

*А.О. Бедзай, (Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого),
О.Н. Щербына, канд.фарм.наук, доцент, Б.М.Мыхаличко, д-р хим. наук, профессор
(Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности),
И.А. Щербына, (Управление охраны здоровья г. Львова)*

ПЕСТИЦИДЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРИХЛОРМЕТАФОСА-3 В РАСТВОРАХ И ВОЗДУХЕ

Предложена методика выявления пестицида, принадлежащего к классу фосфорорганических соединений – трихлорметафоса-3 с помощью хроматографии в тонком слое сорбента на пластинах „Силуфол” и газохроматографическим методом в растворах и в воздухе. Чувствительность метода выявления трихлорметафоса-3 в тонком слое сорбента на пластинах «Силуфол» составляет 3 мкг в 0,02 см³ раствора, время анализа в системе бензол 30 мин. Продолжительность газохроматографического анализа, приведенного на хроматографе ХРОМ-5 (фосфорный детектор, колонка с внутренним диаметром 3,5 мм и длиной 100 см, заполнена хроматроном N-AW-DMCS (0,16–0,20 мм) с 5% SE-30) – 7 мин.

Ключевые слова: фосфорорганические пестициды, трихлорметафос-3, хроматографический анализ.

*A.O. Bedzay (Danylo Halytskyi Lviv State Medical University), O.M. Shcherbyna, Assoc. prof.,
B.M.Mykhalichko, Prof. (Lviv State University of Vital Activity Safety),
I.O. Shcherbyna (Department of Health Safety in Lviv)*

PESTICIDES ON BASIS OF ORGANOPHOSPHOROUS COMPOUNDS. CHROMATOGRAPHIC ANALYS OF TRICHLORMETAPHOS-3 IN SOLUTIONS AND AIR

The article deals with the method of application of eliciting of pesticide inhering to the class organophosphorous compounds — trichlormetaphos-3 with the help to chromatography in a lamina of sorbent of thin layers of „Sylufol” and gas-chromatographic by a method in solutions and in air. The responsiveness of a method of eliciting trichlormetaphos-3 on laminas “sylufol” 3 mkg in 0.02 см³ of solution, time of analysis in a system benzene 30 min. Endurance gas-chromatographic of analysis in chromatograph CHROM-5 (phosphorus detector, column with inide diameter 3.5 mm and length 100 sm, chromatron N-AW-DMCS (0,16–0,20 мм) aggregate with 5% SE-30) – 7 min.

Key words: organophosphorous pesticides, trichlormetaphos-3, elution analysis

УДК 614.833

*Н.О.Ференц, канд. техн. наук, доцент, М.В.Чайка (Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності)*

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСУ ХЛОРУВАННЯ ВОДИ

Проведено аварійне прогнозування можливих масштабів забруднення при розгерметизації контейнерів з хлором на очисних спорудах другого підйому водогону „Дністер-Чернівці”. Приведений аналіз властивостей хлору, показана його небезпека. Проаналізовані причини виникнення і розвитку аварій і аварійних ситуацій. Передбачено заходи для безпечного проведення технологічного процесу хлорування води, запропоновано викиди від аварійної вентиляції подавати на поглинання у санітарну колону в якості якої використовується вихровий скруббер типу ВС-3000.

Ключові слова: хлорування, прогнозування, санітарна колона

Актуальність проблеми. Небезпека зараження великої кількості людей через споживання неякісної питної води з водопровідної мережі вимагає більш уважно поставитись до проблеми її хлорування. На даний час відомі різноманітні технології знезараження води: з використанням хлору, гіпохлориту натрію, іонів срібла, ультрафіолетового випромінювання, озонування тощо. Серед технологій знезараження води безперечно першість належить технології знезараження хлором та його похідними. На сьогодні в Україні хлорування води залишається майже єдиним видом знезараження великих об'ємів води – працює понад 250 водопровідно-каналізаційних господарств, де використовується хлор. Надзвичайна його небезпечність зумовлює актуальність робіт, що спрямовані на убезпечення цього процесу. З прийняттям Закону України „Про об'єкти підвищеної небезпеки” [1] і постанови КМУ від 11.07.2002 р. №956 „Про ідентифікацію та декларування безпеки праці об'єктів підвищеної небезпеки” [2], об'єкти, на яких застосовується хлор, відносяться до об'єктів підвищеної небезпеки 1 і 2 класу. Небезпека їх функціонування пов'язана з ймовірністю аварійних викидів (виливів) великої кількості хімічно небезпечних речовин за межі об'єктів, оскільки на багатьох із них зберігається 3-15 добовий запас хімічних речовин.

