

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
за освітнім ступенем магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Розробка технічних засобів для проведення деконтамінації особового складу та техніки підрозділів ДСНС України**

Виконав: курсант (студент) 2 курсу за
освітнім ступенем магістра,
групи ЗМХТ-17-222

галузі знань (спеціальності)

16 «Хімічна та біоінженерія»,
(161 «Хімічні технології та інженерія»)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Ходос Я.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Тарахно О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Калиновський А.Я.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2019 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Освітній ступінь _____ магістр _____

Напрямок підготовки _____ 16 «Хімічна та біоінженерія» _____
(шифр і назва)

Спеціальність _____ 161 «Хімічні технології та інженерія» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри СХХТ

_____ О.В. Тарахно _____

“ ____ ” _____ 2019 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ходосу Ярославу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технічних засобів для проведення деконтамінації особового складу та техніки підрозділів ДСНС України

керівник роботи Тарахно Олена Віталіївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від “06” березня 2019 року №37

2. Строк подання студентом роботи “13” травня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: Книги, статті, нормативно-технічні документи, звіти про науково-дослідну роботу, дисертації, техніко-економічні нормативи та норми, преїскуранти, реферати і рецензії, опубліковані у вигляді окремих документів, а також інформація наведена на WEB-saite INTERNET

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Літературний огляд та аналіз стану досліджень в області деконтамінації особового складу та техніки.

2. Обґрунтування вибору фізико-хімічних принципів дії установок регенерації води.

3. Нові принципи організації спеціальної обробки в умовах нестачі води.

4. Встановлення основних закономірностей динамічної поведінки гідрогелю

5. Висновки та пропозиції.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень / слайдів)

1. Актуальність завдання роботи.
2. Схема району спеціальної обробки взводу РХБЗ бригади.
3. Схема району спеціальної обробки окремої роти РХБЗ.
4. Дегазаційних пункт.
5. Варіанти схеми збору відпрацьованих рецептур
6. Структура гідрогелю
- 7. Висновки та пропозиції.**

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 06.03.2019р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	08.03.2019	
2	Літературний огляд та аналіз стану досліджень в області деконтамінації особового складу та техніки.	13.03.2019	
3	Обґрунтування вибору фізико-хімічних принципів дії установок регенерації води.	20.03.2019	
4	нові принципи організації спеціального обробки в умовах нестачі води.	30.03.2019	
5	Встановлення основних закономірностей динамічного поведінки гідрогелю	10.04.2019	
6	Висновки та пропозиції	20.04.2019	
7	Виконання графічної частини	13.05.2019	

Здобувач вищої освіти

Керівник роботи

_____ Я.В. Ходос _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ О.В. Тарахно _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота здобувача вищої освіти групи ЗМХТ-17-222

Ходоса Ярослава Володимировича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник: начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, полковник служби цивільного захисту, к.т.н., доцент

(посада, спеціальне звання, науковий ступінь, вчене звання)

Тарахно Олена Віталіївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент: начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, підполковник служби цивільного захисту, к.т.н., доцент

(посада, спеціальне звання, науковий ступінь, вчене звання)

Калиновський Андрій Якович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Кафедра: Спеціальної хімії та хімічної технології

(назва кафедри без абрєвіатури)

Тема: Розробка технічних засобів для проведення деконтамінації особового складу та техніки підрозділів ДСНС України

затверджена протоколом кафедри СХтаХТ № 6 від 28.01.2019р

(затверджена наказом)

Розрахунково–пояснювальна записка на 69 аркушах.

Перелік графічного матеріалу / слайдів

1. Актуальність завдання роботи.
2. Схема району спеціальної обробки взводу РХБЗ бригади.
3. Схема району спеціальної обробки окремої роти РХБЗ.
4. Дегазаційних пункт.
5. Варіанти схеми збору відпрацьованих рецептур
6. Структура гідрогелю
7. Висновки та пропозиції.

РЕФЕРАТ

Звіт про ДР : 69 с., 9 рис., 1 табл., 53 джерел, 2 додатки.

Ключові слова: деконтаменація, поліелектролітні гідрогелі, спеціальна обробка, регенерації рецептур

Об'єкт досліджень: поліелектролітні гідрогелі, що можуть бути використані для спеціальної обробки та деконтаменації.

Мета роботи: дослідження методу спеціальної обробки на основі нових фізико-хімічних принципів при використанні поліелектролітних гідрогелів.

Для досягнення поставленої мети ставляться такі завдання:

1) провести порівняльний аналіз існуючих фізико-хімічних методів розділення і очищення рідин, потенційно придатних для регенерації рецептур, використовуваних в спеціальній обробці і оцінити потребу в воді підрозділів ДСНС України в умовах недостатньої кількості води;

2) проаналізувати подальші можливості використання поліелектролітних гідрогелів в якості індивідуальних засобів знезараження і очищення води в польових і екстремальних умовах.

Стислий зміст роботи та висновки:

1) Порівняльний аналіз існуючих фізико-хімічних методів розділення і очищення рідин, потенційно придатних для регенерації рецептур, використовуваних в спеціальній обробці, показав, що в умовах дефіциту води оптимальною є регенераційна методика, при якій вода може бути повторно використана для приготування рецептур. Серед регенераційних методик найбільш прийнятною для використання в польових умовах є запропонована в роботі методика, заснована на циклі набухання - стиснення поліелектролітних гідрогелів, коли на першій стадії гідрогель поглинає чисту воду, а на другий вода відділяється від полімеру під впливом електричного струму.

2) Встановлено, що системи гідрогель розчин мають властивості динамічної стійкості по відношенню до варіацій складу середовища і зарядових чисел аніонів; виходячи з цього вперше запропонована феноменологічна методика розрахунку ступеня набухання гідрогелів довільної хімічної природи в розчинах складного складу, заснована на методі фазових портретів.

3) Обґрунтовано необхідність модифікації існуючих тактично-спеціальних принципів організації спеціальної обробки підрозділами радіаційного, хімічного і біологічного захисту ОРС ЦЗ ДСНС в умовах нестачі води, яка може бути здійснена за рахунок введення до складу району та пункту спеціальної обробки майданчика розгортання установки регенерації води. Тактичне застосування установок регенерації води стає виправданим, коли відстань від району або пункту спеціальної обробки до природного джерела водопостачання перевищує 30 км.

Перераховані вище висновки показують, що поставлені в роботі завдання вирішені повністю.

Область використання: Можливо використання результатів досліджень одночасно для підвищення готовності до дій за призначенням ДСНС України і виробництва експортної продукції.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						5
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Report on DR: 69 p., 9 figures, 1 table, 53 sources, 2 annexes.

Key words: decontamination, polyelectrolyte hydrogel, special processing, regeneration of formulations

Object of research: polyelectrolyte hydrogels, which can be used for special processing and decontamination.

Purpose: the study of the special treatment method on the basis of new physico-chemical principles when using polyelectrolyte hydrogels.

To achieve the set goals are the following tasks:

1) to conduct a comparative analysis of existing physico-chemical methods of separation and purification of liquids potentially suitable for regeneration of recipes used in special treatment and to assess the need for water in the departments of the Ukrainian SSRU under conditions of insufficient water;

2) analyze further possibilities of using polyelectrolyte hydrogels as individual means of disinfection and purification of water in field and extreme conditions.

Summary of work and conclusions:

1) A comparative analysis of the existing physico-chemical methods of separation and purification of liquids potentially suitable for regeneration of recipes used in special treatment showed that in conditions of water shortage optimal, there is a regenerative method in which water can be reused for cooking recipes. Among regeneration techniques, the most widely used for use in field conditions is the proposed methodology, based on the cycle of swelling - compression of polyelectrolyte hydrogels, when in the first stage hydrogel absorbs clean water, and the second water is separated from the polymer under the influence of electric current.

2) It was established that the hydrogel solution system has the properties of dynamic stability in relation to variations in the composition of the medium and charge numbers of anions; Proceeding from this, for the first time, the phenomenological method of calculating the degree of swelling of hydrogels of arbitrary chemical nature in solutions of complex composition based on the method of phase portraits is proposed.

3) The necessity of modification of the existing tactical and special principles of organization of special treatment by radiation, chemical and biological protection units of the ORS CW DSNF in the conditions of water shortage is substantiated, which can be accomplished by introducing the regeneration plant into the area and the special processing site of the site water. Tactical use of water regeneration plants becomes justifiable when the distance from the area or point of special treatment to the natural source of water supply exceeds 30 km.

The above conclusions show that the problems put in the work are solved completely.

Scope: It is possible to use the research results at the same time to increase the readiness for action for the appointment of the SNFS of Ukraine and the production of export products.

					ЛУЦЗУ.2.25-13-82.СХмАХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		6

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ ДЕКОНТАМЕНАЦІЇ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА ТЕХНІКИ	13
1.1 Сучасні проблеми досліджень в області дегазації, дезактивації та дезінфекції обладнання, рятувальної техніки, засобів захисту та обмундирування	13
1.2. Роль міждисциплінарних досліджень для вирішення науково- прикладних проблем на сучасному етапі.....	19
Розділ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ДІЇ УСТАНОВОК РЕГЕНЕРАЦІЇ ВОДИ	27
2.1 Фізико-хімічні принципи дії установок регенерації та очищення води	27
2.2 Будова, основні методи синтезу і перспективи виробництва гідрогелів на основі вітчизняної сировини.....	32
Розділ 3. НОВІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБРОБКИ В УМОВАХ НЕСТАЧІ ВОДИ	35
3.1 Організація деконтамінації підрозділів як елемент радіаційного, хімічного і біологічного захисту	35
3.2 Оцінка потреби у воді при організації деконтамінації підрозділів в умовах нестачі води.....	44
3.3 Лабораторна установка регенерації води на основі використання поліелектролітних гідрогелів.....	50
3.3.1 Робоча речовина	50
3.3.2 Опис лабораторної установки і експериментальні характеристики циклу регенерації води.....	52
Розділ 4. ВСТАНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИНАМІЧНОГО ПОВЕДІНКИ ГІДРОГЕЛЮ.....	57
4.1 Методика розрахунку параметрів повного циклу.....	57
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	67
ДОДАТКИ	72

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ВСТУП

Актуальність проблеми. Наявні в даний час методи і засоби спеціальної обробки обладнання і техніки, а також тісно пов'язані з ними методи ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, що супроводжуються викидами токсичних речовин (тобто методи дегазації, дезактивації та дезінфекції), базуються на розробках, проведених ще в колишньому СРСР. Ці розробки далеко не в повній мірі враховують специфіку проведення спеціальної обробки в умовах надзвичайних ситуацій (НС), які характеризуються дефіцитом води і утрудненістю транспортування. У зв'язку з цим виникає завдання пошуку методів, що дозволяють проводити регенерацію рецептур дегазації, дезактивації та дезінфекції.

Вирішення цього завдання тісно пов'язане з рядом фундаментальних проблем фізичної хімії. Відштовхуючись від відомого способу очищення води, заснованого на використанні полімерних систем вищих розмірностей, можна стверджувати, що на даному етапі потрібно розробити феноменологічний опис набухання гідрогелів в розчинниках складного складу, послідовне опис їх колапсу під впливом електричного струму. Потрібно також проведення теоретичного аналізу різних циклічних режимів стиснення-набухання, на основі яких можна розробити принципово новий метод спеціальної обробки та методику розрахунку його характеристик.

У зв'язку з цим обґрунтування актуальності завдання цієї роботи має **два аспекти**. Перший з них пов'язаний з особливостями завдань, що стоять перед підрозділами ДСНС України на сучасному етапі. Другий відноситься до фізико-хімічної і технологічну специфіку власне нових методів спеціальної обробки обладнання і техніки.

1. Сучасний етап розвитку України виявився вельми далекий від багатьох прогнозів, які робилися на початку 90-х років. Виник цілий ряд нових факторів, що представляють реальну загрозу для світу в нашому регіоні. Керівництвом України в

					<i>ЛУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16</i>	Лист
						8
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

даний час здійснюється цілий комплекс заходів, спрямованих на забезпечення колективної безпеки в Східній Європі.

Виникаючі при цьому завдання зачіпають практично всі сфери людської діяльності, в тому числі і питання ліквідації наслідків НС природного і техногенного характеру та військово-стратегічного планування (дані питання найтіснішим чином пов'язані один з одним зокрема, внаслідок реальній небезпеці виникнення НС в наслідок терористичних проявів). Якщо ще 20-30 років тому говорячи про військово-стратегічному плануванні, а також про відгуки на "глобальні виклики" можна було виходити з цілком певною геополітичної обстановки, яка переважно диктувалася протистоянням політичних систем, то тепер таке планування неможливо звести до будь-якої спрощеної схемою.

У засобах масової інформації є повідомлення про появу так званих «брудних» бомб, призначення яких полягає в радіоактивному зараженні місцевості, а також тактичних прийомів, пов'язаних з руйнуванням об'єктів ядерної енергетики. Також є повідомлення про спробах придбання терористичними організаціями технологічного обладнання, що дозволяє налагодити виробництво хімічної та біологічної зброї. При цьому, досвід останніх локальних конфліктів показує, що проведення контртерористичних операцій протікає, як правило, в умовах недостатньої кількості води.

Практично всі заходи хімічного забезпечення, пов'язані з ліквідацією наслідків застосування зброї масового ураження (ЗМУ), а також інші заходи по ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, супроводжуваних викидами токсичних речовин, пов'язані зі значним споживанням води для проведення дегазації, дезактивації та дезінфекції ділянок місцевості, рятувальної та іншої техніки, обладнання і об'єктів економіки.

Існуючі методи спеціальної обробки, розроблені ще в СРСР, переважно орієнтуються на використання природних джерел води, пошук і експлуатація яких є одним з елементів інженерного забезпечення. В умовах недостатньої кількості води немає природних джерел, здатних забезпечити безперебійне водопостачання (або

доступ до них ускладнений). Незважаючи на досвід Афганської кампанії, питання організації та проведення спеціальної обробки в таких умовах систематично не пророблялися ні за радянських, ні в пострадянський час. Дані про використання нових методів спеціальної обробки, цілеспрямовано призначених для недостатньої кількості води, в ході другої іракської війни також відсутні, незважаючи на те, що ймовірність використання хімічної зброї іракською стороною була досить високою, що враховувалося командуванням англо-американського угруповання.

Таким чином, пошук альтернативних методів проведення спеціальної обробки в умовах дефіцитного водопостачання є актуальним завданням для забезпечення оперативних дій і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в недостатньої кількості води при застосуванні противником зброї масового ураження. Дане завдання є актуальною також для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що виникають внаслідок техногенних катастроф з викидом аварійно-хімічно небезпечних речовин (АХНР) і радіоактивних компонент.

2. З точки зору інтересів фізико-хімічних методів інженерної екології актуальність даної роботи визначається тим, що в ній вирішується завдання про опис нерівноважних процесів, використовуваних для регенерації рецептур дегазації, дезактивації та дезінфекції. Запропоновано загальну феноменологічну теорію, що дозволяє розраховувати ступінь набухання гідрогелів різних типів в розчинниках складного складу. Запропоновано послідовна теорія колапсу гідрогелю під впливом постійного струму, яка враховувала б двохстадійний характер цього процесу. Це завдання є окремим випадком загальної проблеми опису нерівноважних систем полімер - розчин, що знаходяться під впливом електричного струму.

Раніше для вирішення завдань регенерації води для рідинної спеціальної обробки не використовувалися полімерні системи, що знаходяться в динамічному режимі. У найбільш відомому прикладі (ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС) полімери застосовувалися тільки в якості механічних сполучних речовин безводних систем.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						10
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Метою роботи є дослідження методу спеціальної обробки на основі нових фізико-хімічних принципів при використанні поліелектролітних гідрогелів.

Для досягнення поставленої мети ставляться такі завдання:

1) провести порівняльний аналіз існуючих фізико-хімічних методів розділення і очищення рідин, потенційно придатних для регенерації рецептур, використовуваних в спеціальній обробці і оцінити потребу в воді підрозділів ДСНС України в умовах недостатньої кількості води;

2) розробити методику розрахунку ступеня набухання гідрогелів довільної хімічної природи в розчинах складного складу.

4) розробити метод розрахунку швидкості колапсу гідрогелю під впливом постійного електричного струму, що враховує двохстадійний характер цього процесу і створити методику проведення розрахунків параметрів циклу регенерації води в польових умовах за допомогою поліелектролітних гідрогелів;

5) проаналізувати подальші можливості використання поліелектролітних гідрогелів в якості індивідуальних засобів знезараження і очищення води в польових і екстремальних умовах.

Новизна роботи полягає в тому, що:

- проведена оцінка ефективності застосування установок спеціальної обробки на основі принципу регенерації рецептур і проведена оцінка потреби підрозділів ДСНС в таких пристроях;

- запропонована загальна феноменологічна теорія, що дозволяє розраховувати ступінь набухання гідрогелю в розчинах різного складу і термодинамічної якості;

- запропоновано принципово новий спосіб знезараження води в польових і екстремальних умовах на основі поліелектролітних гідрогелів, придатний для виготовлення індивідуальних засобів життєзабезпечення військовослужбовців.

Теоретична і практична значущість роботи полягає в тому, що вперше дано послідовне обґрунтування аналогу закону Фарадея, що описує колапс поліелектролітних гідрогелів, вперше показана необхідність регенераційних пристроїв спеціальної обробки в умовах недостатньої кількості води, розроблений

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						11
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

спосіб регенерації рецептур спеціальної обробки в умовах оперативного застосування, запропонований спосіб знезараження води в польових і екстремальних умовах на основі поліелектролітних гідрогелів, придатний для виготовлення індивідуальних засобів життєзабезпечення особового складу підрозділів ОРС ЦЗ ДСНС.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		12

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ ДЕКОНТАМЕНАЦІЇ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА ТЕХНІКИ

Розв'язувана в даній роботі задача вимагає аналізу сучасного стану наукових і прикладних досліджень в області спеціальної обробки і очищення води в двох аспектах. Перший з них пов'язаний з аналізом сучасного рівня рятувальної думки, узагальнюючої досвід вирішення завдань, що виникають на сучасному етапі, а також аналіз наявних можливостей для запобігання нових загроз, в тому числі, з боку міжнародного тероризму. Другий аспект пов'язаний з розглядом фундаментальних фізико-хімічних принципів функціонування конкретних установок і пристроїв, що дозволяють проводити спеціальну обробку в оперативних умовах і при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, а також з аналізом можливостей їх подальшого вдосконалення. В даному розділі також обґрунтовується необхідність використання міждисциплінарного підходу до вирішення завдань, що стоять в даний час перед ОРС ЦЗ ДСНС України.

