – 17 марта 2000 г. – М.: Центр по биотехнол. мед. и фармацевции. – 2000. – С. 12-13.

4. Пат. 67756347 США, МПК7 С 10 М 137/04. Antimicrobial, beverage compatible conveyor lubricant / Besse Michael E., Herdt Joy G., Hei Rimmerlu L., – Заявл. 08.01.99; Опубликовано. 29.06.04; НПК 508/438. Англ.

5. Пат. 2242249 Россия МПК7 А 61 L 2/16. Способ получения дезинфицирующего средства и дезинфицирующее средство, полученное по этому способу / Максимец В.А. – № 2003118113/13; Заявл. 19.06.03; Опубликовано. 20.12.04 Рус.

6. Заявка 2002113463 Россия, МПК7 С 11 D 1/83. Моющее-дезинфицирующее средство «Тигма-К» / Андреев В.Б., Демидова Л.Д. – № 2002113463/044 Заявл. 23.05.02; Опубликовано. 20.11.03. Рус.

7. Пат. 2234255 Россия, МПК7 С 11 D 1/835, 3/02. Моющее средство для очистки металлической поверхности / Титов В.М., Воронин А.В., Шатов А.А. – № 2003123716/04; Заявл. 28.07.03; Опубликовано. 27.12.04. Рус.

8. Современные средства и методы дезинфекции, применяемые при работе с патогенами // Тез. докл. междунаrodn. семинара. – Киров. – С. 6-9.

9. Пат. 6908628 США МПК7 А 01 N 33/12. Desinfectant and antiseptic composition / Oftraï S.L., Cabrera R.N. – № 10/166017; Заявл. 10.06.02; Опубликовано. 21.06.05; НПК 424/616. Англ.

10. Rrefs E. Spotless and hygienically clean active oxygen / Journal Engl. Ed. – 2005. – 131, № 10. – P. 16 – 22. Англ.

11. Пат. № 22009089 Россия, МПК7 А 61 L 2/16. Способ восстановления дезинфицирующего средства / Смирнов А.В., Лазеба В.А., Мезинцев Б.Н. – № 2001109533; Заявл. 11.04.01; Опубликовано. 27.07.03.

12. Заявка № 2829394 Франция, МПК 7 А 61 L 2/18/ Nouveau procede de preparation d une composition desinfectante, procede de desinfection de dispositifs medicaux et systeme desinfectant a deux elements / Le Rousie D., Gamet J.S. – № 0111796; Заявл. 12.09.01; Опубликовано. 14.03.03.

13. Пат. № 6255266 США, МПК7 С 11 D 9/04, С 11 D 3/00 (НПК 510/175). Alkyldione peroxides as cleaning solutions for water tabs / Gupta S., Choo S.I., Zhou M.S., Ho P. – № 09/659728; Заявл. 11.09.00; Опубликовано. 03.07.01.

14. Пат. № 65000465 США, МПК7 А 01 N 25/22. Disinfecting and sporocidal composition and process for decontaminating buildings / Ronlan Alvin. – Заявл. 04.03.02. Опубликовано. 31.12.02.

15. Давиденко Т.И., Осейчук О.В., Алексева Л.А. Синтез, анализ, трансформация на угольных носителях препарата дезоксон // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса: ОНПУ, 2003. – № 2. – С. 208-212.

16. Титова К.К., Никольская В.П. Дезинфицирующие препараты нового поколения на основе твердых форм пероксида водорода // Инженер. Технолог. Рабочий. – 2002. – № 7. – С. 6 – 13.

17. Заявка 278778 Франция, МПК7 С 01 В 15/055, С 11 D 7/18. Compositions comperant un presel en milieu anhydre, et leurs utilisations // CZEAM Soc. Sarl. – Заявл. 23.12.98; Опубликовано. 03.06.2000. Фр.

18. Заявка 2355198 Великобритания, МПК7 А 01 N 59/14. An aldehyd-free sterilant and disinfectant based in a peroxide source in powder or kit form for mixing and/or

diluting // *MediChem / Inst. Lit.* № 99105140; Заявл. 06.05.99; Оpubл. 18.04.2000. Англ.

19. *In situ generation of hydrogen peroxide and its use for enzymatic degradation of 2,4,6-trinitrotoluene* // Lee Ki Beom, *J. Chem. Technol.* – 2001. – 76, № 8. – P. 811 – 819. Англ.

20. Пат. 2172196 Россия, МПК А 62 D 3/00. Способ утилизации отравляющего вещества кожно-нарывного действия типа лозит // Гормай В.В., Прокопенко В.А. и др. № 99101547//12, Заявл. 25.01.1999, Оpubл. 20.08.2001. Рус.

21. Техническое сообщение. *Formulations for the Decontamination and Mitigation of CB Warfare Agents, Toxic Hazardous Materials, Viruses, Bacteria and Bacterial spores.* MOD 2001-1008M, Issued February 2001. – Colorado, 2001.

22. *Ruthenium-catalyzed oxidation of alkanes with tert-butyl hydroperoxide and peracetic acid* // Murahashi Shun-Ichi, Komiyama Naruyoshi, Oda Yoshiaki / *J. Org. Chem.* – 2000. – 65, № 26. – P. 9186 – 9193. Англ.

23. Пат. № 6521661 США МПК7 А 61 К 31/357, С 07 D 31704(НПК 514/452) *Cyclic peroxides as novel antifungal*

*agents* / Ying C., Chieson K. № 09/909681. Заявл. 20.07.01; Оpubл. 18.02.03.

24. Лепешкин Г.Н., Василькова М.В., Никольская В.Н., Косинов А.Н., Кожевникова В.И. Перспективное дезинфицирующее средство для дезинфекции лабораторных производственных помещений // Тез. докл. Международного семинара «Современные средства и методы дезинфекции, применяемые при работе с патогенами». – Киров, 2006. – С. 19-20.

25. Лобачев В.Л., Савелова В.А., Прокопьева Т.М. Катализ бикарбонат- и силикат-анионами реакции окисления диэтилсульфида пероксидом водорода в водных и водно-спиртовых средах // *Теоретическая и экспериментальная химия.* – 2004. – Т. 40, № 3. – С. 157-161.

Надійшла до редколегії 30.03.2007

**Рецензент:** д-р хім. наук, проф. В.Д. Калугін, Університет цивільного захисту України, Харків.