Збільшення потенційної небезпеки виникнення аварії, можливі важкі наслідки обумовлюють актуальність захисту населення і ліквідації наслідків хімічних небезпечних ситуацій на території України.

Метою роботи є прогнозування зони хімічного забруднення на об'єктах знезараження води на прикладі очисних споруд другого підйому водогону „Дністер-Чернівці” та розробка заходів для безпечного проведення технологічного процесу хлорування води.

Методики: Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті [3]; Методика прогнозування масштабів забруднення СДОР при аваріях (зруйнування) на хімічно-небезпечних об'єктах [4].

Результати роботи.

Хлорування води – обробка води хлором і його сполуками – базується на здатності вільного хлору і його сполук пригнічувати ферментні системи мікробів, що каталізують окисно-відновні процеси. Необхідна доза препарату встановлюється пробним хлоруванням води: вона визначається хлор-поглинальністю води (кількість хлору, необхідна для зв'язування в основному органічних сполук, що містяться у воді). Хлор вводять з надлишком (залишковий хлор) з метою знищення мікробів, що потрапляють у воду після її хлорування. Вміст залишкового вільного хлору через 30 хв після хлорування води повинен бути не менше 0,3 мг/л. В деяких випадках проводять подвійне хлорування води – попереднє хлорування і після нього завершальне.

Хлор – індивідуальна небезпечна речовина, належить до категорії токсичних речовин (8-ма категорія), а також до категорії речовин, які становлять небезпеку для довкілля (10-та категорія) [5]. Хлор – газ зеленувато-жовтого кольору з різким задушливим запахом, легко скраплюється, створюючи рідину бурштинового кольору, яка використовується для знезараження. Гранично допустима концентрація хлору в повітрі становить 0,1 мг/м³. Рідкий хлор, потрапляючи в повітря з балона легко випаровується: з 1 л рідкого хлору створюється 422 л газоподібного хлору. В 1 об'ємі води розчиняється близько 2-х об'ємів хлору з утворенням хлорної води. При атмосферному тиску хлор при –34° С переходить в рідкий стан, а при –111° С – твердне. При кімнатній температурі хлор переходить в рідкий стан тільки під тиском 0,6 МПа.

Аварійне прогнозування можливого хімічного забруднення проводилось для складу хлору на майданчику очисних споруд другого підйому водогону „Дністер-Чернівці” (Чернівецька обл.) (рис.1). В будівлі складу зберігається хлор в контейнерах (1) у кількості 8 т. В одному контейнері знаходиться близько 800 кг хлору. Подача газоподібного хлору з контейнерів в хлораторну здійснюється стаціонарним хлоропроводом (6) через хлоровипаровувач (2). В приміщенні хлораторної встановлено три комплекти хлораторів (7) англійського ви-

робництва S10 K потужністю 10 кг хлору за годину кожен. Змішування хлору з водою здійснюється в інжекторах (8). З хлораторної хлорна вода подається до місця вводу на первинне і вторинне хлорування води.