1.1 Сучасні проблеми досліджень в області дегазації, дезактивації та дезінфекції обладнання, рятувальної техніки, засобів захисту та обмундирування

Під спеціальною обробкою (деконтаменацією) розуміється комплекс заходів, спрямованих на проведення дегазації, дезактивації та дезінфекції в залежності від застосованого виду зброї масового знищення (ЗМЗ), повністю аналогічне зміст цей термін має і стосовно дій підрозділів ОРС ЦЗ. У сучасній літературі [1], в зв'язку з появою розробок геофізичного, психотропної, радіологічного та етнологічного зброї цей термін використовується поряд з поняттям «зброя масового ураження» (ЗМУ), що застосовувався в радянський період.

Існуючі методи спеціальної обробки, які розроблялися ще в колишньому СРСР, були орієнтовані на використання природних джерел води, пошук і

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		13

експлуатація яких є одним з елементів інженерного забезпечення [2]. Така постановка питання була пов'язана з цілком певними географо-кліматичними умовами передбачуваних театрів військових дій, переважно розташованих в порівняльній близькості від великих джерел води. В умовах нестачі води, на яку слід звертати першочергову увагу, немає таких природних джерел, здатних повністю забезпечити виконання оперативного завдання з проведення спеціальної обробки у відповідності з існуючими нормативами. Як уже згадувалося у вступі, питання організації та проведення спеціальної обробки в умовах нестачі води комплексно не пророблялися ні за радянських, ні в пострадянський час.

Перейдемо до розгляду існуючих методів спеціальної обробки. Серед цих способів найбільші обсяги води або органічних розчинників потрібні для проведення дегазації [4]. За прийнятим стандартом [4], способи дегазації підрозділяються на механічні, чисто хімічні (проведення реакцій детоксикації) і фізико-хімічні, які в більшості випадків засновані на розчиненні отруйних (ОР) або радіоактивних (РВ) речовин [4]. Основним недоліком прийнятих способів дегазації з точки зору забезпечення оперативних дій в умовах нестачі води є значна витрата води і / або органічних розчинників. Цей недолік принципово обумовлений вибором фізико-хімічних процесів, що забезпечують дегазацію.

Табельні ОР, створюють поверхневе зараження, являють собою важкорозчинні у воді рідини [5]. Вони являють собою, наприклад, маслянисті рідини [5], що утворюють на поверхні води плівки, як і переважна більшість речовин, що володіють вираженою схильністю до гідрофобним взаємодіям [6]. Тому поверхні обробляють водними або органічними сумішами, в які додають нейтралізує реагент. Для дезактивації до складу рецептур додають поверхнево-активні речовини (ПАР), переважно на сульфохлоридній основі [4].

При обробці зараженої поверхні одночасно йде два процеси: ОР видаляється з зараженої поверхні за рахунок розчинення (вибір розчинника визначається фізико-хімічними властивостями табельних ОР) і нейтралізується специфічними реагентом. Органічні розчинники, що використовуються в прийнятих способах, були обрані

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		14

так, щоб в цьому середовищі реакція нейтралізації проходила максимально повно і з максимальною швидкістю. В умовах, коли є можливість поповнення запасів рецептур, такий підхід повністю себе виправдовує, так як в оперативній обстановці потрібно скоротити число операцій, що проводяться при дегазації. Однак збільшення числа операцій видається цілком виправданим, коли поповнення запасів полідегазуючих розчинів саме пов'язане зі значними труднощами.

Знизити споживання розчинників і реагентів можна, розділивши операції видалення ОР з поверхні і їх нейтралізації на три стадії. На першій стадії здійснюється тільки видалення ОР з поверхні розчинником. Це дозволяє значно знизити вимоги, що пред'являються до вибору розчинника. Зокрема, для видалення таких речовин як зарин, зоман або V-гази досить використовувати слабо концентрований водний розчин відповідного поверхнево-активної речовини (ПАР) [5]. Цей спосіб передбачається діючими посібниками [4], однак, обмовляється, що його слід застосовувати як резервний, оскільки в цьому випадку відбувається накопичення заражених стоків. Збільшення числа стадій в процесі дегазації дозволяє домогтися і повноти хімічної нейтралізації ОР, і забезпечити економічну витрату води. Існує принципова можливість виділити ПАР і ОР з утворюється в ході дегазації розчину, а воду потім використовувати повторно. Однак, як з точки зору ефективності оперативного застосування, так і з точки зору фундаментальних термодинамічних міркувань, доцільно виділяти з відпрацьованого розчину не ПАР і ОР, а воду. Методики, в яких в витягується не розчинені речовини, а вода в даний час відомі [7-9]. Вони засновані на використанні полімерних гідрогелів, що сильно набухають [10; 11].

Гідрогелі представляють собою полімерні сітки, зшиті різними крос-агентами [10; 11]. Ці речовини здатні поглинати до 10 кілограмів води на один грам сухого полімеру. Відмінною особливістю гідрогелів є здатність гнучко реагувати на зміну зовнішніх умов, що дозволяє віднести їх до класу так званих «intelligent materials». Зокрема, під впливом електричного струму має місце колапс гідрогелів, в результаті якого обсяг набряклого гелю різко скорочується і з нього виділяється вода [10-12].

Колапс гелів може бути викликаний також зміною кислотності і термодинамічної якості середовища, механічним впливом і т.п. [10]. Оборотно́сть колапсу гідрогелів створює основу для організації рециклу [7; 8] води на їх основі, тобто, друга стадія дегазації може бути заснована на використанні поліелектролітних гідрогелів.

Пояснимо це на прикладі очищення води від механічних домішок. Спочатку гідрогель, набухаючи в середовищі, що очищується, поглинає тільки воду, а механічні домішки затримуються на його поверхні. Потім концентрований розчин, що містить домішки зливають, а через гель пропускають постійний електричний струм, викликаючи колапс гідрогелю, при якому з гелю виділяється очищена вода. Аналогічним чином може бути організований рецикл, призначений для очищення води від домішок низькомолекулярних солей [7-9]. Можливість очищення від низькомолекулярних солей визначається тим, що в результаті електролітичної дисоціації в розчині утворюються заряджені іони, які не проникають в товщу гелю внаслідок ефекту перерозподілу концентрацій [13; 14].

Тут слід, однак, відзначити, що в цитованих джерелах [7-9] була описана тільки принципова можливість застосування сильно набухають гідрогелів для організації рециклу води. В авторському свідоцтві [9] мова йде про дуже громіздкою технічної реалізації даного способу регенерації води. Описаний пристрій [9] не відповідає вимогам, що пред'являються до установок і пристроїв, що працюють в польових умовах, (мобільність, компактність, автономність і т.д.). Шляхи подолання зазначених недоліків розглядаються в даній роботі, вони були також визначені в [15; 16].

Проте, на основі наявних матеріалів [7-9; 12; 13] можна вважати встановленим, що будь-які речовини (в тому числі і токсичні), які не проникають в товщу гелю в процесі його набухання, можуть бути сконцентровані. Гель акумулює більшу частину води, а домішки залишаються зовні у вигляді концентрованого розчину. Цей розчин може в подальшому бути нейтралізований розрахунковою кількістю реагенту, піролізован або похований, що і є основою для третьої стадії

дегазації. Істотно, що нейтралізацію можна проводити в малих обсягах з використанням табельних реагентів.

В результаті можна запропонувати наступну трьохстадійну методику дегазації. На першій стадії ОР переводять в розчин, на другий отримують концентрований розчин ОР, відокремлюючи воду для повторного використання, а на третій ОР нейтралізують. Основним питанням при практичній реалізації такої методики є вибір відповідного ПАР, який, по-перше, утворює з молекулами ОР стійкі комплекси, а по-друге, не буде проникати всередину гідрогелю. Фізико-хімічні механізми процесів, що дозволяють здійснити відділення комплексів, утворених молекулами ПАР і ОР, цілком зрозумілі вже на даному етапі досліджень [6; 17; 18].

Молекули таких отруйних речовин як фосфорітїохоліни (V-гази), ефіри фторангідрида метілфосфоновой кислоти (зарин, зоман) або діхлордіетілсульфіда (іприт) мають виражену здатність до гідрофобним взаємодіям [5], завдяки яким вони розчиняються в діхлоретане та інших органічних рідинах. Гідрофобні взаємодії також дозволяють перевести молекули ОР в водний розчин, оскільки між ними і ПАР утворюються стійкі комплекси [17]. Якщо молекули ПАР несуть на собі електростатичний заряд, набутий в результаті електролітичної дисоціації, то і комплекс в цілому також є зарядженим.

Ефект перерозподілу концентрацій [14] є прояв фундаментальних законів термодинаміки [10; 19]. Це питання розглядалося з точки зору розробки екологічних технологій в [20; 21]. Даний ефект однаково реалізується для заряджених частинок будь фізико-хімічної природи, тому є всі підстави очікувати, що комплекси між молекулами ПАР і ОР не надходять всередину гелю. Отже, рецикл води в розглянутому тристадійному способі дегазації може бути здійснений з використанням будь-якого ПАР, яке утворює з молекулами ОР стабільні комплекси.

Висновок про можливість використання сульфохлорідних ПАР для трьохстадійної дегазації може бути зроблений на підставі матеріалів робіт [22-24], узагальнених в [25]. Однак, термодинамічний аналіз сам по собі не гарантує можливості використання даного методу на практиці. Крім того, численні

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		17

дослідження, виконані, в тому числі і казахстанськими хіміками [23; 25], показують, що ефективність зв'язування низькомолекулярних речовин, що володіють гідрофобними функціональними групами, може бути істотно підвищена, зокрема, за рахунок використання високомолекулярних речовин [26]. Найбільш перспективними в цьому відношенні є полімерні мила [18; 27] або інші полімери, які здатні одночасно вступати і в гідрофобні, і в гідрофільні взаємодії [11]. Крім того, виключно важливим тут є підвищення стійкості комплексів, так як саме на цій основі можна здійснити спосіб спеціальної обробки, що дозволяє максимально знизити витрату води і реагентів.

Ще одним важливим питанням є експериментальна перевірка працездатності рецикла на основі перспективних ПАР і його подальша відпрацювання в умовах, наближених до оперативних. Відповідно до міжнародних зобов'язань територія України оголошена зоною вільної від зброї масового ураження. Тому в експериментах допустимо використовувати тільки з'єднання імітують ОР по розчинності і здатності вступати в гідрофобні взаємодії або проводити попередні стадії розробки різних процесів дегазації із залученням наявних у літературі даних. (Як уже зазначалося вище, по відношенню до питань забезпечення спеціальної обробки в умовах нестачі води, основну роль грає саме дегазація, так як вона вимагає найбільших кількостей води в порівнянні з дезактивацією і дезінфекцією).

Таким чином, коло питань, які ще належить вирішити для застосування методів спеціальної обробки з використанням полімерних гідрогелів, призначених для умов нестачі води, досить великий. Їх рішення, очевидно, вимагає залучення фахівців різного профілю. У колишньому СРСР це здійснювалося спеціалізованими конструкторсько-технологічними бюро або іншими структурами, які діють на постійній основі. Для України більш прийнятним представляється прийняття і здійснення цільових міждисциплінарних і міжгалузевих програм, в яких беруть участь співробітники різних організацій і відомств.

Результати, отримані вже на цьому етапі досліджень, а також можливість подальшої розробки подібних проектів показують, що налагодження

міждисциплінарних досліджень в Україні може послужити основою для розвитку військово-технічних наук в умовах дефіциту спеціалізованих кадрів. Міць держави в більшій мірі визначається не володінням зброєю, нехай воно буде навіть ультрановим, а наявністю в країні технологій його виробництва, заснованого, як правило, на власній сировинній базі. Запропоноване удосконалення ведення спеціальної обробки здійснено, як варіант міждисциплінарних досліджень з метою розвитку в кінцевому підсумку власної української хімічної технології. Значенням подібних розробок присвячено наступний підрозділ.

1.2. Роль міждисциплінарних досліджень для вирішення науково-прикладних проблем на сучасному етапі

Говорячи про можливість і необхідність проведення міждисциплінарних досліджень в Україні, представляється доцільним проаналізувати місце досліджень в області розробки нових способів спеціальної обробки в загальному контексті проблем, що стоять перед військово-науковою думкою на сучасному етапі.

Подібний аналіз вкрай складно дати, якщо не зачіпати сучасні концепції, що з'являються у військовій футурології. Він стосується не тільки прогнозування військових конфліктів, але і прогнозування характеру використовуваних в них засобів ураження, а також хімічного забезпечення бою і цілого ряду інших факторів.

Зокрема, на думку автора [29], в найближчій перспективі прогнозування військових конфліктів вимагає обов'язкового обліку «цивілізаційного фактору», що відображає рівень «неприпустимого шкоди», що наноситься стороні, яка має переважною військово-технічну перевагу. В результаті більшого значення набувають ідеї і методи військової футурології.

Обговорення питань прогнозування характеру і методів ведення оперативних дій в рамках цієї роботи визначається такими міркуваннями. Перспективна тактика 21 століття в значній мірі спирається на нові наукомісткі технології, зокрема на широке використання електронних і роботизованих систем [30]. У зв'язку з цим

російськими авторами [31] ставиться питання про розширення міждисциплінарного співробітництва між військовими і цивільними фахівцями, аж до широкої участі вчених - гуманітаріїв в оцінці характеру і ступеня небезпеки нових загроз [30]. Зростає також потреба в оцінці ймовірності появи озброєнь, заснованих на нових фізичних принципах [30]. (Існуючі види зброї масового знищення були створені на основі результатів фізичних і хімічних досліджень, проведених у першій половині минулого століття).

У період паритетного протистояння, коли загроза міжнародного тероризму ще не набула глобального характеру, розробка та поширення нових видів озброєнь залишалися під жорстким контролем з боку обмеженого кола держав, що виключало можливість його безвідповідального застосування. Однак на сучасному етапі в руках терористичних формувань зосереджені значні фінансові ресурси, в принципі дозволяють придбати технології виробництва деяких видів зброї масового ураження.

При цьому також існує реальна загроза застосування принципово нових видів озброєнь, заснована на фундаментальних досягненнях природничих наук. «... При їх створенні ставиться мета не стільки збільшити масштаби ураження, скільки отримати нові можливості ефективного, раптового або таємного ураження ... [32]».

Розвиненими країнами зараз пропагується точка зору, згідно з якою нові види високоточної зброї є переважно засіб боротьби з тероризмом. Обговорюються також питання, пов'язане з розробкою не смертельної зброї [33]. Однак не можна виключати можливості появи інших нових видів зброї, в тому числі у терористичних організацій (їх тактика робить реальним використання навіть незавершених розробок або окремих елементів озброєнь). Зокрема, поряд з фактами застосування штамів сибірки, є повідомлення про те, що в ході антитерористичних операцій неодноразово виявлялися компоненти ядерної зброї, придатні для виготовлення «брудної бомби», включаючи засоби ураження кумулятивного дії, основані на застосуванні матеріалу «В» (збідненого урану) [34]. За класифікацією [32] такий боєприпас відноситься до радіологічної зброї.

Військова футурологія, як самостійна галузь військової науки об'єднує в собі як дослідження за джерелами виникнення загроз для безпеки окремих країн і груп країн в майбутньому, так і аналіз конкретних способів ведення оперативних дій. Частина досліджень у військовій футурології пов'язана з порівняно короткостроковими прогнозуванням стратегії і тактики ведення оперативних дій на основі наявної інформації [35]. Однак в її компетенцію входить також і віддалене прогнозування з урахуванням геополітичних факторів та аналізу тенденцій розвитку науково-технічної думки. Одним з важливих напрямків тут є прогнозування появи нових видів озброєнь, способів і характеру його застосування, а так само способів захисту [30, 33].

Історія показує, що створення нових видів озброєнь дуже тісно пов'язане із загальним ходом науково-технічного розвитку, що виражається терміном «загальний рівень розвитку техніки». В даний час є достатній історичний матеріал, який дозволяє прогнозувати його появу, навіть не володіючи докладною інформацією. З точки зору військової футурології (що особливо актуально для країн, які самі не ведуть роботи зі створення нових систем зброї) виникає закономірне питання про «випереджаючої» розробці систем або способів захисту.

На перший погляд, розробка максимально надійних технічних засобів захисту вимагає комплексної експериментальної перевірки (технічні засоби захисту завжди розроблялися або з запізненням, або паралельно самим системам озброєнь). Однак термін «способи захисту» включає в себе не тільки технічні засоби, але і превентивні організаційні заходи, спрямовані на запобігання або зниження можливих втрат. Інакше кажучи, військово-прогностичні дослідження, в принципі дозволяють, звести до мінімуму фактор раптовості при застосуванні нових видів зброї.

Приголомшлива ефективність застосування отруйних газів в першій світовій війні була обумовлена в першу чергу фактором раптовості. Як тільки російськими хіміками були розроблені спочатку навіть не дуже надійні засоби захисту, ефективність застосування іприту різко пішла на спад. Можна припустити, що проведення військово-футурологічних досліджень (а для них були всі передумови,

оскільки поява оперативних отруйних газів було пов'язано з розвитком хімії на початку 20-го століття в цілому) дозволило б не тільки виключити фактор раптовості, але і заздалегідь забезпечити захист. Це підтверджується тим, що перші протигази були орієнтовані на якусь конкретну отруйні речовини. Вони фактично представляли собою просто засіб очищення повітря. Їх можна було розробити, не знаючи конкретну формулу імовірно використовуваного отруйної речовини.

У Радянській Армії з перших днів Великої Вітчизняної війни справа протихімічного захисту військ відразу було поставлено на наукову основу. «... Особовий склад був забезпечений всіма необхідними засобами захисту, проводилася велика робота з навчання військ захисту від хімічної зброї [36]». В результаті цього гітлерівське командування було змушене утриматися від розв'язання хімічної війни, так як воно переконалося, що раптовість застосування хімічної зброї втрачена і його ефективність низька [36]. Однак це не можна розглядати як приклад успішних досліджень саме військово-футурологічного характеру, оскільки існування хімічної зброї, способи його застосування і захисту були в значній мірі відпрацьовані протягом майже 30 років, починаючи з першої світової війни.