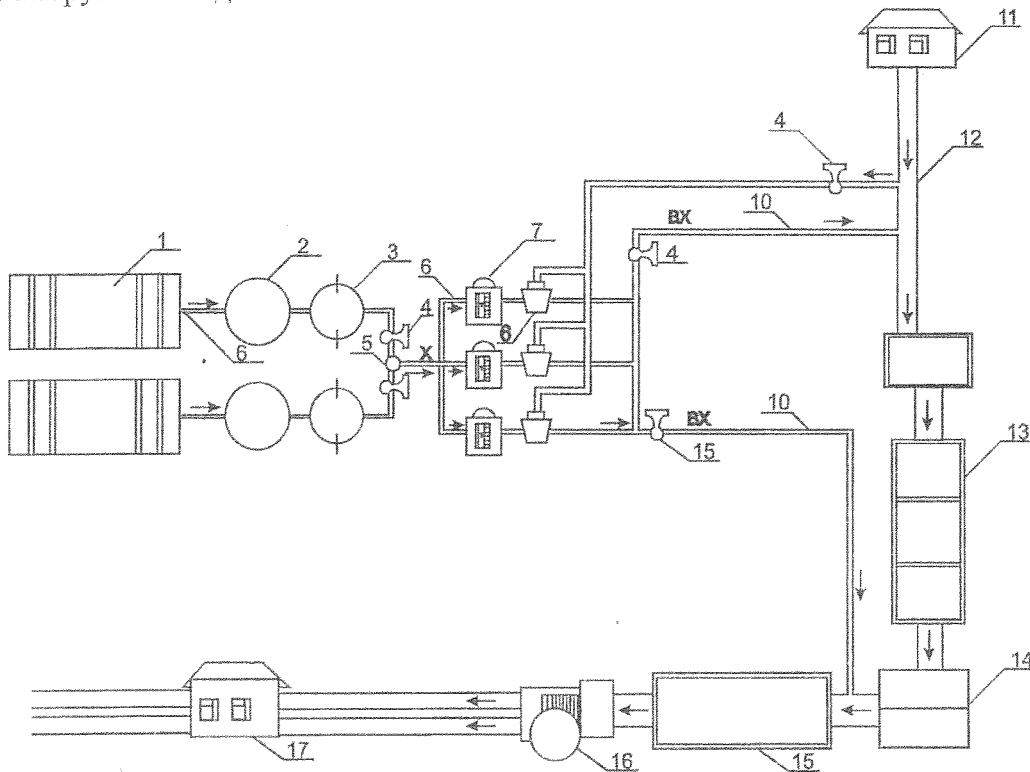


Рис.1. Технологічна схема хлорування води на очисних спорудах другого підйому водогону „Дністер-Чернівці”:

1 – контейнер з хлором; 2 – хлорвипаровувач; 3 – вакуумний регулятор; 4 – вентиль; 5 – з’єднувач; 6 – хлоропровід; 7 – хлоратор S10K; 8 – інжектор; 9 – водопровід; 10 – водопровід хлорної води; 11 – насосна станція I підйому; 12 – водопровід I підйому; 13 – відстійники; 14 – фільтр; 15 – резервуар чистої води; 16 – насосна станція II підйому водогону „Дністер-Чернівці”; 17 – насосна станція III підйому водогону „Дністер-Чернівці”

Виникнення і розвиток аварій спричинені зносом чи втратою матеріалу (корозія, фізичний знос устаткування, механічні uszkodження, дефекти в зварювальних швах); помилками ремонтного і обслуговуючого персоналу (помилки при проведенні ремонтних і профілактичних робіт при пуску і зупинці устаткування, при вантажно-розвантажувальних роботах, при локалізації аварійних ситуацій); дією зовнішніх факторів і природних сил (землетрус, що призведе до обвалення важких елементів будівлі хлораторної, зсуви, аномальна температура повітря тощо) [6].

Найбільшу небезпеку на об’єкті може спричинити повна розгерметизація контейнерів наповнених зрідженим хлором з подальшим виливом хлору. Наступним етапом розвитку аварії може стати утворення газоповітряної токсичної хмари та її розповсюдження. Максимально можливий обсяг викиду небезпечної хімічної речовини при цьому визначається ємністю всіх контейнерів з хлором (8 тонн).

Аварійне прогнозування можливих масштабів забруднення при повній розгерметизації всіх контейнерів з хлором (8 тонн) проводиться за умов: характер розливу „вільний”; метеорологічні умови: температура повітря – $+20^{\circ}\text{C}$, швидкість вітру – 1 м/с; напрямок вітру у приземному шарі – північно-західний, $\varphi=180^{\circ}$.

При розгерметизації всіх наявних контейнерів з хлором глибина зони забруднення $\Gamma=15,44$ км.

Площа зони можливого хімічного забруднення становить:

$$S_{\text{зМХЗ}} = 3,14 \cdot \Gamma^2 = 3,14 \cdot 15,44^2 = 748,556 \text{ км}^2.$$

Площа прогнозованої зони хімічного забруднення:

$$S_{\text{пзхз}} = 0,11 \cdot \Gamma^2 = 0,11 \cdot 15,44^2 = 26,22 \text{ км}^2.$$

Розмір зони можливого хімічного забруднення приймається як сектор круга, форма і розмір якого залежать від швидкості та напрямку вітру. При $t=20^\circ\text{C}$, швидкості вітру 1 м/с , коефіцієнті кутового розміру $\varphi=180^\circ$ зона можливого хімічного забруднення становить:

$$S_{\text{зМХЗ}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 15,44^2 \cdot 180 = 374,18 \text{ км}^2.$$

Обчислення прогнозованої зони хімічного забруднення здійснюється за формулою: $S_{\text{прогн.}} = K \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}$, де K – коефіцієнт, який залежить від вертикальної стійкості повітря; $K=0,081$ – при інверсії; $K=0,133$ – при ізотермії; $K=0,235$ – при конвекції; N – час, на який розраховується глибина прогнозованої зони хімічного забруднення $N=4$ год. При інверсії $S_{\text{прогн.}} = 25,48 \text{ км}$, при ізотермії $S_{\text{прогн.}} = 7,36 \text{ км}$, при конвекції $S_{\text{прогн.}} = 3,59 \text{ км}$.

Час підходу хмари хлору до найближчого населеного пункту залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = X / V \text{ (год)},$$

де X – відстань від джерела забруднення до заданого об'єкта, км; V – швидкість перенесення переднього фронту забрудненого повітря залежно від вітру (приймаємо 1 м/с).

Час підходу забрудненого повітря:

при інверсії

$$t = X / V = 1,5 / 5 = 0,3 = 18 \text{ хв};$$

при ізотермії

$$t = X / V = 1,5 / 6 = 0,25 = 15 \text{ хв};$$

при конвекції

$$t = X / V = 1,5 / 7 = 0,21 = 13 \text{ хв}.$$

Площа населеного пункту $15,786 \text{ км}^2$. Частка площі населеного пункту, яка опиняється у прогнозованій зоні хімічного забруднення:

при інверсії

$$25,48 \cdot 100 / 15,786 = 161,4 \text{ \%};$$

при ізотермії

$$7,37 \cdot 100 / 15,786 = 46,68 \text{ \%};$$

при конвекції

$$3,58 \cdot 100 / 15,786 = 22,71 \text{ \%}.$$

Населений пункт опиняється під дією хмари газоподібного хлору при інверсії.

Втрати населення:

легкі (до 25%) – 438 чол.;

середньої важкості (до 40%) – 700 чол.;

зі смертельними наслідками (до 35%) – 613 чол.

На рисунку 2 зображено глибину розповсюдження хмари газоподібного хлору при повній розгерметизації 10 контейнерів з хлором (8 т).

Для безпечного проведення технологічного процесу знезараження води встановлені сповіщувачі індикаторів хлору, які показують його концентрацію в приміщенні хлораторної; крім припливної і двох викидних систем вентиляції, функціонує аварійна вентиляція, ввімкнення аварійної вентиляції заблоковане з системою поглинання хлору; викиди від аварійної вентиляції подаються на поглинання у санітарну колону в якості якої використовується вихровий скруббер типу ВС-3000 (рис.3); по периметру складу встановлена стаціонарна водяна

завіса, яка у разі витoku хлору створює перший фронт захисту, що перешкоджає поширенню хлорної хвилі [7].