Навпаки, події перших місяців війни показали, що Радянська Армія в значній мірі виявилася не готова до ведення великомасштабної «війни моторів». Цей факт також свідчить на користь проведення повномасштабних військово-футурологічних досліджень.

Ще в кінці 80-х років у відкритій пресі [32] з'явилися повідомлення про існування розробок в області цілої низки систем озброєнь наступного покоління. До них були віднесені променеве, радіочастотне, інфразвукові і геофізичну зброю [32].

Принцип дії променевої зброї заснований на лазерному випромінюванні оптичного діапазону. Є підстави припускати, що цей вид озброєнь не отримає в найближчому майбутньому широкого застосування. Незважаючи на скритність лазерного променя (відсутність зовнішніх ознак у вигляді вогню диму, звуку), високу точність, прямолінійність поширення, практично миттєве дію, його ефективність суттєво знижується в тумані, при випаданні дощу і снігу, а також в

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						22
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

умовах задимлення та запилення атмосфери. Крім того, існують принципові труднощі, пов'язані з низьким ККД перетворення енергії джерела живлення в енергію когерентного світла. Бойове застосування лазерів в найближчим часом, імовірно, але буде обмежено лише системами наведення або окремими пристроями сліпучого дії [1; 32].

Давно встановлено, що випромінювання радіодіапазону (понад високих і наднизьких частот) здатне згубним чином впливати на живі організми практично будь-якої таксономічної приналежності [37]. На цьому ґрунтується принцип дії радіочастотного зброї. При застосуванні випромінювання такого діапазону частот для розробки зброї, в принципі, залишаються ті ж основні труднощі, що і для променевого (низький ККД перетворення енергії джерела в енергію випромінювання, необхідність створення великогабаритних силових установок).

Однак випромінювання цього діапазону може впливати, в тому числі на психіку людини. Тому з енергетичної точки зору ймовірність його використання в порівнянні з променевим зростає. Тим не менш, вірогідність ефективного оперативного застосування зброї такого типу на даному етапі залишається досить низькою, тому що силові установки залишаються громіздкими (і, отже, легко виявляються по генераторам електричної енергії). Крім того, інтенсивність випромінювання спадає з відстанню від джерела і досягає максимуму в безпосередній близькості від установки, тому потрібно вживати серйозних заходів для захисту обслуговуючого персоналу.

Зазначені фактори різко знижують можливість використання зброї такого типу в диверсійних цілях і тому його використання, наприклад, терористичними організаціями представляється вкрай малоімовірним. Крім того, будь-які джерела радіовипромінювання легко виявленню.

Більш ймовірним є створення і застосування (випробування) геофізичного зброї. Фізичні принципи, які лежать в його основі можуть бути різними. Спільним є те, що в цих системах передбачається використовувати природню енергію. Так, ядерний або хімічний вибух порівняно невеликої потужності може викликати такі

тектонічні зрушення, в результаті яких виявиться вивільненої енергія, багаторазово перевищує енергію «запала» [32]. Однак це можливо тільки в тому випадку, коли у відповідній географічній точці вже існували необхідні геологічні умови. При оцінці ймовірності застосування такої зброї на перший план виступають дані гірничо-геологічної розвідки. Використання зброї такого виду терористичними організаціями також представляється малоімовірним в силу необхідності проведення масштабних гірничих робіт.

Значно більшою ефективністю з фізико-хімічної точки зору потенційно володіє геофізичну зброю, віднесене за класифікацією [32] до атмосферного, зокрема, пов'язане зі знищенням шару атмосферного озону. Захисний шар озону, що оберігає поверхню Землі від впливу короткохвильового ультрафіолетового випромінювання, утворюється в результаті природних атмосферних процесів. Природне відновлення озону протікає порівняно повільно [38], тому будь-яке штучне зниження його концентрації може викликати різке збільшення інтенсивності ультрафіолетового випромінювання поблизу поверхні Землі протягом часу, достатнього для загибелі переважної більшості живих організмів, які потрапили під прямі ультрафіолетові промені.

Ідея створення зброї такого різновиду, мабуть, була висловлена вже давно [32]. На щастя, на шляху його реалізації стоять суттєві технічні труднощі. Пряме хімічне руйнування озону вимагає розпилення досить великих мас реагентів по значним обсягам (концентрація озону в атмосфері порівняно мала, і він розосереджений в шарі товщиною кілька кілометрів [38]). Непряме руйнування озону пов'язано з різними каталітичними циклами. Частина з них має природну природу (наприклад, азотний цикл [38]) і протікає незалежно від діяльності людини. Інші каталітичні цикли мають антропогенне походження (наприклад, цикл по хлору).

Таким чином, існує принципова можливість значного збільшення ефективності атмосферного зброї за рахунок підбору каталізаторів, здатних блокувати процеси утворення непарного кисню. Однак до теперішнього часу немає

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		24

відомостей про те, що виявлений каталізатор, що володіє потрібною ефективністю. Проте, з огляду на технічні можливості наявних засобів доставки (вибух ракетно-носія на розрахунковій висоті 20-30 км), ймовірність появи зброї даного типу вимагає оцінки, яку можна виконати виходячи з рівня сучасних досліджень в галузі фізичної хімії стратосферного озону. Проведення такої оцінки якраз і є безпосереднім завданням військової футурології.

Ще одним видом зброї, яке може з'явитися в найближчому майбутньому, є інфразвукові [1; 32]. Принцип його дії заснований на використанні направлено випромінювання потужних інфразвукових коливань. Ці коливання здатні впливати на центральну нервову систему (тому така зброя може розглядатися як різновид психотропної). До кінця 90-х років як джерело інфразвуку пропонувалося використовувати реактивні двигуни, забезпечені резонаторами з відбивачами звуку (така система може розглядати як аналог лазера, що діє в інфразвукових діапазоні) або ж два акустичних генератора з дуже маленькою різницею між частотами, яка відповідає інфразвукових хвилях [1; 32].

Недоліки джерел такого типу також полягають в низькій скритності, вимозі постійного підведення енергії і різкому зменшенні інтенсивності з відстанню. Ймовірно, тому зброю такого типу залишилося на стадії розробки. Однак в даний час в області фізики і хімії горіння отримано ряд результатів, що показують, що джерело інфразвуку може бути реалізований, наприклад, за рахунок поширення фронту хімічної реакції по аерозолю чи іншій газової середовищі.

При використанні такого принципу джерело інфразвуку може бути конструктивно виконаний, наприклад, у формі звичайного артилерійського снаряда або бойової частини ракети. Це значно підвищує ефективність його оперативного застосування. На шляху створення таких систем стоять в принципі можуть бути вирішені проблеми, пов'язані з оптимальним вибором середовища і механізмом ініціювання хімічної хвилі. Вирішення цих проблем, зрозуміло, ні в якому разі не повинно входити в компетенцію військових футурологів, тим більше що Україна, як миролюбна держава, принципово не веде розробку нових типів зброї масового

ураження. Однак завданням військової футурології є оцінка ймовірності появи геофізичного зброї масового ураження, що цілком можна зробити, спираючись на відкриті дані про рівень досліджень в цій області.

Таким чином, ймовірність створення нових видів зброї, за своєю ефективністю наближається до зброї масового ураження, в даний час досить висока. З огляду на складний характер геополітичної обстановки на сучасному етапі, представляється доцільною випереджає розробка принципів захисту, а також аналіз можливих способів його застосування. Організаційні форми проведення таких досліджень, що застосовувалися в СРСР (створення постійних колективів, аж до спеціалізованих інститутів і конструкторських бюро), для більшості країн нашого регіону на даному етапі є неприйнятними. У зв'язку з цим зростає роль міждисциплінарних досліджень [39], що здійснюються тимчасовими колективами.

При цьому важливо, що Україна проводить миролюбну політику, що дозволяє зробити дослідження в цих напрямках в достатній мірі відкритими. Відкритість досліджень може дозволити в значній мірі зберегти матеріальні та фінансові ресурси. Крім того, військово-прогностичні дослідження, що дозволяють проводити превентивні заходи щодо запобігання нових загроз, самі по собі можуть служити стримуючим фактором для подальшої розробки та вдосконалення зброї принципово нових видів.

Розглянуті вище проблеми показують, наскільки актуальною для України є сама постановка питання про проведення міждисциплінарних досліджень. Зрозуміло, в повному обсязі їх не можна проводити без проходження попереднього більш простого етапу. В якості такого етапу цілком може розглядатися справжня робота, в якій науково-прикладна розробка була виконана на базі досліджень, проведених раніше цивільними фахівцями. Крім того, проблеми створення систем озброєнь на нових фізико-хімічних принципах було доцільно торкнутися в цій роботі, тому що їх можливе застосування потенційно здатне привести до великих руйнувань, що супроводжується викидами токсичних або радіоактивних речовин.

Це також вимагає вдосконалення способів спеціальної обробки з урахуванням специфіки фізико-географічних умов України.

Розділ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ДІЇ УСТАНОВОК РЕГЕНЕРАЦІЇ ВОДИ

2.1 Фізико-хімічні принципи дії установок регенерації та очищення води

Справжній підрозділ присвячений розгляду існуючих методів очищення води (або поділу на компоненти) та інших рідких середовищ (рідких сумішей), оскільки регенерація рецептур спеціальної обробці зводиться саме до цього питання. Крім того, порівняльний аналіз існуючих методів очищення рідких середовищ дозволить наочно показати необхідність розробки запропонованого в роботі методу спеціальної обробки.

Історично першим способом очищення рідини і розділення рідких сумішей є дистиляція [17; 41]. На аналізі цього процесу тут немає сенсу зупинятися детально, так як він свідомо пов'язаний, по-перше, зі значними енерговитратами (потрібно перевести рідку фазу в пароподібну). По-друге, це процес йде досить повільно. Прискорити процес можна, наприклад, за рахунок використання вакуумного обладнання [41], що не виключає необхідності в підводі значною електроенергії.

Відомо, що даний спосіб застосовується в ситуаціях, коли:

- 1) є поновлювані або природні джерела тепла (геліокотельні);
- 2) проводиться утилізація теплової енергії, що утворюється в результаті інших технологічних процесів. (Теплопостачання міст у багатьох випадках здійснюється теплом, що утворюється при охолодженні пара, що виробляється тепловими електростанціями, на судах вторинне тепло дизельних двигунів використовується в установках опріснення забортної морської води);

3) концентрація відокремлюваної компоненти у вихідній суміші є досить високою, і енерговитрати на дистиляцію економічно виправдані (технології харчової та хімічної промисловості);

4) очищається рідина є цінним компонентом і витрати на випарювання можуть бути виправдані.

Зазначені вище фактори роблять дистиляцію неприйнятною для використання в якості фізико-хімічної основи способу регенерації рецептур спеціальної обробки в польових умовах. Застосування існуючої екстракційної польовий автомобільної станції (ЕПАС), яка має в своєму складі регенераційні установку (РУ), доцільно тільки тому, що її завданням є регенерація не води, а органічного екстрагента [4].

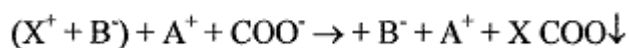
Далі, механічна фільтрація [41] у багатьох ситуаціях здатна забезпечити прийнятний рівень очищення рідини від сторонніх твердих домішок. Стосовно до розглянутих в даній роботі завданням, її можна використовувати тільки для проведення дезактивації (очіщення від радіоактивної пилу рідинним методом). Тобто механічна фільтрація свідомо не може бути покладена в основу регенерації рецептур.

Іншим поширеним способом, що застосовується, наприклад, в очисних спорудах промислових підприємств, є реагенте очищення. Цей спосіб заснований на прямому використанні хімічних реакцій, що протікають між розчиненою компонентою і допоміжним реактивом [42; 43], що протікають, як правило, з утворенням осаду, нерозчинного у воді (або іншої рідини). Цей спосіб виявляється прийнятним у випадках, коли склад оброблюваної рідини постійний і відомий. Тоді можна використовувати розрахункову кількість реактиву-осаджувача. Для ситуацій, коли розчин є багатокомпонентним, а його якісний склад може варіюватися в залежності від виду спеціальної обробки, неминучий значний перевитрата реактивів. Недоліком способу, стосовно реалізації в польових умовах, є необхідність використання додаткових технологічних процедур по видаленню утвореного осаду (наприклад, фільтрації). Крім того, потрібні додаткові витрати на транспортування

реактивів і створення їх запасу, що небажано при організації спеціальної обробки в польових умовах.

Біологічне очищення [42], заснована на деструкції домішок мікроорганізмами є, по-перше, повільно протікає процесом. По-друге, для її застосування обов'язково підтримка умов, в яких мікроорганізми можуть зберігати життєздатність. Як правило, будь-які біотехнології реалізуються в безперервному режимі, коли корисні речовини (продукти життєдіяльності) виводяться з біореактору. Використання такого підходу для цілей регенерації рецептур спеціальної обробки заздалегідь неприйнятно.

Іонний обмін, в певному відношенні, можна розглядати як різновид реагентної очистки, оскільки між рідкої і твердої фазами протікає реакція виду [44; 45]:



У цьому прикладі функціональні групи іоніту АСОО початково були диссоційованими. При додаванні в систему розчинної у воді солі ХВ, також утворюються позитивний і негативний іони. Однак, по-скільки залишок Х СОО є нерозчинним, протікає власне процес іонного обміну: іони X^+ виводяться з розчину. Істотно, що хоча іони COO^- і знаходяться в диссоційованому стані, вони не надходять в розчин, так як ця функціональна група хімічно пов'язана з сіткою [44; 45]. Дана обставина об'єднує іоніти з гідрогелю [10; 46], на основі яких побудований запропонований в даній роботі метод спеціальної обробки [46].

Науковий напрямок, пов'язане з вдосконаленням властивостей іонітів, розвивається в даний час вельми бурхливо. Синтезовано багато нових речовин [47-50], які в майбутньому також можуть знайти застосування для спеціальної обробки. Однак обмеження на використання іонного обміну як фізико-хімічної основи спеціальної обробки в польових умовах пов'язані не тільки з їх хімічною структурою. У рецептурах спеціальної обробки, які направляються на регенерацію, у великій

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						29
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

кількості містяться недиссоційованих речовини (наприклад, [5]). Ці речовини принципово неможливо отримати іонообмінними методами.

Найбільш близьким до методу регенерації рецептур на основі полімерних гідрогелів серед інших фізико-хімічних способів очищення рідини є електродіаліз [51; 52].

Електродіаліз ґрунтується на зміні концентрації електроліту, поміщеного в клітинку, розділену частково проникною мембраною. Через осередок пропускають електричний струм. При цьому концентрація електроліту в одній частині осередку збільшується, а в іншій - зменшується. На основі електродіалізних методів поділу в даний час реалізований цілий ряд широко використовуваних пристроїв, найбільш відомими з яких є пристрої для опріснення морської води [52] і апарат гемодіалізу - «штучна нирка» [53].

Обидва ці прикладу наочно показують, що електродіалізні методи по-перше надійно функціонують тільки тоді, коли оброблювані розчини є досить концентрованими електролітами. В іншому випадку розчин буде мати занадто великим питомим опором. Тому осередок буде споживати неприпустимо велику потужність. Крім того, електродіалізні методи вимагають забезпечення нормального функціонування мембрани (зокрема, неприпустимо забруднення її поверхні сторонніми домішками). Стосовно до дезактивації забруднення мембрани може служити не тільки фактором, що знижує продуктивність регенераційної пристрою, але і свого роду накопичувачем радіоактивних речовин (залишків незмивною радіоактивного пилу). Не випадково, практично використовувані електродіалізні установки реально містять попередні фільтри, що видаляють з розчину крупнодисперсні фракції. Використання цього пристрою, заснованого на багатостадійної фільтрації, як зазначалося вище, в польових умовах неефективна.

Основним обмеженням на застосування електродіалізних методів для дегазації є те, що більшість з поширених оперативних токсичних хімічних речовин (БТХВ) являє собою слабогідролізуемі з'єднання. За час, відведений на процес дегазації,

					<i>НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16</i>	Лист
						30
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вони не можуть утворити достатній концентрації іонів у водному розчині, і опір комірки буде споживати неприпустимо велику потужність, аж до закипання рідини.

Таким чином, кажучи про традиційні різновидах електродіалізних методів, доводиться зробити висновок, що, незважаючи на очевидні переваги для багатьох промислових потреб, їх використання в якості фізико-хімічної основи для процесу регенерації води в польових умовах не виправдано.

Однак регенераційні процеси на основі електродіаліз представляють інтерес для цілей цієї роботи не тільки з точки зору зіставлення з методами, які використовують полімерні гідрогелі. Це впливає з того, що явище колапсу гелю під впливом електричного струму може розглядатися як парне по відношенню до Електродіаліз. Кілька забігаючи вперед, можна сказати, що електродіаліз відповідає випадку, коли потік низькомолекулярних іонів рухається щодо спочиває мембрани, а колапс - нагоди, коли ефективна мембрана (в якості такої можна розглядати кордон гідрогель - розчин) рухається в електропровідній середовищі.

Ефекти, засновані на русі поверхні гідрогелю (колапсі гідрогелю) останнім часом все частіше використовуються в різного роду демонстраційних дослідах і пристроях [54], покликаних показати, що електрична енергія може бути безпосередньо перетворена в механічну. Інтерес до пристроїв такого роду викликаний, в першу чергу, потенційними застосуваннями в області біомодельовання і біоінформатики. В даний час вже визнаний такий термін як «біоміметчні пристрої». Зв'язок між явищами колапсу і електродіаліз буде розглядатися в розділі, присвяченому другій стадії регенерації рецептур спеціальної обробки.

Отже, методи, засновані на використанні гідрогелю в двохстадійному циклічному режимі [7-9], є найбільш переважними для розробки пристроїв оперативного призначення, призначених для експлуатації в гірничо-пустельних умовах. Основні особливості цих методів буде розглядатися в наступному розділі. Там же буде показано, як саме результати [7-9] повинні бути модифіковані при розробці конкретних пристроїв оперативного призначення.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						31
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Далі, для розробки способів спеціальної обробки велике значення має наявність матеріалів (робочої речовини), за допомогою яких можуть бути реалізовані запропоновані підходи. Як вже говорилося, в даний час гідрогелю на основі поліакрилової кислоти випускаються серійно. Однак для подальшого розвитку технології в Україні велике значення має також аналіз можливості виробництва гідрогелів на основі власної сировини.

2.2 Будова, основні методи синтезу і перспективи виробництва гідрогелів на основі вітчизняної сировини

Гідрофільні полімерні сітки представляють собою макромолекули різної протяжності, пов'язані один з одним за допомогою тих чи інших агентів, що зшивають, (в літературі більш раннього періоду про них іноді говорили як про «місткових зв'язках», зараз все частіше зустрічається запозичений з англійської мови літератури термін крос-агенти) [10]. У грубому наближенні їх можна розглядати як деяку гігантську тривимірну структуру, остов якої утворений складним переплетінням зшитих один з одним молекул. При цьому істотно, що зшивання відбувається за рахунок ковалентних зв'язків, що надає даним структурам міцність, достатню для того, щоб зберігати топологію розташування хімічних зв'язків при багатьох фізико-хімічних перетвореннях об'єкта.

Деякі зразки гідрогелів мають властивість поглинати кілька тон розчину на один кілограм сухої речовини зі збереженням вихідної геометричної форми, незважаючи на те, що топологія розташування вузлів може зазнати значних змін. Можливість поглинання екстремально великих обсягів води для полімерних гідрогелів є одним з основних і найбільш цінних їх властивостей. Інакше кажучи, гідрогелі, по відношенню, наприклад, до іонітів [45; 46], мають значно більш гнучкою структурою, що дозволяє вузлам зшивання (або молекулам - місткам) відходити одна від одної на значні відстані без зміни топології макромолекулярних

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		32

хребтів. Довжина макромолекулярної фрагмента між вузлами зшивання велика (порівнянна з довжиною лінійного полімеру).

Вказана обставина («псевдовільна» поведінка ланцюга, включеного в каркас полімерного гелю) забезпечує можливість реалізації екстремально високих ступенів набухання. До певної межі що ланцюг не обмежена вузлами зшивання. Вони можуть розходитися на значні відстані, надаючи реалізовуватися гідрофільних взаємодій між функціональними групами полімеру і розчинником (наприклад, водою). Тут повною мірою проявляється аналогія з поліелектролітних ефектом, який спостерігається для заряджених лінійних полімерів.

Слід зазначити, що саме «розгортання» поліелектролітних макромолекулярних клубків, обумовлене взаємним електростатичним відштовхуванням окремих ланок, створює передумови для реалізації екстремально високих ступенів набухання (найбільш високі ступеня набухання реалізовані як раз для поліелектролітних гідрогелів [10]).

Основні методи синтезу полімерних гідрогелів багато в чому аналогічні принципам, покладеним в основу синтезу лінійних полімерів. При одному з широко поширених методів синтезу гелю крос-агент, містить дві (або більше) функціональних груп, здатних вбудовуватися в зростаючу полімерну ланцюг. Саме цей спосіб реалізується при синтезі сіток на основі поліакрилової кислоти з використанням N-N'-бісакріаламіда у якості агента, що зшиває. Ці методи набули широкого поширення, і на них тут немає сенсу зупинятися детально. Значне використання отримали також методи, засновані на радіаційної зшивці, де ініціація росту ланцюгів здійснюється за допомогою високоенергетичних фотонів (гамма-квантів). Слід підкреслити, що саме за допомогою таких методів були синтезовані гелі на основі української сировини. (Основою для синтезу мономерів є ацетилен, виробництво якого відштовхується від виробництва карбїду кальцію, промислово виробленого в Україні).

В даний час хімія зшитих і розгалужених полімерних сіток розвивається досить інтенсивно. Однак, інтерес багатьох хіміків до зшитих і розгалужених

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						33
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

структурам зміщується переважно в бік нанотехнологій, дендрімерів (в тому числі в їх комбінаціях з лінійними полімерами), синтезу полімерних систем вищих розмірностей на основі елементоорганічних сполук. Інакше кажучи, при дослідженнях безпосередньо полімерних сіток вже реалізовані значні ступеня набухання і тому інтерес зміщується в сторони більш тонких структур.

Стосовно до можливостей вдосконалення макроскопічних властивостей зшитих полімерних сіток більш пильної уваги заслуговують методи, засновані на модифікації активної поверхні гідрогелю. Одним з основних інструментів зміни поверхневих властивостей гідрогелю є реакції освіти інтерполімерних комплексів між речовиною гелю і речовиною розчиненої компоненти. Як показано в роботах, така взаємодія може істотно змінити ступень набухання полімерних гідрогелів.

Цікаво також відзначити, що модифікація властивостей полімерних гідрогелів за допомогою реакцій утворення комплексів може істотно змінити чутливість гідрогелів до електричних полів. Таким чином, в даний час зберігаються досить широкі можливості для вдосконалення властивостей полімерних сіток, вироблених, у тому числі і на основі української сировини.

В цілому, в цьому розділі показано, що розробка методів спеціальної обробки в умовах нестачі води є актуальною на сучасному етапі. Показано також, що методологічною основою для проведення таких розробок є міждисциплінарні дослідження. Проаналізовано місце даний роботи в загальному руслі сучасних військово-наукових досліджень, в яких все більше проявляється тенденція не тільки на міждисциплінарну кооперацію, а й на широке співробітництво між військовими і цивільними фахівцями різних напрямків. Обґрунтовано також вибір фізико-хімічних процесів, які можуть бути використані для розробки установок регенерації рецептур спеціальної обробки в оперативних умовах. Видається очевидним, що експлуатація нових установок, призначених для повернення очищеної води неминуче призведе до зміни основ тактичного застосування підрозділів військ радіаційного, хімічного і біологічного захисту. Нові принципи організації спеціальної обробки в умовах нестачі води будуть розглядатися в наступному розділі.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						34
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Розділ 3. НОВІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБРОБКИ В УМОВАХ НЕСТАЧІ ВОДИ

Сучасні тенденції в області розвитку тактики, характерні як для ближнього, так і далекого зарубіжжя, проявилися, зокрема, в тому, що була визнана необхідність введення нового виду оперативного забезпечення, покладається на підрозділи хімічних військ. Це - радіаційна, хімічна промисловість та біологічний захист, здійснювана безпосередньо під час ведення оперативних дій. Це далеко не просто зміна термінології, а результат переосмислення ролі підрозділів хімічних формувань при застосуванні зброї масового знищення. Раніше більшість заходів РХБЗ входило в хімічне забезпечення бою. В даний час хімічна забезпечення вирішує завдання по оснащенню, ремонту і заповненню озброєння і засобів РХБЗ. Зазначені зміни відображені в чинному Бойовому Статуті Збройних Сил України та оперативних документах армії США.

Незважаючи на досвід, набутий в Афганістані і Перській затоці, до теперішнього часу практично не приділялося уваги питанням організації спеціальної обробки в умовах нестачі води.

3.1 Організація деконтамінації підрозділів як елемент радіаційного, хімічного і біологічного захисту

Деконтамінація підрозділяється на часткову і повну. Часткова обробка здійснюється табельними засобами підрозділів всіх родів військ по команді безпосереднього начальника в разі раптового застосування будь-якого виду зброї масового знищення в ході виконання оперативного завдання в оперативних порядках.

Часткова обробка є вимушеним заходом екстреного характеру і в будь-якому випадку передбачає проведення в подальшому повної спеціальної обробки.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		35

Організація повної спеціальної обробки знаходиться в компетенції підрозділів РХБЗ, дії яких регламентуються [2]. Вони засновані на наступних принципах.

- 1) Постійна оперативна готовність підрозділів.
- 2) Рішучість, активність і безперервність виконання поставленого оперативного завдання.
- 3) Узгоджене спільне застосування з'єднань і частин ДСНС, підрозділів хімічних військ і підтримання безперервної взаємодії між ними.
- 4) Раптовість дій і прояв військової хитрощі.
- 5) Своєчасне зосередження зусиль хімічного забезпечення на головному напрямку, маневр силами і засобами хімічних підрозділів.
- 6) Своєчасне відновлення оперативної готовності підрозділів хімічних формувань, всебічне забезпечення їх дій.
- 7) Повне напруження моральних і фізичних сил ... в інтересах виконання оперативного завдання.
- 8) Тверде і безперервне управління.

Перераховані принципи 1 - 8 в повній мірі відносяться до всіх без винятку підрозділів РХБЗ, що вирішують багато завдань хімічного забезпечення дій, від зарубки ядерного вибуху, аерозольної захисту, вогнеметної підтримки, радіаційної, хімічної і неспецифічної біологічної розвідки до власне організації і проведення повної спеціальної обробки .

Тут виключно важливого значення набуває принцип б) з наведеного вище переліку. При організації та проведенні повної спеціальної обробки, яка і розглядається в даній роботі, цей принцип дотримується за рахунок безперервного поповнення матеріальних засобів, включаючи розчини спеціальної обробки. При цьому за класичними схемами, регламентованим в [2; 4], розчини при необхідності готуються безпосередньо в районі спеціальної обробки, розгортаються силами підрозділів хімічних формувань. Як зазначено в [2; 4], райони розгортання повинні тяжіти до природних джерел водопостачання. Якщо таких джерел немає, то завдання водопостачання покладається на підрозділи інженерного забезпечення.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		36

Продуктивність артезіанських джерел розраховується в основному на постачання питної води.

Питання дії підрозділів хімічного захисту в умовах нестачі води в даний час також спираються на вимоги цитованих вище керівних документів, розроблених ще за радянських часів [2; 4].

Однак встановлена тактика дій підрозділів РХБЗ в подібних умовах далеко не в повній мірі враховує реалії сьогодення моменту. Зокрема, в Настанові з оперативного застосування хімічних військ (обсяг 225 стор.) Тільки 6 сторінок присвячені діям в горах і пустелях [2]. Причому в цитованій Настанові тільки підкреслюється дефіцит води: «Особливості дій підрозділів хімічного захисту в горах визначаються: обмеженістю маневру, відсутністю достатньої кількості води для приготування рецептур спеціальної обробки, труднощами їх підвезення ...». Шляхи вирішення даної проблеми не регламентуються зовсім. Тут слід підкреслити, що польовий статут армії США також в дуже малому ступені відображає дії в умовах пустель. У ньому дослівно сказано:

«Необмежена видимість і льотна погода ясного дня змінюється піщаною бурєю, яка може привести до припинення всіх оперативних дій, а тривалі періоди посухи - проливними дощами, які є причиною паводків і грязьових потоків, але не позбавляють від нестачі питної та технічної вод». Величезні райони відмінною прохідності чергуються з важко прохідними горами, долинами, глибокими ярами і піщаними морями. Основним фактором при плануванні і веденні оперативних дій в пустелі є наявність води, вибір місць складування предметів постачання і визначення мети оперативних дій буде часто ґрунтуватися на можливостях забезпечення водою»

Таким чином, можна зробити висновок, що завдання про розробку способу регенерації води для цілей спеціальної обробки стоїть гостро і носить загальносвітовий характер. Той факт, що зазначена проблема досі залишається невирішеною, мабуть, пов'язаний не тільки з тим, що раніше (до виникнення реальної загрози з боку міжнародного тероризму) питання про проведення

спеціальної обробки в умовах нестачі води не стояв з усією гостротою , а й тим, що розглянуті в попередньому розділі фізико-хімічні методи регенерації рідини не дозволяли цього зробити.

Оперативні завдання, які вирішуються в умовах нестачі чистої води, покладаються переважно на найбільш мобільні частини і підрозділи різних родів військ. Це означає, що тактика дій в зазначених умовах зумовлює або використання окремих посиленних рот або батальйонів, або інших спеціалізованих підрозділів, порівнянних з ними за чисельністю.

Отже, проведення повної спеціальної обробки в таких умовах буде покладено або на взвод РХБЗ бригади, або на окрему роту РХБЗ дивізії. Використання більших підрозділів дуже мало ймовірно, тому увага нижче буде сконцентровано на організації району спеціальної обробки взводу і роти РХБЗ.

Перейдемо до розгляду нових принципів організації спеціальної обробки в жорстких умовах браку води з точки зору тактики дії зазначених вище підрозділів хімічних формувань. Ці принципи ґрунтуються на повторному використанні води. Докази можливості бути реалізованим рецикла в польових умовах з фізико-хімічної точки зору будуть дані в наступних розділах. Вони також були раніше надані в роботах [15], де було показано, що рецикл на основі використання поліелектролітних гідрогелей [10; 11] можна досягти з мінімальними (в термодинамічній сенсі) енерговитратами. Інші способи очищення (дистиляція, електродіаліз і т.п.) в польових умовах незастосовні або внаслідок високих енерговитрат, або через низьку швидкості процесів, про що докладно йшлося в підрозділі 1.3. Відштовхуючись від класичної схеми організації району спеціальної обробки [2; 4], можна запропонувати таку її модифікацію (рис 3.1).

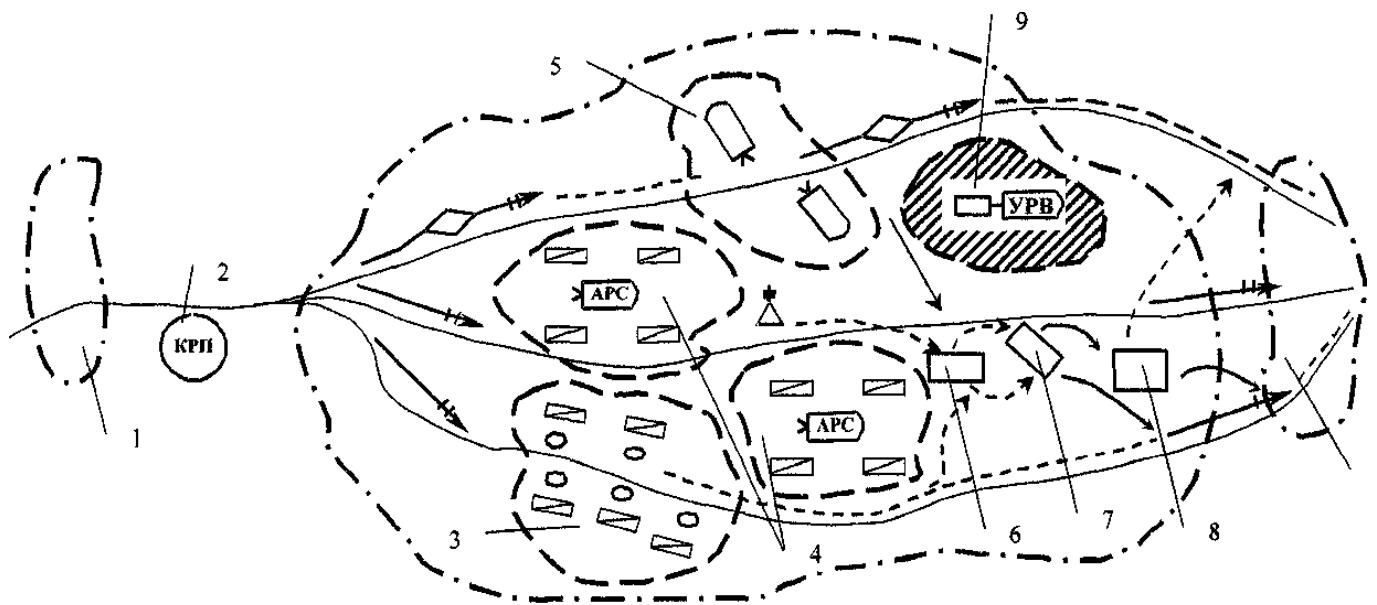


Рис. 3.1 - Схема району спеціальної обробки взводу РХБЗ бригади. 1 - район очікування, 2 - контрольно-розподільний пост, 3 - майданчик розгортання ДКВ, 4 - майданчик розгортання АРС, 5 - майданчик розгортання ТМС, 6 - майданчик обробки стрілецької зброї, 7 - майданчик обробки засобів індивідуального захисту, 8 - майданчик заміни зараженого обмундирування, 9 - майданчик розгортання установки регенерації води, 10 - район збору.

На рис. 3.1 представлена схема розгортання району спеціальної обробки взводом РХБЗ. Зміни, обумовлені введенням установки регенерації води (УРВ) показані на рисунку жирною штрихуванням (позиція 9). Пропонується наступне найменування: «майданчик розгортання установки регенерації води».

Підкреслимо, що доповнення класичної схеми майданчиком розгортання установки регенерації води не зачіпає встановленого порядку руху оперативної техніки і особового складу підрозділів, що піддаються повної спеціальної обробки в РСО. Як і в класичній схемі, бронетехніка може направлятися на майданчик розгортання теплових машин спеціальної обробки (ТМС), позиція 5. У цьому випадку збір води не передбачається, так як проводити його не представляється можливим. Принцип дії ТМС заснований на охолодженні техніки газорідною сумішшю, що утворюється в результаті роботи авіаційного реактивного двигуна. Організаційно-штатна структура української армії в даний час передбачає використання взводів РХБЗ, без відділення ТМС. В цьому випадку спеціальна

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

обробка бронетехніки, як і бойової техніки і озброєння, проводиться на майданчиках розгортання автомобільних розливних станцій (АРС), позиція 4, або на майданчиках розгортання комплекту дегазації, дезактивації та дезінфекції (ДКВ), позиція 3.

Збір води для повторного використання в приготуванні рецептур здійснюється на майданчиках розгортання АРС (4), ДКВ (3), обробки стрілецької зброї (6) і засобів індивідуального захисту (7). З рисунку 3.1 можна бачити, що навіть при використанні ТМС доцільно проводити регенерацію води за рахунок її збору на позиціях 3, 4, 6, 7. Ця вода може бути використана в подальшому, в тому числі, для приготування рецептур, що застосовуються теплової машиною спеціальної обробки. (Слід зазначити, що вода, використана ТМС, втрачається безповоротно, оскільки обробка проводиться в газорідному режимі.)

Аналогічним чином, використання установок регенерації (рецикла) води дозволяє запропонувати модифікацію району спеціальної обробки роти РХБЗ (рис. 3.2).

Тут також схема розгортання РСО роти РХБЗ залишається практично незмінною в порівнянні з наведеною в [2], відмінність полягає в тому, що на майданчику приготування розчинів додатково є установка регенерації води. Як і в випадку взводу РХБЗ маршрути руху підрозділів, що піддаються спеціальній обробці, залишаються передбаченими існуючими настановами. Це має велике значення з тактичної точки зору і з позицій бойової підготовки військ, для яких запропоновані зміни залишаються непомітними і не вимагають перепідготовки.