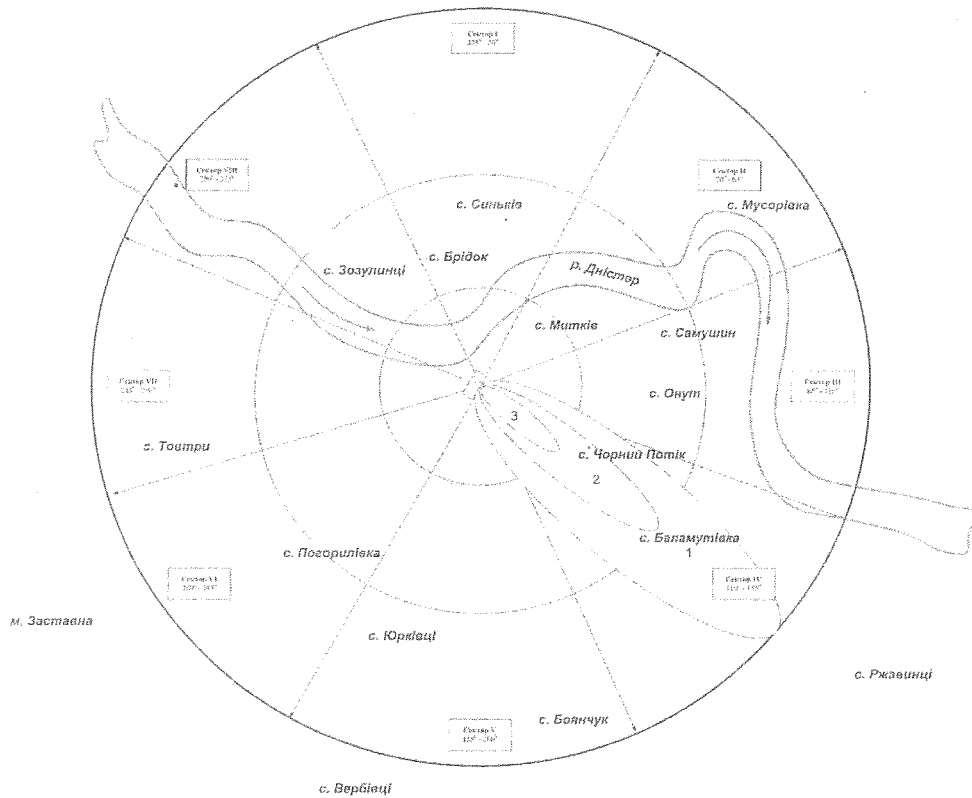


Рис.2. Глибина розповсюдження хмари газоподібного хлору при повній розгерметизації 10 контейнерів з хлором (8 т) на очисних спорудах другого водогону „Дністер-Чернівці” при: 1 – інверсії, 2 – ізотермії, 3 – конвекції

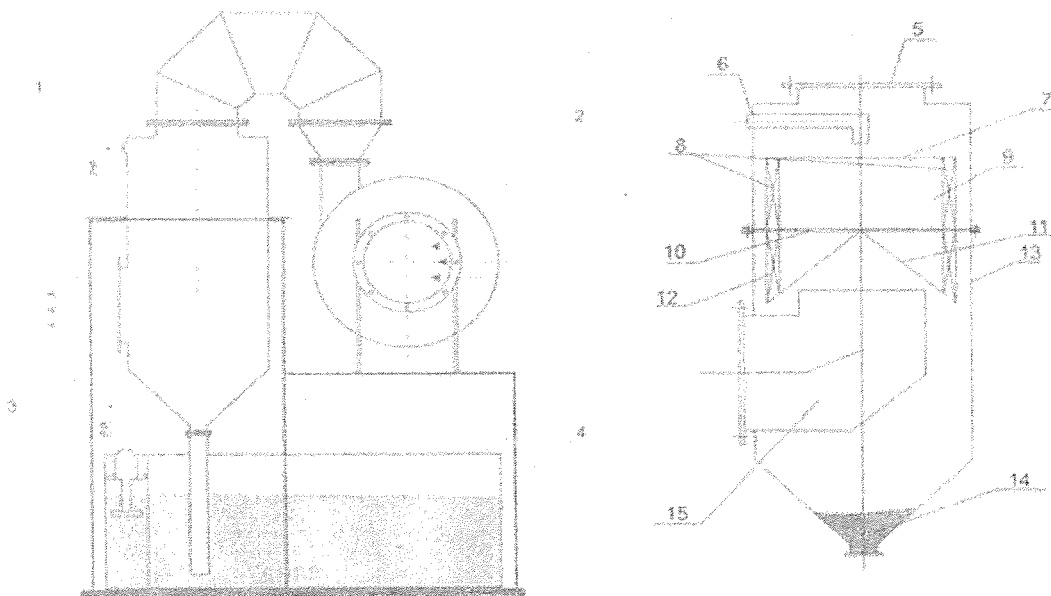


Рис. 3. Санітарна колона для поглинання хлору:

1 – скруббер, 2 – вентилятор, 3 – насос, 4 – бак для води (розчину), 5 – патрубок входу газу, 6 – патрубок подачі рідини, 7 – диск, 8 – тангенціальні щілини завихрювача, 9 – барботажний шар, 10 – центральний отвір, 11 – конус, 12 – тангенціальні щілини сепаратора, 13 – бічна стінка, 14 – піддон, 15 – патрубок виходу газу

Таким чином, використання хлору зумовлює ряд чинників для запобігання небезпеки:

- чіткий регламент робіт при монтажу, запуску, обслуговуванні та виводу з експлуатації основного та додаткового обладнання;
- заходи для підвищення кваліфікації технічного персоналу, контролю його знань та навичок;
- розробка технологічних схем та адаптація обладнання з врахуванням заходів безпеки;
- впровадження автоматичних систем керування процесом, зокрема, автоматичної системи нейтралізації хлору при аварійній розгерметизації.

Висновок. У роботі проведено аварійне прогнозування можливих масштабів забруднення при повній розгерметизації контейнерів та балонів з хлором на очисних спорудах другого підйому водогону „Дністер-Чернівці” та передбачено заходи для безпечного проведення технологічного процесу хлорування.

Список літератури:

1. Закон України " Про об'єкти підвищеної небезпеки".
2. Постанова КМУ від 11.07.2002 р. №956 „Про ідентифікацію та декларування безпеки праці об'єктів підвищеної небезпеки”.
3. РД 52.04.253-90 Методика прогнозування масштабів забруднення СДОР при аваріях (зруйнування) на ХНО.
4. Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. Наказ МНС №73/82/64/122 від 27.03.01р.
5. ГОСТ 12.1.007 "Вредные вещества . Классификация и общие требования."
6. НАОП 1.3.00-6.01-89 "Рекомендації по визначенню рівня вибухонебезпеки хіміко-технологічних об'єктів та їх протиаварійного захисту".
7. ПБХ-93. "Правила безпеки при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору".

Н.А.Ференц, канд. техн. наук, доцент, М.В.Чайка (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЦЕССА ХЛОРИРОВАНИЯ ВОДЫ

Проведено аварійне прогнозування можливих масштабів загрози при розгерметизації контейнерів з хлором на очисних спорудах другого підйому водопроводу „Дністер-Чернівці”. Показан аналіз властивостей хлору, підкреслена його безпека. Проаналізовані причини виникнення і розвитку аварій і аварійних ситуацій. Передусмотрені заходи для безпечного проведення технологічного процесу хлорування води, пропонується викиди від аварійної вентиляції направляти в санітарну колонну, в якій використовується вихревої скруббер типу ВС-3000.

Ключевые слова: хлорування, прогнозування, санітарна колонна

N.O.Ferents, Assoc. prof., M.V.Chayka (Lviv State University of Vital Activity Safety)

ANTHROPOGENIC SAFETY OF PROCESS OF WATER CHLORINATING

The article deals with emergency prognostication of possible scales of contamination conducted during destruction of containers with a chlorine on cleansing buildings of the second getting up of plumbing „Dnestr-Chernjvtsi”. Resulted analysis of properties to the chlorine, his danger is shown. Analysed reasons of origin and development of failures and emergency situations. Measures are foreseen for the safe conducting of technological process of chlorinating of water, the troop landings are offered from emergency ventilation to give on absorption in a sanitary column in quality which is used vortical to the absorber type BC-3000.

Key words: chlorinating, prognostication, sanitary column.