Розглянуті вище схеми ставилися до комплексному повному спеціальній обробці підрозділів мотострілкових, танкових інших родів військ. Але не можна не враховувати значення специфічних завдань, що стоять безпосередньо перед підрозділами хімічного захисту. До них, зокрема, належить спеціальна обробка зараженого обмундирування, засобів захисту, автомобільних тентів, чохлів, маскувальних сіток і т.д. Спеціальна обробка цих матеріальних засобів проводиться тільки підрозділами РХБЗ та також пов'язана з великим споживанням води.

Тактика застосування хімічних військ передбачає кілька прийомів для вирішення зазначених завдань. Зокрема, організовується дегазаційний пункт для спеціальної обробки обмундирування і засобів захисту на основі автодегазаційної станції (АГВ). АРС, ТМС і ДКВ, що відносяться до озброєнь хімічних військ, добре відомі військовим фахівцям різних профілів, так як їх вивчення входить в загальнотактичну підготовку. Цього не можна сказати про АГВ (а так само і ЕПАС - екстракційну польову автомобільну станцію), тому розглянемо її детальніше.

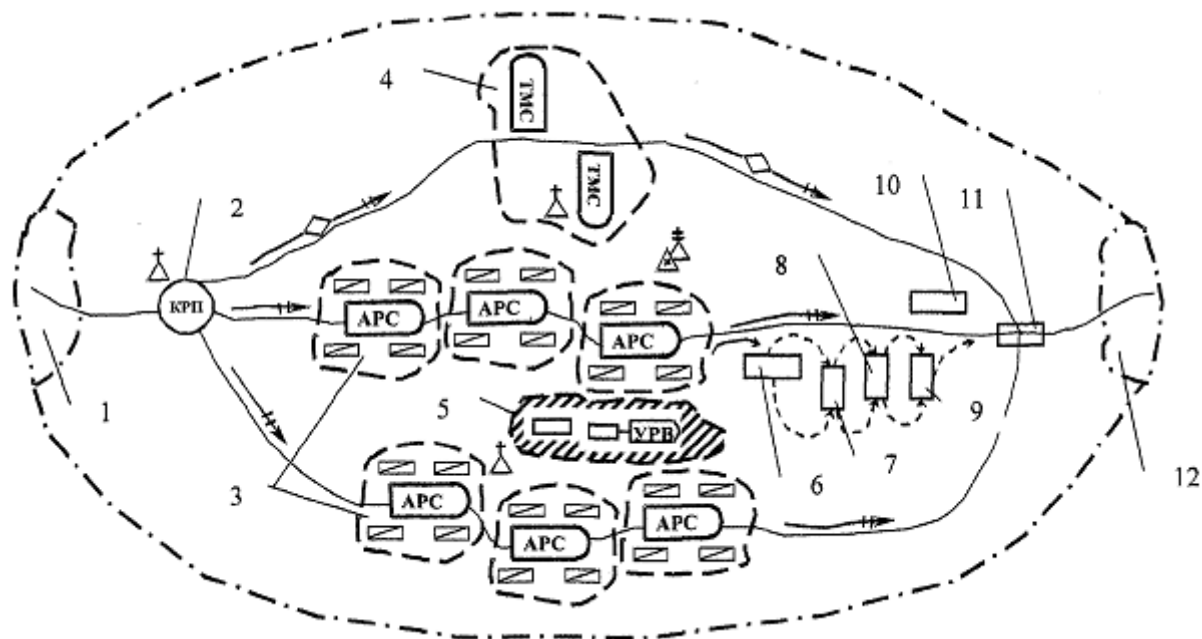


Рис. 3.2 - Схема району спеціальної обробки окремої роти РХБЗ. 1 - район очікування, 2 - контрольно-розподільний пост, 3 - майданчик розгортання авторозливочних станцій АРС, 4 - майданчик розгортання теплових машин ТМС, 5 - майданчик приготування розчинів і розгортання установки регенерації води, 6 - майданчик обробки стрілецької зброї, 7 - майданчик обробки засобів індивідуального захисту, 8 - майданчик санітарної обробки особового складу, 9 - майданчик заміни зараженого обмундирування, 10 - майданчик повторної обробки озброєння і техніки, 11 - майданчик перевірки повноти обробки озброєння і техніки, 12 - район збору.

АГВ включає до свого складу чотири окремих пересувних агрегату (машин).
це:

- силова установка, призначена для забезпечення паром і гарячим повітрям;

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

- дві дегазаційні машини, призначені для дегазації пароповітряноаміачною сумішшю обмундирування, взуття спорядження та індивідуальних засобів захисту (дезінфекції / дезінсекції пароповітряної сумішшю);

- підсобна машина для укладання, транспортування знімного обладнання та підвозу води, палива.

Продуктивність АГВ по пару становить 250 кг/год, що і визначає її високу потребу в воді. Відповідно до чинних нормативів, ця потреба задовольняється за рахунок розташування АГВ поблизу природного джерела води (до 50 м). Відзначимо, що АГВ комплектується досить складним устаткуванням, що забезпечує і перекачування води з водойми, і її очищення. Тому можна зробити висновок, що використання в комплексі з автодегазаційною станцією установки регенерації води не підвищить ступінь складності, як технологічного процесу, так і тактичних прийомів ведення спеціальної обробки.

Бучильних установка (БУ) розміщується на дегазаційному пункті, як правило, спільно з АГВ. Вона являє собою комплект спеціального обладнання, призначеного для дегазації і дезінфекції гумотехнічних виробів (лицьова частина протигаза і засоби захисту шкірних покривів) і брезентів методом кип'ятіння з використанням сульфохлорідних ПАР. У комплект входить два бучильних чана, підйомне пристосування, прес для віджиму обмундирування, насос з підставкою і тканинний резервуар для води, а також польове сушило. Водоспоживання БУ визначається загальним обсягом ємностей для води (2570 л), порівнянними з об'ємом води, що транспортується АРСом. Тобто стосовно БУ можна зробити ті ж висновки, що і раніше.

Схема дегазаційного пункту може також бути модифікована з використанням установки регенерації води (рис. 3.3). Технологічні умови процесу спеціальної обробки зараженого обмундирування також змушують дегазаційний пункт тяжіти до природних джерел води.

(При цьому навіть встановлений норматив - не більше 100 метрів видалення). Незважаючи на те, що даний пункт спеціальної обробки розгортається в досить

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		42

глибокому тилу, реальні умови нестачі води можуть не дозволити розмістити його поблизу природного джерела води, що забезпечує необхідну продуктивність установок АГВ і БУ. Тому до складу ПуСО також пропонується ввести установку регенерації води, яка або підвозиться в кількості меншій, ніж необхідно для безперервного функціонування АГВ і БУ, або може бути взята з мало-продуктивного природного джерела. Установка регенерації води може бути розміщена на брудній половині в безпосередній близькості від місця збору відпрацьованого конденсату машин дегазації АГВ і майданчики зливу відпрацьованого розчину бучильних установки (Рис. 3.3).

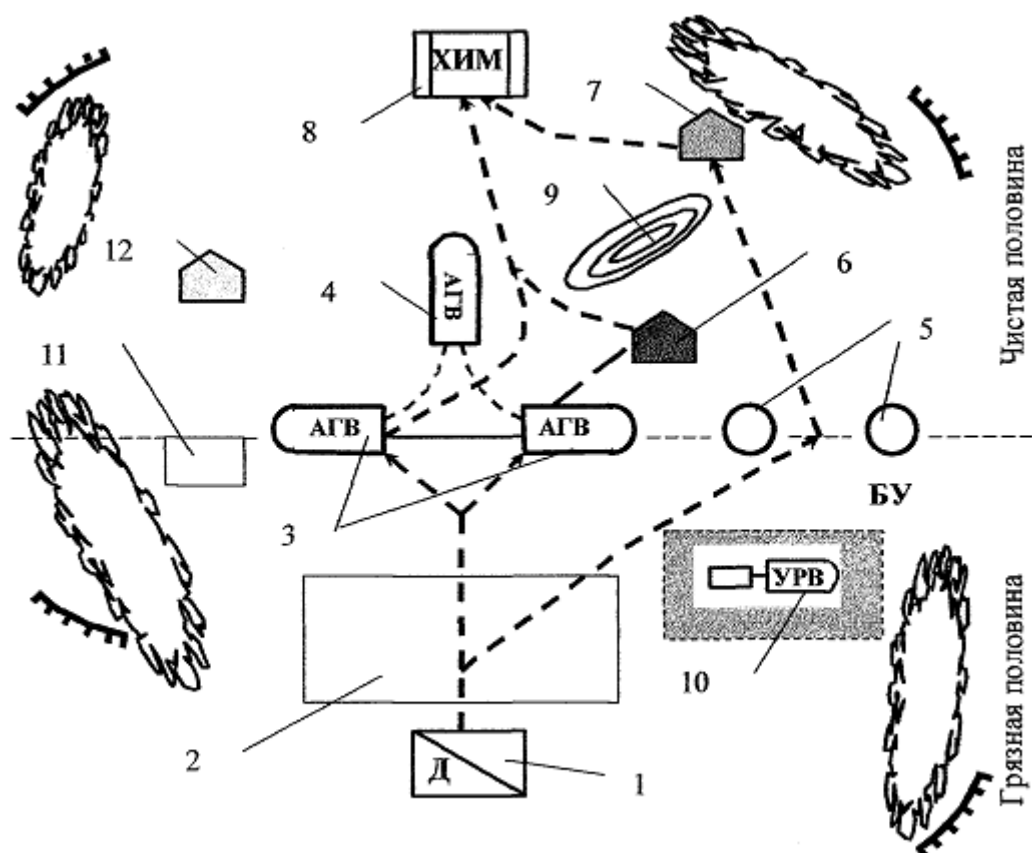


Рис. 3.3 - Дегазаційних пункт. 1 - склад зараженого майна, 2 - майданчик сортування, 3 - дегазаційна машина, 4 - силова машина, 5 - бучильних установка, 6 - намет для просушування, 7 - сушило, 8 - склад обробленого майна, 9 - водойма, 10 - майданчик регенерації води (у відсутності водойми), 11 - майданчик зняття засобів захисту, 12 - душова намет; (Пунктирна розмежувальна лінія ділить ПуСО на чисту і брудну половини).

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Таким чином, при вирішенні завдань спеціальної обробки в умовах нестачі води, установка регенерації води не ускладнить істотно мають наявні методи ведення дегазації, дезактивації, дезінфекції озброєння, бойової техніки і санітарної обробки особового складу. Перейдемо тепер до розгляду вимог, які можуть бути пред'явлені до таких установок, і аналізу умов, при яких їх використання стає доцільним.

3.2 Оцінка потреби у воді при організації деконтамінації підрозділів в умовах нестачі води

Аналіз вимог, що пред'являються до установок регенерації води, і обґрунтування доцільності їх використання в умовах дефіциту води має сенс проводити, відштовхуючись від розрахунку споживання води при проведенні деконтамінації конкретного підрозділу. Знаючи кількість води, яке (з урахуванням втрат) буде витрачено на дезактивацію або дегазацію оброблюваного підрозділу, можна обчислити продуктивність регенераційної установки. Знаючи швидкість, з якою вода може поповнюватися за рахунок підвозу від віддалених джерел, на наступному етапі можна обчислити відстань, починаючи з якого використання регенераційної установки стає ефективним.

У таблиці 1 наведено розрахунок споживання води для дегазації і дезінфекції мотострілецького батальйону (МСБ) під час проведення повної спеціальної обробки силами взводу радіаційного, хімічного і біологічного захисту мсбр в рідинному режимі. Штатна авторозливна станція (АРС -14) має корисний об'єм 2,5 тони води. При встановленій нормі заповнення 0,85% для повної спеціальної обробки МСБ буде потрібно обсяг води, що перевозиться 7 цистернами.

Далі, згідно з [4], «для дегазації, дезактивації та дезінфекції озброєння і військової техніки авторозливні станції розгортаються і готуються до роботи безпосередньо у заражених об'єктів, з таким розрахунком, щоб однією станцією можна було одночасно обробляти 2-4 об'єкта». Отже, за відсутності місцевих джерел

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						44
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

водопостачання використання навіть однієї станції для перевезення води призведе до зриву поставленої задачі. Використання технічних засобів інженерних підрозділів бригади також не вирішує завдання при повній відсутності водоносних шарів і труднощі проведення бурильних робіт в горах і пустелях.

Таблиця 3.1

Потреба у воді при проведенні спеціальної обробки МСБ

Найменування	Одиниць	Норма витрата, л.	Витрата, л.	Час обробки хв/ед
особового складу	467	10	4670	10
бронетехніки	44	130	5720	40
стрілецької зброї	418	0,4	167,2	10
гранатометів	38	0,6	22,8	15
мінометів 120 мм	8	90	720	12
автомобілів ГАЗ 66	9	70	630	30
Індивідуальних засобів захисту	513,7	5	2568,5	2
витрати води			15 тон	

Найбільш доцільним є організація рециркуляції води для приготування рецептур дегазації, дезактивації, дезінфекції безпосередньо в районі спеціальної обробки. Перейдемо до аналізу вимог, що пред'являються до організації спеціальної обробки підрозділів з використанням установок регенерації води. Регенерація води включає в себе її збір і власне рецикл. Збір відпрацьованих рецептур можливо зробити за допомогою однієї з двох схем (Рис. 3.4 а, б). За схемою Рис. 3.4а потрібне проведення додаткових інженерних робіт (котлован, забезпечуються апарелями, і покритий зсередини водонепроникним матеріалом). За схемою Рис. 3.4б передбачається використання додаткової платформи, повністю призначеної для збору відпрацьованих рідин. Перевага цієї схеми полягає в тому, що не потрібно використання додаткової інженерної техніки для відливу котловану і її мобільність.

За встановленими тактичним нормативам дій підрозділів хімічних військ до складу районів спеціальної обробки (PCO) або пункту спеціальної обробки (ПуCO)

ВРХЗ МСБР і РСО ОРХЗ МСД входить майданчик приготування рецептур [4] (обладнується при необхідності). Як показано вище, при використанні установки регенерації рецептур доцільно ввести до складу дегазаційного пункту спеціальної обробки, що його розгортає для дегазації, дезактивації та дезінфекції зараженого обмундирування і засобів захисту, майданчики регенерації води і приготування рецептур. Підкреслимо ще раз, що дана міра приведе до мінімальних змін організаційно-штатної структури підрозділів РХБЗ дивізії і бригади.

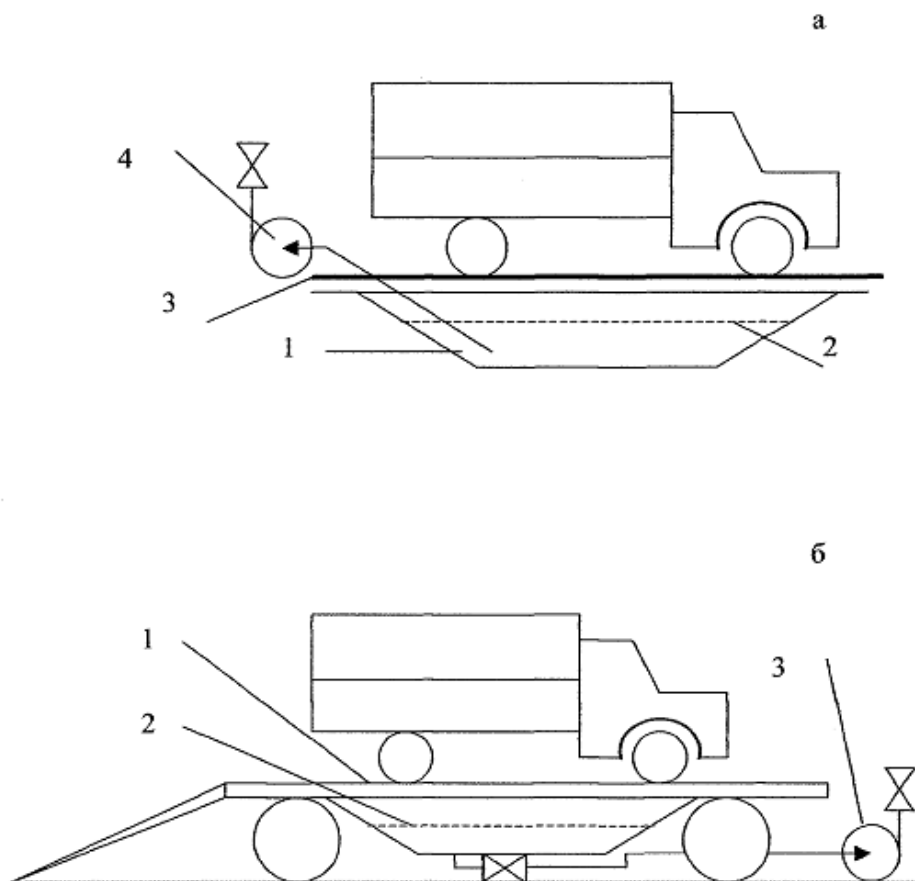


Рис. 3.4 - Варіанти схеми збору відпрацьованих рецептур. а - Схема збору відпрацьованих рецептур з попередньої інженерною підготовкою: 1 - водонепроникне покриття котловану, 2 - рівень рідини, 3 - апарель, 4 - перекачувальний пристрій. б - Схема збору відпрацьованих рецептур із застосуванням спеціальної рухомої платформи (1), забезпеченою донним резервуаром, 2 - рівень рідини, 3 - перекачувальний пристрій.

Для того, щоб визначити відстань від джерела водопостачання, далі якого стає доцільним використання установок регенерації, зробимо спочатку розрахунок часу,

необхідний для спеціальної обробки *мсб* силами роти РХБЗ за встановленими нормативами (на цьому етапі обчислень передбачається, що джерело водопостачання знаходиться в безпосередній близькості від місця розгортання роти РХБЗ).

Для обробки кожної одиниці бойової техніки є встановлені нормативи (табл. 1) [4]. Оцінити час на спеціальну відпрацювання ІСЗ можна, виходячи з нормативу 4-5 літрів на один комплект. Це час становить 1-2 хв. Час санітарної обробки особового складу на одного військовослужбовця не перевищує 10 хв при нормі витрати води 10 літрів.

Провести оцінку часу на спеціальну обробку МСБ силами роти РХБЗ можна, відштовхуючись від типової схеми розгортання, представленої на рис. 3.2.

Найбільш тривалою процедурою спеціальної обробки є обробка бронетехніки способом протирання щітками дегазаційних машин (при відсутності теплових машин спеціальної обробки ТМС-65). За умови, що один АРС (авторозливна станція) з шести буде задіяний на забезпечення майданчиків обробки стрілецької зброї та засобів індивідуального захисту, рота РХБЗ може одночасно обробляти 5 одиниць бронетехніки. Повний час на обробку бронетехніки одного *мсб* становить 6 годин. Для взводу РХБЗ *мсбр*, що має три АРСу цей час збільшується до 12 годин без залучення сил старшого начальника. Це істотно більше, ніж час, що витрачається і на спеціальну обробку стрілецької зброї, і на санітарну обробку особового складу. Цю стадію, таким чином, можна вважати, що лімітує при подальших оцінках.

Отже, витрата води взводом РХБЗ *мсбр* при найменшій швидкості спеціальної обробки (коли ведеться обробка бронетехніки МСБ) складе $15\ 000\ \text{тонн} / 12\ \text{годин} = 21\ \text{літр в хвилину}$. Отже, відновлення запасу води (підкреслимо ще раз - при мінімальній швидкості її витрачання) має проводитися як мінімум тими ж темпами. Щоб це забезпечити, необхідна ще одна додаткова цистерна, що має ємність 2,5 тони з коефіцієнтом завантаження 85%, яка повинна виконувати рейс до джерела водопостачання і назад за 100 хв.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						47
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для умов швидкість руху суттєво залежить від пересіченості місцевості. Але навіть якщо припустити, що бойові дії ведуться в місцевості, що має асфальтовані і дороги, а цистерна рухається з максимальною швидкістю 40 км/год, то рейс до джерела водопостачання і назад може бути виконаний за цей час тільки за умови, що відстань до нього не перевищує 33 кілометри. Це означає, що експлуатація установок регенерації води стає доцільною, якщо відстань від джерела водопостачання перевищує 20-30 км.

Для жорстких умов ведення бойових дій в горах, як правило, розрахункова швидкість руху приймається рівною 8 км/год. Тобто час для поповнення води збільшується в 5 разів. Отже, навіть якщо взяти до уваги можливість комплектування АРС додаткової цистерною (що зменшує швидкість руху), то величина 20 -30 км залишається нижній оцінкою відстані до джерела води (при підвищеній швидкості руху), при якому експлуатація установки регенерації води стає свідомо доцільною.

Знайдене вище відстань визначає умови, при яких експлуатація установки регенерації води стає доцільною. Перейдемо до розрахунків, що визначає тактико-технічні характеристики самої установки регенерації води.

Оцінимо тепер необхідну для реалізації того ж показника (одна цистерна за 100 хвилин) швидкість регенерації води, яка і визначає габарити установки.

Відправна точка - це час, що витрачається на повний цикл регенерації води за способом, запропонованим в [16]. Фізичний принцип дії пристрою, що реалізує даний спосіб, заснований на тому, що гідрогелю переважно поглинають чисту воду, а не присутні в ній іонні домішки, які фактично залишаються в навколишньому розчині. Далі, гідрогель під впливом електричного струму здатний віддавати чисту воду (явище колапсу гідрогелю [10]), що створює основу для організації циклічного режиму, в якому гель є нерасходним матеріалом (схема установки регенерації води представлена на рис. 3.5). Відповідно в цьому циклічному режимі на одній стадії гідрогель поглинає чисту воду, а на іншій її віддає. Тому фізичними показниками, що лімітують продуктивність установки регенерації води, є час набухання дисперсії

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						48
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

гідрогелю та час колапсу гідрогелю під впливом постійного електричного струму. Час набухання гідрогелю становить близько 1 хвилини для дисперсних зразків (вони в даний час використовуються в широко відомих медикогігієнічних засобах).

Поліпшення міцністних властивостей гідрогелю може привести до збільшення цього часу до 5-7 хвилин (конкретний розрахунок, виконаний за даними робіт, наводиться в наступних розділах). Час колапсу визначається фундаментальними фізико-хімічними законами і при силі струму до 1 А (що з великим запасом забезпечується стоять на озброєнні автономними джерелами елестропостачання) може бути доведено до 3 хвилин. В цілому, з урахуванням проміжних стадій (скидання і завантаження води, перехід до наступного циклу) розрахунковий час становить 15 хв [9].

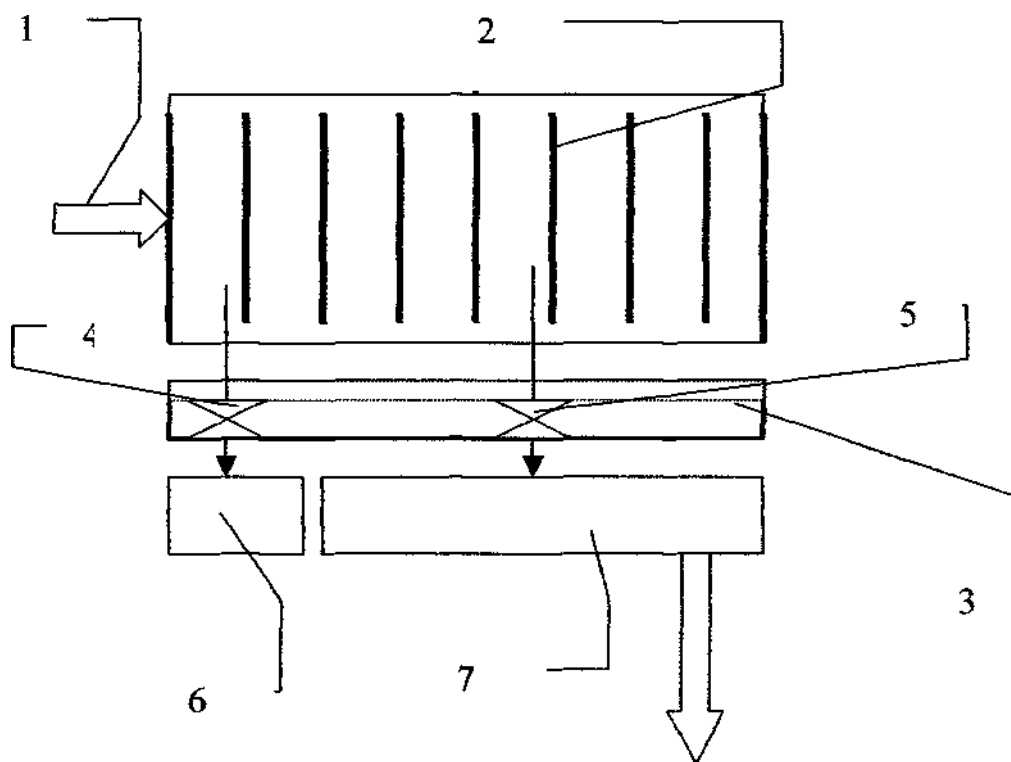


Рис. 3.5 - Функціональна схема установки регенерації води. 1 - потік оброблюваної рідини, 2 - електродні секції, 3 - фільтраційний вузол, 4 - випускний клапан концентрованого розчину, 5 - випускний клапан очищеної води, 6 - приймач концентрованого стоку, 7 - збірник очищеної води.

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Це означає, що робочий об'єм установки регенерації води для взводу РХБЗ при спеціальній обробці МСБ має становити близько 350 літрів.

Таким чином, установка регенерації води для взводу РХБЗ може мати цілком прийнятні габарити, що дозволяють перевозити її в вантажному автомобілі, призначеному для транспортування мотопомпи МП-800 взводу. Той же автомобіль можна використовувати для транспортування спеціалізованої платформи при використанні схеми рис. 3.4б. Це дозволяє відмовитися від використання додаткових транспортних засобів.

Таким чином, розрахунок витрати води для проведення дегазації, дезактивації та дезінфекції мотострілецького батальйону взводом РХБЗ *мсбр* показує, що запропонований спосіб може бути реально використаний для спеціальної обробки в умовах, коли немає джерел води або доступ до них ускладнений. При цьому, використання запропонованого способу стає виправданим, якщо час доставки води від найближчого джерела водопостачання перевищує 1,5 - 2 години.

3.3 Лабораторна установка регенерації води на основі використання поліелектролітних гідрогелів

У попередніх підрозділах вже була коротко порушена схема пристрою регенерації води, заснована на використанні поліелектролітних гідрогелів. Перш ніж переходити до детального опису самої установки зупинимося більш детально на основних характеристиках робочої речовини (поліелектролітного гідрогелю) і параметрах стадій очищення та регенерації.

3.3.1 Робоча речовина

Гідрогель являє собою сукупність макромолекул, зшитих «містками» з низькомолекулярних речовин (вони називаються крос-агентами [10]). Кожен з макромолекулярних клубків при приміщенні в воду або водно-сольовий розчин

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		50

може набухати, збільшуючи свій обсяг в сотні і тисячі разів. Особливо вираженим цей ефект стає в разі, коли хребет макромолекули несе на собі електричний заряд. У свою чергу, заряд макромолекула може придбати завдяки електролітичній дисоціації (Рис. 3.6). Якщо заряди, розташовані на макромолекулі, мають один і той же знак (що має місце завжди, якщо сітка синтезується з одного і того ж мономера), то вони відштовхуються. В результаті клубок, в яку згортається ланцюг, і виявляється здатним збільшити свій обсяг в кілька сотень разів і більше. Можна сказати, що набухання зразка гідрогелю відбувається за рахунок розгортання макромолекулярних клубків. На рисунку 6 клубки показані в стані, близькому до розгорнутого.

Набухаючи, гідрогель відбирає з розчину переважно чисту воду, а домішки залишаються в навколишньому розчині. Цей ефект має загальний термодинамічний механізм і буде розглядатися в наступному розділі.

Зараз досить відзначити, що будь-який вплив, яке призводить до реакції, оберненої до показаної на рис. 6, викликає зменшення обсягу гідрогелю. Зокрема, в водно-сольовому розчині гідрогель набухає кілька меншою мірою, ніж в дистильованій воді. Криві рівноважного набухання гідрогелю в третьому розділі отримані для практично всіх відомих типів гідрогелів і широкого кола фізико-хімічних умов. Це було необхідно зробити, оскільки конкретні умови, в яких може опинитися задіяним гідрогель в реальній бойовій обстановці, практично не піддаються прогнозу.

Реакція, зворотна представленої на рис. 3.6, може протікати також і за рахунок електричного струму. Колапс (контракція гідрогелю) пов'язаний з придушенням заряду на окремих ланцюгах, яке якраз і викликається постійним електричним струмом. Цей процес покладено в основу другої стадії циклу регенерації. Це і є власне стадія виділення води, так як збільшення / зменшення маси зразка, пов'язано з тією кількістю води, яке він сорбирував.

У всіх експериментах з відпрацювання циклічного режиму колапсу-набухання на Лабораторній установці в якості робочої речовини використовувалася дисперсія

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

гідрогелю на основі поліакрилової кислоти, частково перекладеної (75%) в натрієву форму. Сітка була зшита 1Ч,М-бісакріламідом.

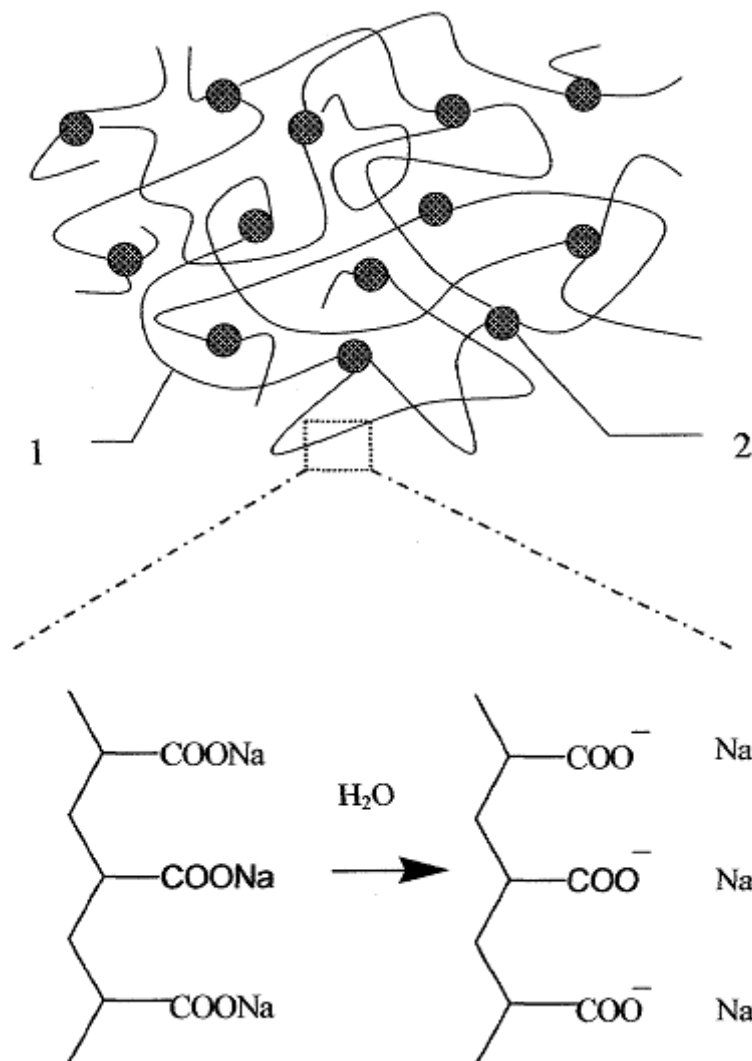


Рис. 3.6 - Структура гідрогелю. Верхня частина - схема структури гідрогелю (1 - полімерні ланцюги, 2 - вузли зшивання); нижня - фрагмент ланцюга окремої дисоційованої макромолекулярного ланцюга.

3.3.2 Опис лабораторної установки і експериментальні характеристики циклу регенерації води

Як уже зазначалося в попередньому розділі, прототипом є авторське свідоцтво СРСР [9]. Пристрій для фільтрації водних розчинів [9] використовує принцип сорбції чистої води гідрогелем з подальшим її виділенням з робочої речовини під впливом електричного поля (Рис. 3.7). У прототипі поглинання води (стадія сорбції)

і її виділення виробляються в окремих ємностях. Це робить пристрій-прототип досить незручним для експлуатації. Лабораторна установка (Рис. 3.8) на відміну від пристрою-прототипу влаштована так, що обидві стадії процесу регенерації води (і сорбція, і виділення) виробляються в одній і тій же ємності. Її технічне доопрацювання і втілення в конкретний пристрій (лабораторний макет очисної установки) розглядаються в цьому розділі. На першій стадії в робочу ємність, в яку вже поміщений сухий диспергований гідрогель в розрахунковій кількості, заливають рідину, що очищається. Для прискорення набухання виробляють перемішування за допомогою низькооборотної лопатевої мішалки.

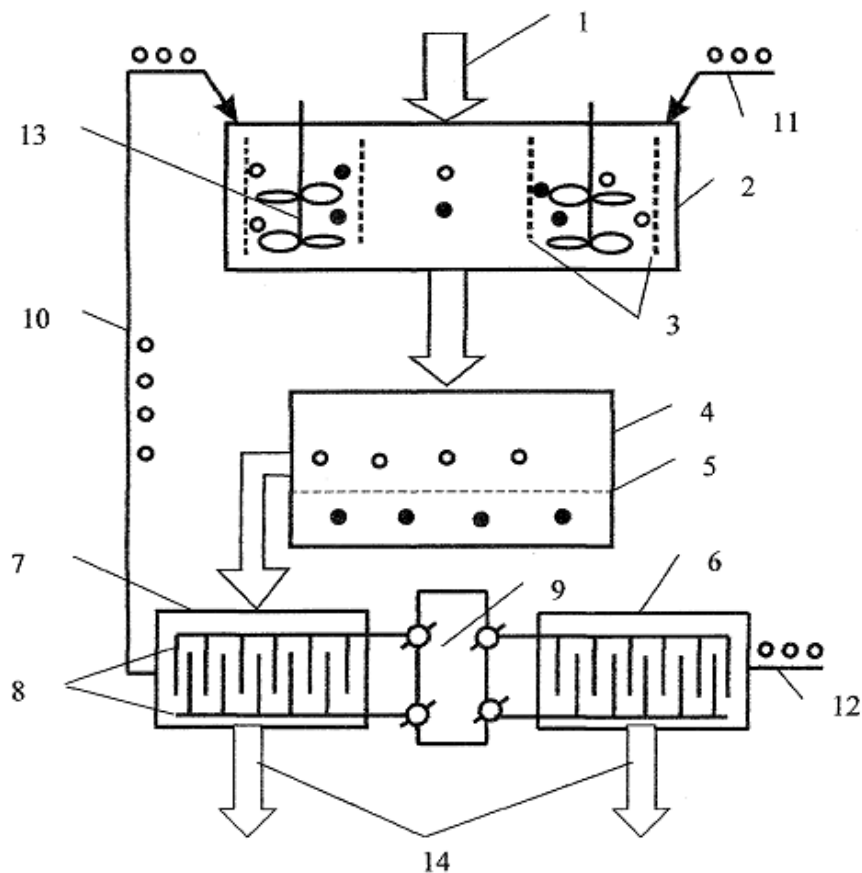


Рис. 3.7 - Схема пристрою-прототипу [9]. 1 - подача фільтрованої рідини, 2 - робочий об'єм, в якому відбувається набухання гранульованого гелю, 3 - електродні секції для регулювання ступеня набухання гелю, 4 - ділільна камера, 5 - розділова сітка для селекції робочого і відпрацьованого гелю, 6, 7 - колапсаційні камери, 8 - електродні секції, 9 - джерело живлення, 10 - повернення зколапсованого гелю, 11 - дозування потрібної кількості гелю, 12 - відведення відпрацьованих гранул гелю на утилізацію, 13 - мішалка, 14 - періодичний вихід домішок і очищеної води.

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Повільне перемішування служить також для запобігання злипанню частинок гідрогелю. Швидкість не можна встановлювати великий, щоб не викликати механічного руйнування частинок за рахунок їх тертя один об одного і про нерухомі частини пристрою. Швидкість обертання мішалки регулювали за допомогою лінійного автотрансформатора ЛАТР (використовували мотор постійного струму, з'єднаний з валом через редуктор). Кількість гідрогелю, що завантажується в робочий об'єм визначають з наступних показників.

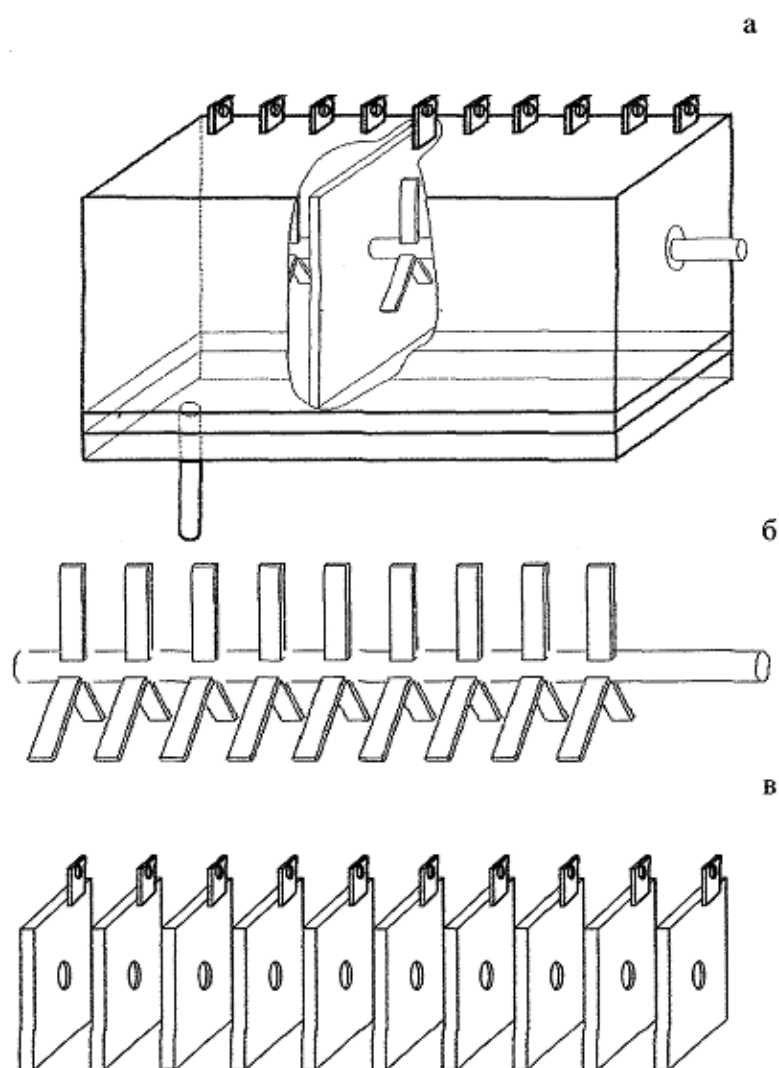


Рис. 3.8 - Лабораторна установка. а - зовнішній вигляд основного вузла установки; б - схема зборки мішалки; в - схема розташування електродних секцій.

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

У максимально набряклому стані (на завершенні першої стадії) гідрогель повинен займати близько 80% від повного обсягу ємності. Частина, що залишилася обсягу припадає на концентрований розчин. Конкретна величина обсягу визначається за методикою розрахунку. Домішки, спочатку розчинені в рідині, розподілені по всьому об'єму рівномірно. Після набухання гідрогелю вони повинні сконцентруватися в середовищі поза дисперсії.

При повній відсутності домішок всередині гідрогелю (гель сорбує чисту воду, що відповідає граничному нагоди ефекту перерозподілу концентрацій [13]) концентрація домішок в розчині поза дисперсії складе

$$C = \frac{V_0}{V} C_0, \quad (3.1)$$

де V_0 - вихідний обсяг рідини, C_0 - вихідна концентрація домішок, V - об'єм, зайнятий концентрованим розчином домішок (5-20%). Отже, ставлення V_0/V - показує, у скільки разів збільшується концентрація домішок за рахунок використання гідрогелю. Відзначимо, що при очищенні води від низькомолекулярних дісоціруємих домішок (солей, кислот, підставі та т.д.) цей показник реально трохи нижче, ніж V_0/V , оскільки домішки (як це і показує і теорія [13], і загальна теорія Доннана [52]) частково проникають всередину гелю. Детальніше показники роботи циклу розглядаються в розділі 4. Однак, при використанні установки для очищення від гідрофобних компонент, які не можуть надходити всередину диспергованих частинок, цей показник близький до теоретичного.

Звідси стає зрозумілим вибір показника близько 20% (частки обсягу, що припадає на сконцентрований розчин). Значення 20% відповідає збільшенню концентрації в 5 разів (менше збільшення не має сенсу організувати).

Після того, як гідрогель досяг максимального ступеня набухання, перемішування припиняють, і відкривають зливний вентиль. Концентрований

розчин направляють в збірник. Після видалення розчину домішок переходять до другої стадії процесу.

На другій стадії до дисперсії гідрогелю докладають постійну різницю електричних потенціалів. Це здійснюють за допомогою системи плоскопаралельних електродів чергується полярності. Основою кожного електрода (власне провідним матеріалом) є собою волоконна вуглетканина.

Таким чином, експериментально перевірено працездатність запропонованої методики регенерації води. Однак, оскільки в реальних умовах складу оброблюваної води є набагато більш складним (рецептури спеціальної обробки самі по собі представляють багатокомпонентні склади, до яких приєднуються продукти дегазації і т.п.), то постає досить серйозне питання про доведення наявної установки до пілотного, а потім і промислового зразка. Для вирішення цього питання потрібен аналіз поведінки гідрогелів в середовищах складного складу. Незважаючи на те, що гідрогелю як об'єкт наук про полімери в даний час вивчені дуже детально, наявні в літературі відомості в основному стосуються лише їх самих простих систем гідрогель - розчин. У наступних двох розділах заповнюється цю прогалину, що дозволяє зробити використаний нами феноменологічний підхід. У цих розділах нами виконано дослідження, що дозволяє дати замкнуту феноменологічну картину динамічного і статичного поведінки гідрогелів в середовищах складного складу.

Розділ 4. ВСТАНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИНАМІЧНОГО ПОВЕДІНКИ ГІДРОГЕЛЮ

У попередньому розділі були детально розглянуті феноменологічні закономірності, що визначають рівноважний поведінку гідрогелів. Ці закономірності спираються безпосередньо на широке коло експериментальних даних, будучи їх узагальненням. В цьому розділі аналогічний феноменологічний підхід буде застосований до аналізу динамічної поведінки нерівноважних систем гідрогель розчин.

Тут слід підкреслити, що теоретичний опис кінетики поведінки гідрогелів є однією з найскладніших завдань у фізичній хімії полімерних систем вищих розмірностей [10]. Послідовне теоретичний опис в даний час дано тільки для найпростіших ситуацій (набухання гелю в чистій воді або розчинах 1:1 електролітів [12] або колапс гелю в однокомпонентному розчині або дистильованій). Разом з тим, важко очікувати, що в конкретних випадках (особливо це відноситься не тільки до пропонованого способу спеціальної обробки, а й до очисних технологій) використовувана середу все час буде залишатися однокомпонентною.

У цій ситуації на перший план виходить розробка феноменологічного опису, заснованого на емпіричному узагальненні наявних експериментальних даних. Саме цей підхід був використаний в попередньому розділі, а для опису динамічної поведінки його роль тільки зростає.

4.1 Методика розрахунку параметрів повного циклу

Використовуючи отримані в попередніх розділах результати, тепер можна перейти до розгляду повної методики розрахунку параметрів циклу регенерації води на основі використання полімерних гідрогелів. Побудова методики буде проведена на прикладі, пов'язаному з очищенням води від домішок низькомолекулярної солі. Це один з найбільш складних випадків, оскільки надходження низькомолекулярної

					<i>Лист</i>
					57
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

солі всередину гідрогелю також може мати місце (на відміну від, наприклад, механічних домішок або біологічних забруднювачів). Методика розрахунку включає в себе визначення показників продуктивності окремого циклу і розрахунок витрат часу і електроенергії на його виконання.

Кількість води, що отримується при виконанні одного циклу, визначається, перш за все, концентрацією солі в оброблюваному розчині. Як було показано вище, що розглядається фізико-хімічна система має підвищену стійкість по відношенню до зміни зарядових чисел іонів. Тому розрахунок можна проводити виходячи з середнього вмісту солі електроліту в системі, проводячи його так, як якщо б у оброблюваній воді присутня тільки 1:1 сіль.

Основним параметром, що визначає збагачення навколишнього гідрогель розчину по домішки, є Доннановській множник α . Формулу для розрахунку якого зручно перетворити до вигляду:

$$\alpha = \frac{N_0}{2C_0} \left((w-1) + \sqrt{(1-w)^2 + 4 \frac{C_0}{N_0} \left(\frac{C_0}{N_0} + w \right)} \right), \quad (4.1)$$

де N_0 - щільність сіткового заряду гідрогелю, C_0 - вихідна концентрація солі, w - об'ємна частка, яку займає гідрогелем в системі.

Знаючи величину Доннановського множника, можна відшукати значення концентрації низькомолекулярної солі всередині гідрогелю C за відомою концентрацією оброблюваного розчину C_0

$$C = \frac{C_0}{w + \alpha(1-w)}. \quad (4.2)$$

Керуючими параметрами цієї залежності є частка обсягу, зайнята гідрогелем w , і щільність сіткового заряду в момент завершення першої стадії циклу N_0 . Вода, що володіє концентрацією домішки, що дається формулою (4.2) буде витіснена з гідрогелю на другій стадії.

Вибираючи параметри для методики очищення, можна варіювати досягнень-Гаєм в кінці першої стадії ступенем набухання гідрогелю. Тому, вибираючи параметри для методики в цілому, обсяг займаний гідрогелем в системі і щільність

сіткового заряду можна розглядати як незалежні. Сімейство залежностей концентрації солі всередині гідрогелю від вихідної концентрації розчину при різних щільності сіткового заряду представлено на рисунку 4.1. Для наочності на рисунку 4.2. представлено аналогічне сімейство для Доннановського множника α .

З графіків, представлених на рис. 4.1 і 4.2 видно, що зниження концентрації всередині гідрогелю на два порядки відбувається, коли концентрація функціональних груп всередині гідрогелю на два порядки перевершує концентрацію вихідного розчину.

Точніше, на першому кроці розрахунку потрібно вибрати допустиме значення показника C/C_0 . Наприклад, якщо відомо, що концентрація солі в розчині в 10 разів перевищує ГДК, то цілком достатньо використовувати $C/C_0 = 15-20$.

За цим показником і кривим рис. 4.1 можна визначити приблизне значення N_0 , що характеризує гідрогель. Детальний розрахунок цього показника не доцільний, оскільки промисловістю випускаються гідрогелю з фіксованим набором значень N_0 , що відповідають різним маркам гідрогелів. Крім того, при порівняно невеликих змінах концентрацій вихідного розчину не доцільно переходити від однієї марки гідрогелю до іншої. Отже, за показником C/C_0 визначити можна саме обсяг, який гідрогель буде займати в кінці першої стадії циклу.

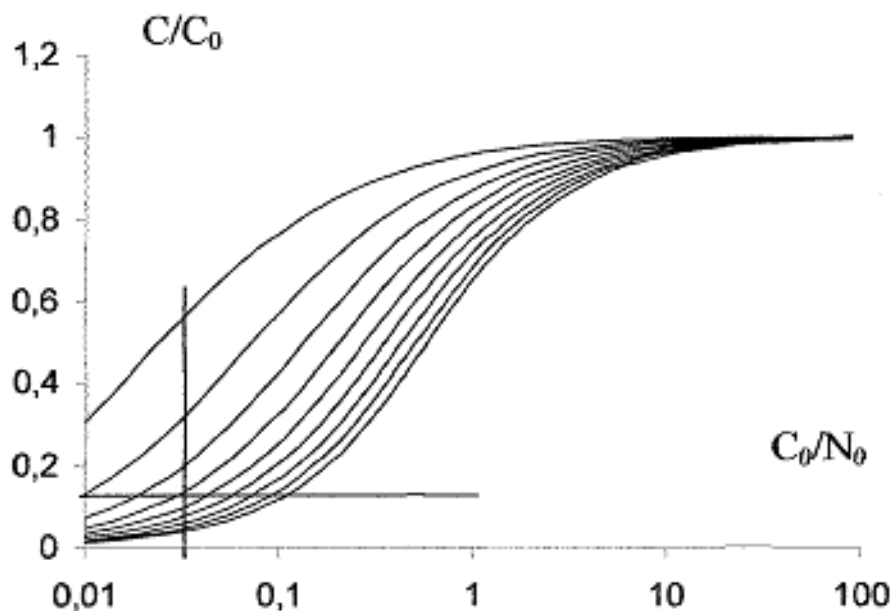


Рис. 4.1 - Номограма для визначення кількості гідрогелю, використovanого в циклі. Сімейство залежностей наведених концентрацій над гідрогелем від наведеної вихідної концентрації солі (варіюється обсяг, яку він обіймав гідрогелем).

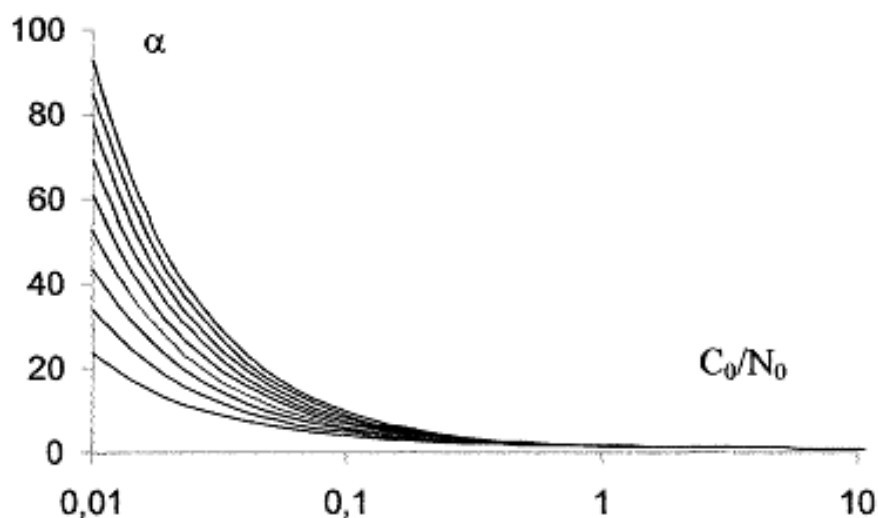


Рис. 4.2 - До визначення донановського множника. Сімейство залежностей донановського множника від наведеної вихідної концентрації солі (варіюється обсяг, яку він обіймав гідрогелем).

Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Параметр w найпростіше відшукати графічно. Проведемо вздовж осі абсцис пряму, що відповідає обраному значенням C/C_0 , а вздовж осі.

ординат - пряму, відповідну відношенню C_0/N_0 . Точка перетину цих прямих повинна лежати на кривій, що відповідає таким параметром w , при якому забезпечується необхідна глибина очищення. Іншими словами, побудова рисунка 4.1 фактично являє собою номограму для оцінки параметра w , що забезпечує досягнення цього значення C/C_0

З рис. 4.1 і 4.2 видно, що в міру наближення w до одиниці, ступінь очищення знижується (Доннановській множник зменшується). З фізико-хімічної точки зору це цілком зрозуміло: якщо гідрогель займає практично весь обсяг системи, то підтримку великих значень a означало б дуже високу ступінь концентрування розчину над гелем. У той же час, за цих умов згідно дифузійної теорії набухання гідрогелів [10] відбувається різке зменшення сил, що розтягують полімерну сітку. Тому Доннановській множник не може мати великих значень, коли гідрогель займає майже весь обсяг системи.

Таким чином, на першому етапі визначається максимальний обсяг, який може займати гідрогель в кінці першої стадії. Знаючи рівноважну ступінь набухання (яка для даної марки гідрогелю фіксована), можна обчислити кількість гідрогелю, що завантажується в робочий об'єм за формулою:

$$m_g = \frac{\rho V(1-w)}{Q} . \quad (4.3)$$

Знаючи обсяг, який гідрогель займає на початку першої стадії тепер легко визначити кількість очищеної води:

$$V_{H_2O} = V(1-w) - V_2 , \quad (4.4)$$

де V_2 - об'єм, який займає гідрогелем в кінці другої стадії. Для визначення цієї величини вже необхідно встановити кінетичні параметри (час набухання і час колапсу).

При інтенсивному перемішуванні кінетика набухання гідрогелю повністю визначається тільки властивостями самої сітки. Тому при розрахунках тривалості першої стадії можна скористатися теорією, в якій теоретично і експериментально було вивчено набухання гідрогелю в чистій воді. Було показано, що набухання гідрогелю їх сухого стану протікає в два етапи. Перший етап характеризується співіснуванням двох (слабо і сильно набряклі) фаз. На цьому етапі ступеня набухання залежить від часу як корінь квадратний, а коефіцієнт пропорційності визначається коефіцієнтом дифузії, який має той же порядок, що і для іонів лужних металів.

У попередньому параграфі було показано, що результати узагальнюються на випадок сольових розчинів. Найважливішим для цілей цієї роботи є той факт, що перехід від одного механізму набухання до іншого, відбувається при значенні $Q \approx 0,8Q_0$. Цей показник є практично постійним і не залежить від зовнішніх умов і характеристик гідрогелю.

Отже, вибір тривалості першої стадії визначається фундаментальними фізико-хімічними закономірностями і може бути здійснений виходячи із умови:

$$Q(t_2) \approx 0.8Q_0, \quad (4.5)$$

де t_2 - час завершення першої стадії.

Іншими словами, в кінці другої стадії ступінь набухання гідрогелю повинна досягти 0,8 від максимального значення. Справедлива формула:

$$t_2 \approx Dl^2 \frac{Q}{Q_0}, \quad (4.6)$$

де D - ефективний коефіцієнт дифузії, l – характерний розмір часток дисперсії гідрогелю.

Вибір тривалості другої стадії більш простий, оскільки колапс гідрогелю описується аналогом закону Фарадея, розглянутим на початку цієї глави. Існування двох етапів колапсу (лінійна і експоненціальна форми закону Фарадея) визначає при цьому обсяг, який гідрогель повинен займати в кінці другої стадії. Дійсно, поки

триває лінійна стадія колапсу, витрата електроенергії на одиницю об'єму отриманої води залишається постійним. Збільшення витрат енергії пов'язано з переходом до нелінійного процесу. Тому в розрахунок цілком можна закласти показник, який відповідає моменту завершення лінійної стадії. Ця величина також визначається не конкретним типом використовуваного поліелектролітного гідрогелю, а фундаментальними фізико-хімічними особливостями поведінки сіток. Як показано вище, значення ступеня набухання, при якому має місце перехід до нелінійної стадії, не перевищує 15% від рівноважного значення цієї величини. Отже, тривалість другої стадії можна визначити за допомогою формули:

$$t_1 \approx \frac{(0,8 - 0,15)Q_0}{kJ}, \quad (4.7)$$

де k - коефіцієнт, який визначається аналогом закону Фарадея [10].

Таким чином, комплекс досліджень, раніше виконаних в роботах [7, 9, 16] дозволяє запропонувати замкнуту методику розрахунку параметрів очисного циклу на основі використання поліелектролітних гідрогелів.

Параметри циклу регенерації води, описаного в розділі 2, були розраховані з використанням запропонованої в даному параграфі методики.

Таким чином, комплекс проведених в роботі досліджень дозволяє стверджувати, що методика спеціальної обробки, заснована на використанні полімерних гідрогелів, має зримі перспективи для умов оперативної обстановки при дефіциті води. Більш того, проведений в роботі комплекс фізико-хімічних досліджень показує, що на основі полімерних гідрогелів може бути також створений цілий ряд виробів, що мають реальної оперативне застосування в якості засобів індивідуального очищення води .

Ми віддаємо собі звіт, що багато питань, які неминуче виникнуть при впровадженні даної методики, не отримали відповіді в рамках цієї роботи. Однак, як це підкреслювалося в постановочній частині, виконання таких робіт як ця, на даній стадії стану наукових досліджень в Україні виправдано. Це пов'язано з тим, що

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		63

предметний доказ перспективності широкого використання гідрогелів для цілей ДСНС дозволить розірвати свого роду "порочне коло". А саме, неодноразово виникали пропозиції про промислове виробництво гідрогелю на базі вітчизняної мінеральної і вуглецеводородної сировини нашої країни на важко розв'язні проблеми збуту. Відповідно, можливе використання гідрогелів оборонними відомствами може значно сприяти прогресу в цьому напрямку.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		64

ВИСНОВКИ

За результатами роботи в цілому можна зробити наступні висновки:

1) Порівняльний аналіз існуючих фізико-хімічних методів розділення і очищення рідин, потенційно придатних для регенерації рецептур, використовуваних в спеціальній обробці, показав, що в умовах дефіциту води оптимальною є регенераційна методика, при якій вода може бути повторно використана для приготування рецептур. Серед регенераційних методик найбільш прийнятною для використання в польових умовах є запропонована в роботі методика, заснована на циклі набухання - стиснення поліелектролітних гідрогелів, коли на першій стадії гідрогель поглинає чисту воду, а на другий вода відділяється від полімеру під впливом електричного струму.

2) Встановлено, що системи гідрогель розчин мають властивості динамічної стійкості по відношенню до варіацій складу середовища і зарядових чисел аніонів; виходячи з цього вперше запропонована феноменологічна методика розрахунку ступеня набухання гідрогелів довільної хімічної природи в розчинах складного складу, заснована на методі фазових портретів.

3) Створена методика проведення розрахунків параметрів циклу регенерації води в польових умовах.

4) Обґрунтовано необхідність модифікації існуючих тактично-спеціальних принципів організації спеціальної обробки підрозділами радіаційного, хімічного і біологічного захисту ОРС ЦЗ ДСНС в умовах нестачі води, яка може бути здійснена за рахунок введення до складу району та пункту спеціальної обробки майданчика розгортання установки регенерації води. Тактичне застосування установок регенерації води стає виправданим, коли відстань від району або пункту спеціальної обробки до природного джерела водопостачання перевищує 30 км.

Перераховані вище висновки показують, що поставлені в роботі завдання вирішені повністю.

За результатами виконання роботи можна запропонувати наступні

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						65
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

рекомендації:

Базовий метод спеціальної обробки в умовах нестачі воді повинен ґрунтуватися на принципі регенерації води для приготування розчинів дегазації, дезактивації, дезінфекції.

Стан досліджень в області наук про полімери в Україні в цілому і рівень військово-наукових розробок, досягнутий в даний час, дозволяють поставити питання про організацію промислового виробництва гідрогелів на базі української сировини. Ухвалення на озброєння установок регенерації води після їх інженерної доведення і полігонних випробувань дозволить одночасно вирішити, як питання збуту гідрогелів, так і забезпечить істотне підвищення ефективності спеціальної обробки в умовах нестачі води.

В якості першого кроку на шляху повної модернізації засобів деконтамінації доцільно запропонувати впровадження в дрібносерійного виробництва індивідуальних засобів знезараження води для підрозділів ДСНС України.

Можливість використання результатів досліджень одночасно для підвищення готовності до дій за призначенням ДСНС України і виробництва експортної продукції дозволяє зробити висновок про високий техніко-економічному рівень представленої роботи.

У порівнянні з наявними засобами спеціальної обробки провідних військових держав пропонується метод має незаперечну перевагу, так як він дозволяє проводити дегазацію, дезактивацію і дезінфекцію незалежно від природних джерел водопостачання.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						66
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1 Белоус В. Возможность создания оружия массового уничтожения на новых физических и иных принципах //Ядерное распространение. - Москва, 1998.-Вып. 23.-С 25-27.

2 Наставление по боевому применению химических войск. - Москва: Воениздат, 1990.- 225 с.

3 Боевой устав Сухопутных войск. Часть 2 (батальон, рота). (Военная доктрина Республики Казахстан).- Алматы, 2001.- 494 с.

4 Руководство по специальной обработке подразделений.- Москва: Воениздат, 1988.- 138 с.

5 Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества.- Москва: Воениздат, 1990.- 271 с.

6 Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.Н. Коллоидная химия.- Москва: Изд-во МГУ, 1982. - 353 с.

7 Budtova T., Suleimenov I. Physical Principles of Polyelectrolyte Hydrogels Using for Water Purification // J. Appl. Polym. ScL- 1995.- Vol. 57.- P. 1653.

8 Будтова Т.В., Сулейменов И.Э., Френкель С.Я., Сулейменов Э.Н. Использование сильно набухающих полиэлектролитных гидрогелей для повышения извлечения металлов //Комплексное использование минерального сырья. - 1992.- №2(164).- С.48-51.

9 А.С. № 1790974 СССР. Устройство для фильтрации водных растворов/ Будтова Т.В., Сулейменов И.Э., Френкель С.Я., Куранов А.Л., Сулейменов Э.Н. - Опубл. 15.02.1991; Бюл. №3.

10 Бектуров Е.А., Сулейменов И.Э. Полимерные гидрогели.- Алматы: Гылым, 1998.- 230 с.

11 Сулейменов И.З., Козлов В.А., Бимендина Л.А., Бектуров Е.А. Самоорганизация органических и неорганических полимеров в воде.-Алматы: Дайк-Пресс, 1999.- 229 с.

12 Tomari T., Doi M. Hysteresis and Incubation in the Dynamics of Volume

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						67
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Transition of Spherical Gels // Makromolecules.- 1995.- Vol 28.- P. 8334-8343.

13 Budtova T.V., Bel'nikovich N.G., Suleimenov I.E., Frenkel S.Ya. Concentration redistribution of low molecular weight salt of metals in presence of strongly swelling polyelectrolyte hydrogels // Polymer.- 1993.- Vol 34.- P. 5154-5156.

14 Будтова Т.В., Сулейменов И.Э., Френкель С.Я. Перераспределение концентраций низкомолекулярных солей металлов в присутствии сильнонабухающих гидрогелей // Высокомолекулярные соединения.- 1992.-Т.34, №5,- С. 100-106.

15 Ертаев Б., Переладов И.Ю. Междисциплинарные исследования и задачи повышения эффективности химического обеспечения боевых действий в условиях горно-пустынной местности // Вестник НАН и МОН РК.- 2002.- №6.- С.54-58.

16 Сулейменов И.Э., Переладов И.Ю. Вопросы обеспечения проведения специальной обработки в условиях горно-пустынной местности // Вестник Военной Академии ВС РК.- 2002.- №1.- С. 32-34.

17 Эткинс П. Физическая химия.- Москва: Мир, 1980.- 584 с.

18 Бектуров Е.А., Легкунец Р.Е. Ассоциация полимеров с малыми молекулами.- Алма-Ата: Казахстан, 1983.- 208 с.

19 Будтова Т.В., Сулейменов И.Э., Френкель С.Я. Сильнонабухающие полимерные гидрогели: некоторые современные проблемы и перспективы (обзор) // Журнал прикладной химии.- 1997.- Т.71, вып.4.- С.715-731.

20 Сулейменов Э.Н., Сулейменов И.Э., Байгозин Ж.О. Промышленная экология и фундаментальные исследования // Материалы конф. «Промышленная экология и охрана водных экосистем».- Алматы, 1997.-С.103-109.

21 Сулейменов И.Э., Нуркеева З.С., Галль Л.Н. и др. Использование водорастворимых и водонабухающих полимеров для решения проблем экологии // Доклады 1-го межд. конгресса «Экологическая методология возрождения человека и планеты Земля».- Алматы, 1997.- С 115-117.

22 Неделько Е.С., Мамытбеков Г.К., Логунов А.П. т др. Комплексообразование гелей с мицеллообразующими поверхностно-активными веществами,

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						68
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

лекарственными препаратами и радиопротекторами// Материалы межд. симп. «Наука о полимерах на пороге 21 века», 20-22 октября 1999г.- Ташкент, 1999.- С. 58-61.

23 Асалбекова Д.Д., Мамытбеков Г.К., Бекутров Е.А. Свойства катионных гидрогелей и их взаимодействие с анионными поверхностно-активными веществами //Поиск.- 1998.- №4.- С. 5-12.

24 Мамытбеков Г.К. Объемно-фазовые переходы в гидрогелях в присутствии поверхностно-активных веществ //Изв. МОН, НАН РК. Сер. хим.- 2001.- № 5.- С.39-44.

25 Мамытбеков Г.К. Объемно-фазовые переходы в полимерных синтетических гидрогелях, индуцируемые изменением свойств среды и процессами комплексообразования: Автореф. д-ра хим. наук. - Алматы, 2002.-45с.

26 Бектуров Е.А., Хамзамулина Р.Э., Бакауова З.Х. и др. Молекулярные комплексы полимеров.- Алма-Ата: Наука, 1988.- 176 с.

27 Бектуров Е.А., Бимендина Л.А., Мамытбеков Г.К. Комплексы водорастворимых полимеров.- Алматы, 2002.- 215 с.

28 Проблемы эволюции открытых систем/ Под. ред. акад. Е.Е.Ергожина.- Алматы, 2002.- 217 с.

29 Цыгичко В.Н. О категории «соотношение сил в военных конфликтах»// Военная мысль.- 2001.- №2.- С.21-23.

30 Ворбьев И.Н. Перспективная тактика 21 века // Военная мысль.-2001.-№2.- С.19-20.

31 Колядин С.А. О совершенствовании военно-научного комплекса // Военная мысль,- 2001.- №3.- С. 59-61.

32 Защита от оружия массового поражения/ Под ред. В.В.Мясникова.-Москва: Воениздат, 1989.- 398 с.

33 Фролов В.С. Несмертельное оружие: предназначение и состав // Военная мысль.- 2001.- №1.- С.53-58.

34 Ларченко Д., Растопшин М. Материал «Б» // Техника и вооружения.-2001.- №2.- С.21.- 2002.- №5.- С. 14-15.

35 Мухамедьяров Т.М. Об условиях возникновения войн в будущем // Багдар.-

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						69
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1999.-№1.-С. 17-21.

36 История химических войск и химической службы Советской Армии.- Кострома: Костромское Высшее военное командное училище химической защиты, 1983.- 116 с.

37 Плеханов Г.Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии.- Томск, 1990.- 188 с.

38 Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер,- Москва: Мир, 1981.-353 с.

39 Тасбулатов А.Б., Сулейменов И.Э., Переладов И.Ю. Роль междисциплинарных исследований в военной футурологии // Багдар.- 2002.-№3.- С. 8-15.

40 Школьник В.С. О проблемах эволюции открытых систем// Проблемы эволюции открытых систем.- Алматы, 2002.- Вып.4.- С. 3.

41 Касаткин А.П. Основные процессы и аппараты химической технологии.- Москва, 1961.- 830 с.

42 Панин М.С. Химическая экология/ Под. ред. СЕ. Кудайбергенова - Семипалатинск, 2002.- 852 с.

43 Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисе П. Введение в химию окружающей среды.- Москва: Мир, 1999.- 271 с.

44 Самсонов Г.В., Троянская Е.Б., Элькин Г.Э. Ионный обмен. Сорбция органических веществ.- Ленинград: Наука, 1969.- 335 с.

45 Гельферих Ф. Иониты.- Москва: Изд-во ИЛ, 1962.- 491 с.

46 Ергожин Е.Е. Высокопроницаемые иониты.- Алма-Ата: Наука, 1979.-301 с.

47 Копылова В.Д., Астанина А.Н. Ионитные комплексы в катализе.-Москва: Химия, 1987.- 192 с.

48 Ергожин Е.Е., Менлигазиев Е.Ж. Полифункциональные ионообменники.- Алма-Ата: Наука КазССР, 1986.- 303 с.

49 Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А. Окислительно-восстановительные полимеры.- Алматы, 2000.- 211с.

50 Ергожин Е.Е., Уткелов Б. Хелатные полимерные реагенты.- Алматы, 1999.-

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						70
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

276 с.

51 Духин С.С., Дерягин Б.В. Электрофорез.- Москва, 1976.- 362 с.

52 Каммермейер М., Ханг Г. Электродные процессы разделения.-Москва: Мир, 1984.- 438 с.

53 Кириллов Т.А., Гольденберг А.С. Современные проблемы электродиализа в медицине.- Саратов, 1999.- 246 с.

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
						71
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

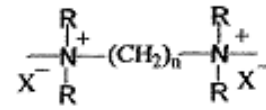
ДОДАТКИ

					НУЦЗУ.2.25-13-82.СХтаХТ.РПЗ-16	Лист
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72

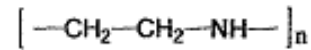
Додаток А

Хімічні формули сполук, згадуваних в тексті

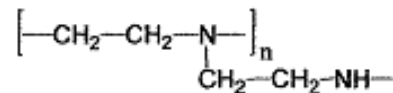
Ионены



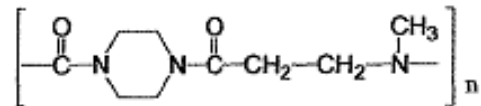
полиэтиленимин линейный



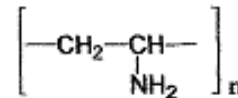
полиэтиленимин
разветвленный



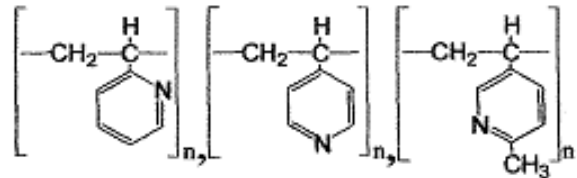
полиамидоамины



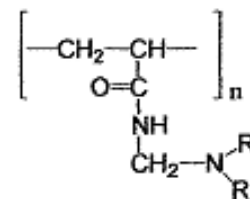
поливиниламин



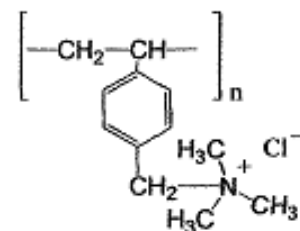
поливинилпиридины



полиаминоалкилметакрилаты

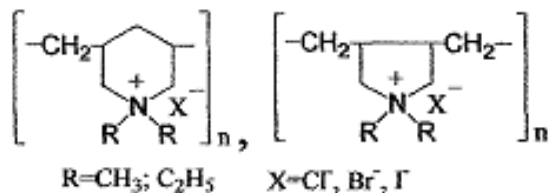


поли-4-винилбензил-
триметиламмоний хлорид

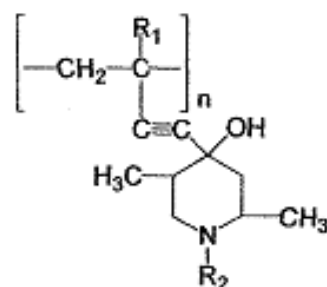


Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

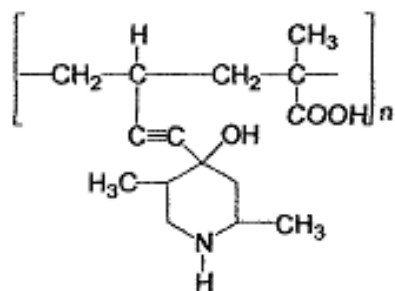
ПОЛИАЛЛИЛАММОНИЕВЫЕ
СОЛИ



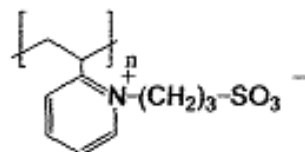
ВИНИЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ
ПОЛИПИПЕРЕДОЛОВ



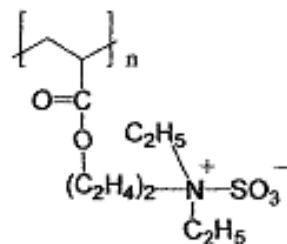
ПОЛИАМФОЛИТЫ (НАПРИМЕР,
НА ОСНОВЕ 2,5-ДИМЕТИЛ-4-
ВИНИЛЭТИЛПИПЕРИДОЛА-4
И МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ)



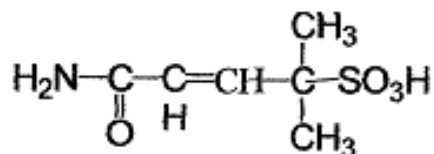
АРОМАТИЧЕСКИЕ ПОЛИСУЛЬФО
ПРОПИЛБЕТАИНЫ



АЛИФАТИЧЕСКИЕ ПОЛИСУЛЬФОПРОПИЛБЕТАИНЫ



2-АКРИЛАМИДО-2-МЕТИЛПРОПАН
СУЛЬФОКИСЛОТА



Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата