



Міністерство освіти і науки України

**ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
імені академіка В. ЛАЗАРЯНА**

Кафедра «Хімія та інженерна екологія»

«До захисту»
Зав.кафедрою
Д.т.н. професор

_____ Ю.В.Зеленько
«__» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Галузь знань 10 Природничі науки

Спеціальність 101 Екологія

ОП Екологія

Тема: Дослідження екологічної небезпеки транспортування вантажів що
містять сполуки нітрогену

Theme Research of ecological danger of transportation of cargoes containing
nitrogen compounds

Керівник дипломної
роботи к.х.н.

Тарасова Л. Д.

(підпис)

Консультант
спеціального розділу

Бойченко А. М.

(підпис)

Студент групи ЕО1921
student

Шелепова Д. Д.

(підпис)

Дніпро
2020 р.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна

Факультет: «Промислове та цивільне
будівництво»
Кафедра: «Хімія та інженерна екологія»
Спеціальність: 101 «Екологія»
ОП «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою

Ю.В.Зеленько

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної магістерської роботи студентки

Шелепової Дарини Дем'янівни

1. Тема роботи: «Дослідження екологічної небезпеки транспортування вантажів що містять сполуки нітрогену»

затверджена наказом по університету № 177-ст від «13» травня 2020р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи 15 грудня 2020 року.

3. Вихідні дані до роботи: статистичні дані аварій при перевезенні небезпечних вантажів залізницею; методичні матеріали, літературні джерела за напрямком дослідження; природоохоронна нормативно-правова база України та Європи; результати наукових досліджень у сфері захисту навколишнього середовища.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань до розробки): обґрунтування актуальності теми; дослідження впливу нітрогенмісуючих речовин на людину; перевезення небезпечних речовин на залізниці та автотранспортом; вивчення причин аварійних ситуацій та ліквідація наслідків аварій; визначення впливу емісії розчинів аміаку при потраплянні їх у навколишнє середовище при транспортних аваріях.

5. Перелік демонстраційного матеріалу: мультимедійна презентація за результатами виконання дипломної роботи у обсязі до 15 слайдів, які повною мірою відображають актуальність поставленої мети, задач та методологію дослідження, практичну і наукову новизну отриманих результатів.

6. Консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 3.2	Зеленько Ю. В		
Розділ 4	Бойченко А. М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва розділів магістерської роботи	Термін виконання розділів роботи	Примітка
1.	Методики аналізу та вивчення об'єктів дослідження	13.06.2020- 23.07.2020	
2.	Аналіз сучасного стану проблеми дослідження	24.07.2020- 31.08.2020	
3.	Правила перевезення нітрогеновміщуючих речовин різними видами транспорту	01.09.2020- 30.10.2020	
4.	Організація безпеки транспортування вантажів, що містять сполуки нітрогену	01.11.2020- 21.11.2020	
5.	Оформлення пояснювальної записки	22.11.2020- 14.12.2020	

7. Дата видачі завдання: «13» травня 2020 р.

Керівник магістерської роботи _____ к.х.н. Тарасова Л. Д.

Завдання прийняв до виконання _____ Шелепова Д. Д.

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота «Дослідження екологічної небезпеки транспортування вантажів що містять сполуки нітрогену»

У дипломній роботі всього: 125 сторінок, 45 рисунків, 7 таблиць 43 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – процеси емісії нітрогенвміщуючих речовин під час залізничних аварій.

Мета роботи – визначення впливу емісії розчинів аміаку при потраплянні їх у навколишнє середовище при транспортних аваріях.

Наукова новизна одержаних результатів: розглянуто перевезення небезпечних вантажів за допомогою залізничного та автотранспорту; вивчено фізико-хімічні властивості нітрогенвміщуючих речовин, зокрема азоту, аміаку, аміачної води та карбамідно-аміачної суміші; досліджено гігієнічне нормування даних речовин в навколишньому середовищі та проаналізовано небезпечний вплив на людину; проаналізовано особливості перевезення небезпечних вантажів на залізниці та автотранспортом, особливо в залежності від їх класу небезпеки; вивчено умови зберігання та досліджено транспортні одиниці для перевезення; досліджено причини аварій та аварійних ситуацій; надано рекомендації щодо умов проведення процесу нейтралізації аміачного розливу; визначено перелік необхідного обладнання: насоси, фільтри, ємності для приготування та зберігання розчину H_3PO_4 , камери реакції (чи пусті цистерни); розраховано зміну концентрацій аміаку та його розчинів при впливі на них різних факторів, таких як: температура, швидкість вітру, площа розливу, швидкість фільтрації в залежності від типу ґрунту.

ПЕРЕЛІК КЛЮЧОВИХ СЛІВ: НІТРОГЕНВМІЩУЮЧІ РЕЧОВИНИ, НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВАНТАЖ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ, АМІАК, АВАРІЯ, ЛІКВІДАЦІЯ, ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ, ЕМІСІЯ.

ABSTRACT

Master's thesis "Study of the ecological danger of transportation of goods containing nitrogen compounds"

In the thesis total: 126 pages, 45 figures, 7 tables 43 literary sources.

Object of research – processes of emission of nitrogen-containing substances during railway accidents.

The purpose of the work – is to determine the impact of ammonia solution emissions when they get into the environment during traffic accidents.

Scientific novelty of the obtained results: transportation of dangerous goods by rail and road is considered; studied the physical and chemical properties of nitrogen-containing substances, in particular nitrogen, ammonia, ammonia water and urea-ammonia mixture; the hygienic standardization of these substances in the environment is investigated and the dangerous influence on the person is analyzed; the peculiarities of transportation of dangerous goods by rail and motor transport are analyzed, especially depending on their class of danger; storage conditions were studied and transport units for transportation were studied; the causes of accidents and emergency situations are investigated; recommendations on the conditions of the process of neutralization of ammonia spill; the list of necessary equipment is determined: pumps, filters, tanks for preparation and storage of H_3PO_4 solution, reaction chambers (or empty tanks); the change of concentrations of ammonia and its solutions under the influence of various factors, such as: temperature, wind speed, bottling area, filtration rate depending on the soil type is calculated.

LIST OF KEY WORDS: NITROGEN-CONTAINING SUBSTANCES, DANGEROUS GOODS, TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS, AMMONIA, ACCIDENT, MEDICINE

ЗМІСТ

	Вступ.....	8
1	Методики аналізу та вивчення об'єктів дослідження.....	10
1.1	Фізико-хімічні властивості нітрогенвміщуючих речовин.....	10
1.2	Нормування сполук нітрогену у різних середовищах.....	17
1.3	Аналіз впливу нітрогенвміщуючих на людину.....	21
2	Аналіз сучасного стану проблеми дослідження.....	29
2.1	Особливості перевезення нітрогенвміщуючих речовин залізничним транспортом.....	28
2.2	Аналіз статистики аварійних ситуацій за участю сполук нітрогену.....	35
2.3	Сучасні підходи до нейтралізації негативного впливу сполук нітрогену на довкілля.....	47
3	Правила перевезення нітрогенвміщуючих речовин різними видами транспорту.....	51
3.1	Порядок перевезення нітрогенвміщуючих речовин автомобільним транспортом.....	51
3.2	Аналіз процедури залізничних перевезень нітрогенвміщуючих речовин.....	57
3.3	Вимоги до процедури зберігання нітрогенвміщуючих речовин...	64
3.4	Аналіз конструктивних особливостей парку цистерн та вантажних одиниць для перевезення нітрогенвміщуючих речовин різними видами транспорту.....	77
4	Організація безпеки транспортування вантажів, що містять сполуки нітрогену.....	82
4.1	Визначення властивості аміаку та його похідних при емісії в навколишнє середовище.....	84
4.2	Визначення факторів, що впливають на випаровування аміаку при аваріях з цистернами.....	86
4.2.1	Визначення факторів, які впливають на емісію забруднюючих речовин при незначній пошкодженнях цистерн.....	87
4.2.2	Вивчення процесів випаровування забруднюючих речовин при значних пошкодженнях цистерн.....	88
4.3	Аналіз процесу випаровування аміаку з розчину.....	90
4.3.1	Формалізація процесу випаровування.....	90
4.3.2	Фактори, які впливають на швидкість випаровування.....	91
4.3.3	Вплив температури на випаровування.....	91
4.3.4	Вплив викиду аміаку на щільність хмари і подальшу атмосферну дисперсію.....	100
4.4	Кінетика фільтрації водних розчинів в ґрунт.....	102
4.4.1	Вибір типів ґрунту, характерних для території України.....	103
4.4.2	Визначення зернових фракцій і їх вплив на властивості ґрунту...	103

4.5	Шляхи зниження небезпеки розливу рідкого аміаку.....	108
4.6	Основні положення технології ліквідації наслідків транспортних аварій з аміаком.....	112
	Висновок.....	116
	Список бібліографічних посилань	117
	Додаток А.....	121

ВСТУП

Аварії з небезпечними вантажами на залізничному і автомобільному транспорті можуть спричинити пожежі, вибухи, хімічне й біологічне зараження, радіоактивне забруднення. Характерною рисою цих надзвичайних ситуацій є значні розміри та висока швидкість формування зони ураження.

Ліквідація наслідків аварійних ситуацій – це аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, що проводяться при виникненні надзвичайних ситуацій і спрямовані на врятування життя та збереження здоров'я людей, зниження розмірів збитків, заподіяних природному середовищу, матеріальних втрат, а також на локалізацію зон надзвичайних ситуацій, припинення дії характерних для них небезпечних факторів.

Залізничний, автомобільний, трубопровідний транспорт – основні засоби транспортування аміаку. Аварійні ситуації при операціях з аміаком створюють серйозну небезпеку життю не лише виробничого персоналу, а і мешканців довколишніх населених пунктів. Як свідчать статистичні дані ОСЗ (Організація Співдружності Залізниць), відсотковий показник транспортних аварій з аміаком (зріджений газ та його водні розчини) складає близько 5% від їх загальної кількості.

Регулювання перевезення небезпечних вантажів на залізницях України здійснюється Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів» та численними галузевими інструкціями. Тут передбачений порядок перевезень із підвищеною увагою до заходів безпеки. Але аварії, не зважаючи на всі попереджувальні заходи, трапляються.

У данній дипломній роботі було розглянуто вплив розчинів аміаку на навколишнє природне середовище, а також надані рекомендації щодо поліпшення екологічної ситуації при надзвичайних ситуаціях на залізничному транспорті.

Мета дипломної роботи – визначення впливу емісії розчинів аміаку при потраплянні їх у навколишнє середовище при транспортних аваріях.

Для реалізації поставленої мети у дипломній роботі виконано ряд завдань, серед яких:

- вивчення фізико-хімічних властивостей нітрогенвміщуючих речовин;
- аналіз перевезення нітрогенвміщуючих речовин на залізничному та автомобільному транспорті;
- аналіз статистики аварійних ситуацій;
- аналіз конструкторних особливостей парку цистерн та вантажних одиниць для перевезення нітрогенвміщуючих речовин;
- визначити вплив емісії розчинів аміаку при потраплянні їх у навколишнє середовище при транспортних аваріях.

1. МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ ТА ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Фізико-хімічні властивості нітрогеновміщуючих речовин

Азот (N_2) – проста речовина, яку утворює хімічний елемент азот (два атоми якого, об'єднуючись, утворюють молекулу хімічної речовини азоту) – (за нормальних умов) хімічно малоактивний, двоатомний газ без запаху, кольору та смаку.

Щільність газоподібного азоту при $0^\circ C$ $1,25046 \text{ г/дм}^3$, рідкого азоту (при температурі кипіння) – $0,808 \text{ кг/дм}^3$. Газоподібний азот при нормальному тиску при температурі мінус $195,8^\circ C$ переходить в безбарвну рідину, а при температурі мінус $210,0^\circ C$ – в білу тверду речовину. У твердому стані існує у вигляді двох поліморфних модифікацій: нижче мінус $237,54^\circ C$ стійка форма з кубічної ґратами, вище – з гексагональною.

Критична температура азоту – $146,95^\circ C$, критичний тиск $3,9 \text{ МПа}$, потрійна точка лежить при температурі – $210,0^\circ C$ і тиску $125,03 \text{ гПа}$, з чого випливає, що азот при кімнатній температурі ні при якому, навіть дуже високому тиску, не можна перетворити на рідину [1].

Теплота випаровування рідкого азоту $199,3 \text{ кДж/кг}$ (при температурі кипіння), теплота плавлення азоту $25,5 \text{ кДж/кг}$ (при температурі – $210^\circ C$).

Енергія зв'язку атомів у молекулі N_2 дуже велика і складає $941,6 \text{ кДж/моль}$. Відстань між центрами атомів в молекулі $0,110 \text{ нм}$. Це свідчить про те, що зв'язок між атомами азоту потрійна. Висока міцність молекули N_2 може бути пояснена в рамках методу молекулярних орбіталей. Енергетична схема заповнення молекулярних орбіталей у молекулі N_2 показує, що електронами в ній заповнені тільки зв'язують s-і p-орбіталі. Молекула азоту немагнітна (діамагнітна).

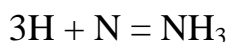
Через високу міцності молекули N_2 процеси розкладання різних сполук азоту (у тому числі і сумно знаменитого вибухової речовини гексогену) при нагріванні, ударах і т.д. приводять до утворення молекул N_2 . Так як обсяг

утворився газу значно більше, ніж обсяг вихідного вибухової речовини, гримить вибух [2].

Хімічно азот досить інертний і при кімнатній температурі реагує тільки з металом літієм з утворенням твердого нітриду літію Li_3N :



У з'єднаннях виявляє різні ступені окислення (від мінус 3 до плюс 5). З воднем утворює аміак NH_3 :



Непрямим шляхом (не з простих речовин) отримують гідразин N_2H_4 і азотистоводородная кислоту HN_3 . Солі цієї кислоти – азиди. Азид свинцю $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ розкладається при ударі, тому його використовують як детонатор, наприклад, в капсулях патронів.

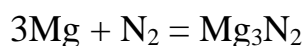
Відомо кілька оксидів азоту. З галогенами азот безпосередньо не реагує, непрямыми шляхами отримані NF_3 , NCl_3 , NBr_3 та NI_3 , а також кілька оксигалогенідів (сполук, до складу яких, крім азоту, входять атоми і галогену, і кисню, наприклад, NOF_3).

Галогеніди азоту нестійкі і легко розкладаються при нагріванні (деякі – при зберіганні) на прості речовини. Так, NI_3 випадає в осад при зливанні водних розчинів аміаку і іодной настоянки. Вже при легкому струсі сухий NI_3 вибухає:

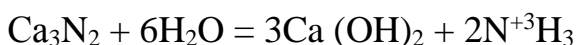


Азот не реагує із сіркою, вуглецем, фосфором, кремнієм і деякими іншими неметалами.

При нагріванні азот реагує з магнієм і лужноземельними металами, при цьому виникають солеобразные нітриди загальної формули Mg_3N_2



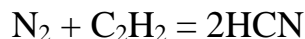
Які розкладаються водою з утворенням відповідних гідроксидів і аміаку, наприклад:



Аналогічно ведуть себе і нітриди лужних металів. Взаємодія азоту з перехідними металами призводить до утворення твердих металоподобних нітридів різного складу. Наприклад, при взаємодії заліза і азоту утворюються нітриди заліза складу Fe_2N і Fe_4N :



При нагріванні азоту з ацетиленом C_2H_2 може бути отриманий ціаністий водень HCN :



Зі складних неорганічних сполук азоту найбільше значення мають азотна кислота HNO_3 , її солі нітрати, а також азотистая кислота HNO_2 і її солі нітрити [3].

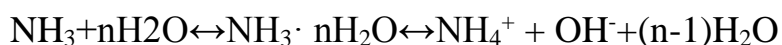
Аміак – газ без кольору з задушливим різким запахом та їдким смаком. Температура плавлення – $77,75^\circ\text{C}$, температура кипіння – $33,35^\circ\text{C}$, щільність $0,771 \text{ г/л}$ (0°C) та $0,59 \text{ г/л}$ (25°C). Розчинність у воді близько 750 л/л або 526 г/л , коефіцієнт розчинності в воді $726,6$. Розчинний в ефірах та других органічних розчинниках. Межі вибухонебезпечних концентрацій в повітрі $15\text{-}28\%$, в кисні $13,5\text{-}79\%$, в закису азоту $2,2\text{-}72\%$. В повітрі NH_3 переходить в $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ або поглинається вологою. Вступає в реакції приєднання, заміщення та окислення. Водний розчин має лужну реакцію внаслідок утворення гідрату окису амонію NH_4OH . В продаж надходить у вигляді водних розчинів, що містить $28\text{-}29\% \text{ NH}_3$, 10% розчин NH_3 (нашатирний спирт) або скраплений NH_3 в металевих циліндрах [4].

Хімічні властивості аміаку.

1. Особливості взаємодії з водою

Аміак прекрасно розчинний у воді, щільність розчинів при підвищенні концентрації аміаку знижується. Висока розчинність аміаку пов'язана з утворенням міцних водневих зв'язків і гідратів складу $\text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

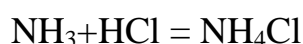
У розчині має місце взаємодія:



Утворення гідроксид-іонів створює лужне середовище розчину, але реакція протікає зворотно, при взаємодії іонів NH_4^+ і OH^- знову утворюються молекули аміаку і води, між якими має місце водневий зв'язок. Отже, іонного з'єднання NH_4OH не існує ні в водному розчині, ні у твердій фазі, відомий подібний з ним за складом гідрат $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і гідрат $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, вони існують при низькій температурі, молекули аміаку і води пов'язані один з одним водневими зв'язками і утворюють тривимірний каркас.

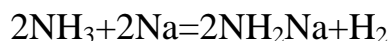
2. Донорні властивості

Наявність вільної електронної пари обумовлює донорні властивості:

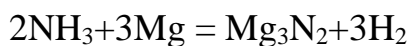


3. Окисні властивості

За рахунок іонів водню аміак може бути окислювачем і вступати в реакції з сильними відновниками, наприклад, при взаємодії з натрієм утворюється амід натрію:

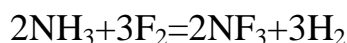


Інші метали при взаємодії з аміаком утворюють нітриди:



4. Відновлювальні властивості

Фтор миттєво окисляє аміак до трифторида

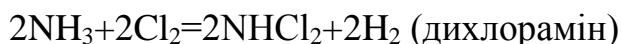


Хлор реагує залежно від кислотності середовища:

При $\text{pH} = 3$:



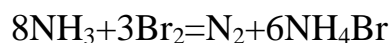
При $\text{pH} = 5-6$:



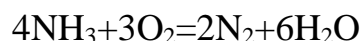
При $\text{pH} > 8$:



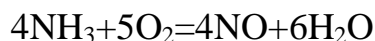
Бром окисляє аміак до вільного азоту:



У суміші з киснем горить зеленувато-жовтим полум'ям:



В присутності каталізатора (платини), при високій температурі:

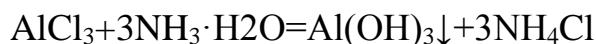


Енергійно відновлює деякі метали їх і оксиди:

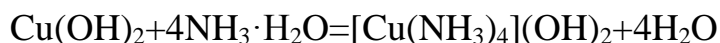
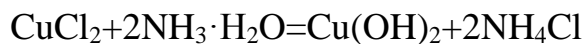


5. Основні властивості

Додавання аміачного розчину до розчинів солей металів призводить до осадження нерозчинних гідроксидів металів:



Гідроксиди деяких металів розчиняються в надлишку аміаку і утворюють комплексні сполуки [5].

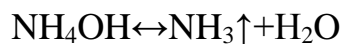


Аміачна вода – розчин аміаку в воді, прозора рідина, іноді з жовтуватим відтінком. Має різкий запах. Щільність 18,5...25% розчину 0,930...0,910 г/см³ при +15°C. Парціальний тиск парів аміаку 0,1 МПа (при плюс 40°C). Температура випадання твердої фази від мінус 31,3°C до мінус 53,9°C [6].

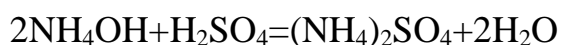
Аміачна вода містить до 30% аміаку, тобто 24,6% азоту і 70% води. При температурі нижче плюс 21,10°C не підвищує тиск, а при збільшенні температури лише злегка підвищує його. Один літр аміачної води важить 888 г і містить 220 г азоту [7].

Хімічні властивості.

1. У розчині реалізується рівновага.
2. Змінює забарвлення індикаторів: фенолфталеїн - малиновий, метиловий оранжевий - жовтий, лакмус – синій.
3. Розкладається, особливо при нагріванні:



4. Взаємодіє з кислотами:



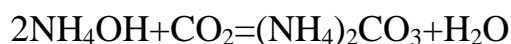


(суміш гідро- і д і гідрофосфату амонію в співвідношенні 1:1 називається амофосом).

5. Реагує з водними розчинами солей:



6. Взаємодіє з кислотними оксидами:



7. Взаємодіє з деякими солями (подібно аміаку), утворюючи комплексні солі [8].



З'єднання аміачної води викликає корозію кольорових металів (цинку, олова і міді) і їх сплавів (латуні, бронзи). Чорні метали та чавун стійкі до впливу водного аміаку. Гума і алюміній аміачною водою не ушкоджуються.

Аміак може випаровуватися з аміачної води, чим пояснюється втрата азоту при перевезенні, зберіганні і внесенні [9].

Карбамідно-аміачна суміш (КАС) – мінеральні добрива представлені в трьох основних групах: гранульовані, рідкі і водорозчинні. Найбільшого поширення набула гранульована форма зважаючи на доступність форми її внесення.

КАС – це суміш водних розчинів аміачної селітри і карбаміду (в співвідношенні 35,4% карбаміду, 44,3% селітри, 19,4% води, 0,5% аміачної води). Щільність рідкого добрива до 1,34 кг/м³.

Карбамідно-аміачна суміш містить всі три форми азоту.

Амідна форма азоту – досить легко проникає в рослину через листовий апарат, але значно більше часу їй знадобиться, щоб проникнути в рослину через корінь. Для цього амідній формі доведеться трансформуватися спочатку в амонійну, а тільки потім – в нітратну форму, та й то за умови позитивних температур.

Температура навколишнього середовища безпосередньо впливає на швидкість проходження перетворень форм азоту, так як цей процес йде за

участю ґрунтових мікроорганізмів. Як видно з рис 1.1, чим вище температура - тим швидше проходить процес перетворення.

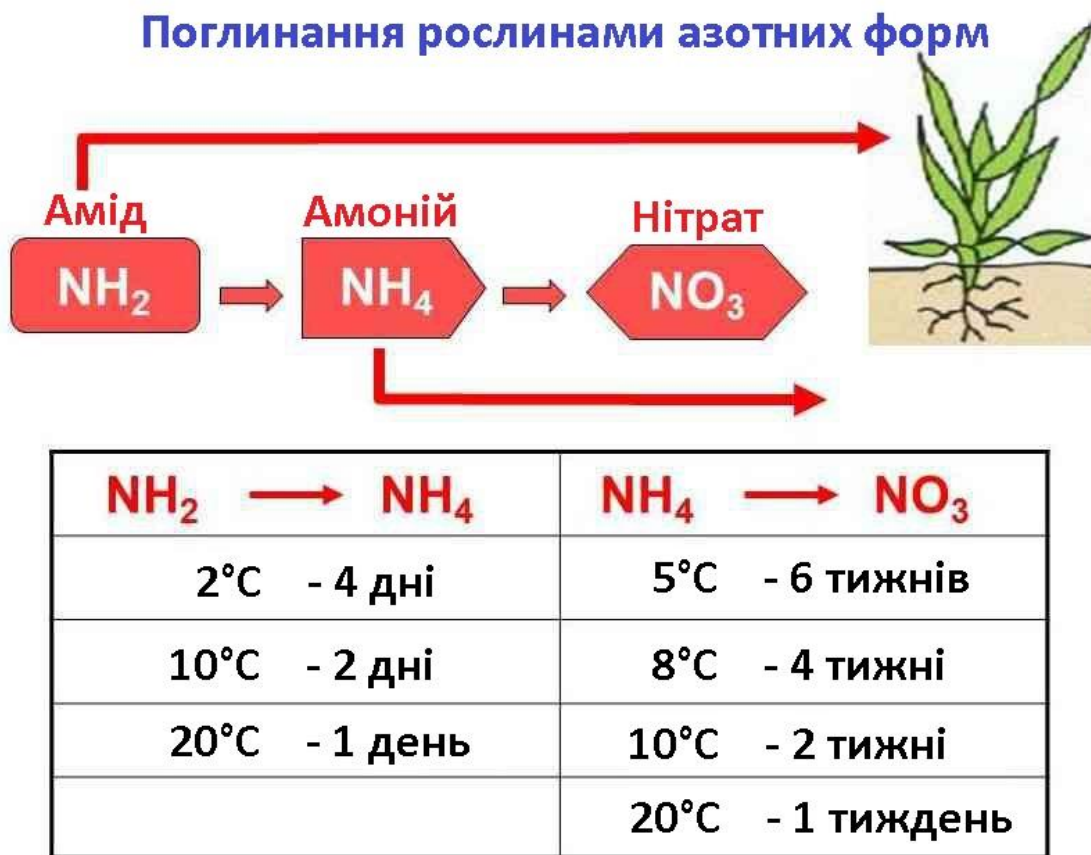


Рис. 1.1 – Поглинання рослинами азотних форм

Нітратна форма – швидко і повністю поглинається кореневою системою рослин, амонійна ж форма (NH_4^+) не поглинається ні листям, ні корінням. Їй, як і амідній формі, необхідна участь мікроорганізмів і позитивних температур.

Таким чином, при внесенні КАСу, який має різні форми азоту, ми отримуємо пролонгований ефект його засвоєння рослинами [10].

1.2 Нормування сполук нітрогену у різних середовищах

Для обмеження впливу шкідливих речовин застосовують гігієнічне нормування їх вмісту в різних середовищах. При встановленні ГДК в повітрі робочої зони або в повітряному басейні населених пунктів орієнтуються на токсикологічний показник або рефлекторну реакцію організму.

У зв'язку з тим, що вимога повної відсутності промислових отрут в зоні дихання працюючих часто неможливо, особливого значення набуває гігієнічна регламентація змісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Така регламентація здійснюється в три етапи:

- обґрунтування орієнтовно безпечного рівня впливу (ОБРВ);
- обґрунтування ГДК;
- коригування ГДК з урахуванням умов праці працюючих і стану їх здоров'я.

Орієнтовно безпечний рівень впливу встановлюється тимчасово, на період, що передує проектуванню виробництва. Значення ОБРВ визначається шляхом розрахунку за фізико-хімічними властивостями або шляхом інтерполяцій і екстраполяції в гомологічних рядах з'єднань або за показниками гострої токсичності. ОБРВ повинні переглядатися через два роки після їх затвердження.

ОБРВ не встановлюються:

- для речовин, небезпечних в плані розвитку віддалених і необоротних ефектів;
- для речовин, які підлягають широкому впровадженню в практику.

Для санітарної оцінки повітряного середовища використовуються наступні показники:

ГДК_{р.з.} – гранично-допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони, мг/м³. Ця концентрація не повинна викликати у працюючих при щоденному вдиханні в межах 8 годин протягом усього робочого стажу захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються

сучасними методами досліджень безпосередньо в процесі роботи або у віддалені терміни. Робочою зоною вважається простір, висотою до 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якій знаходяться місця постійного або тимчасового перебування робітників.

До недавнього часу ГДК хімічних речовин оцінювали як максимально разові. Перевищення їх навіть протягом короткого часу заборонялося. Останнім часом для речовин, що володіють кумулятивними властивостями, введена друга величина - середньозмінна концентрація. Це середня концентрація, отримана шляхом безперервного або переривчастого відбору проб повітря при сумарному часу не менше 75% тривалості робочої зміни, або середньозважена концентрація протягом зміни в зоні дихання працюючих на місцях постійного або тимчасового їх перебування.

Вміст шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів також регламентується ГДК, при цьому нормується середньодобова і максимально разова величина.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі населених місць – це максимальні концентрації, віднесені до певного періоду осереднення (30 хв, 24 год, 1 місяць, 1 рік) і не роблять при регламентованій ймовірності їх прояви ні прямого, ні непрямого шкідливого впливу на організм людини, включаючи віддалені наслідки для теперішнього і наступних поколінь, які не знижують працездатності людини і не погіршують його самопочуття.

ГДК для атмосферного повітря нижче, ніж для робочої зони. Це пояснюється тим, що на підприємстві протягом робочого дня працюють практично здорові люди, а в населених пунктах цілодобово знаходяться не тільки дорослі, а й діти, люди похилого віку та хворі люди, вагітні та жінки.

Максимальна (разова) концентрація $ГДК_{м.р.}$ – найбільш висока з числа 30-хвилинних концентрацій, зареєстрованих в даній точці за певний період часу.

В основу встановлення ГДК_{м.р.} покладено принцип запобігання рефлексорних реакцій у людини [11].

Нормування якості води річок, озер і водосховищ проводять відповідно до «Санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення» № 4630-88. При цьому розглядаються водойми двох категорій: І - господарсько-питного та культурно-побутового призначення, ІІ - рибогосподарського призначення.

При нормуванні якості води ГДК встановлюється по лімітуючій ознаці шкідливості. Це ознака шкідливої дії речовини, який характеризується найменшою пороговою концентрацією.

Ознаку шкідливості для водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення використовують трьох видів: санітарно-токсикологічна, загально-санітарна і органолептична; для водойм рибогосподарського призначення використовують ще два види: токсикологічна і рибогосподарська.

Для водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення перевіряють виконання трьох, а для водойм рибогосподарського призначення – п'яти нерівностей [12].

Нормування хімічного забруднення ґрунтів здійснюється за гранично допустимих концентрацій (ГДК_ґ).

ГДК_ґ – концентрація речовини (мг/кг) в орному шарі ґрунту, яка не повинна викликати прямого чи непрямого негативного впливу на дотичні з ґрунтом середовища і здоров'я людини, а також на самоочищаються здатність ґрунту.

За своєю величиною ГДК_ґ значно відрізняється від прийнятих допустимих концентрацій для води і повітря. Ця відмінність пояснюється тим, що надходження шкідливих речовин в організм людини безпосередньо з ґрунту відбувається у виняткових випадках в незначних кількостях, в основному через що із ґрунтом середовища (повітря, воду, рослини).

Розрізняють чотири різновиди ГДК_г в залежності від шляху міграції хімічних речовин в суміжні середовища: ТВ – транслокаційний показник, що характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту через кореневу систему в зелену масу і плоди рослин; МА – міграційний повітряний показник, що характеризує перехід хімічної речовини в атмосферу; МВ – міграційний водний показник, що характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту в підземні ґрунтові води і водні джерела; ОС – загально-санітарний показник, що характеризує вплив хімічної речовини на самоочищуючу здатність ґрунту і мікробіоценозу [13].

В таблиці 1.1 наведено ГДК речовин в повітрі, воді та ґрунтах.

Таблиця 1.1 – ГДК речовин у навколишньому середовищі

	Аміак	Аміачна вода	КАС
Повітря (мг/м ³)			
ГДК _{м.р.}	0,2	—	—
ГДК _{с.д.}	0,04	—	—
Вода (мг/л)			
ГДК _{г.п.}	1,5	2,0	—
ГДК _р	0,1	0,5	—
Ґрунт (мг/кг)			
ГДК	—	80	120

1.3 Аналіз впливу нітрогенвміщуючих на людину

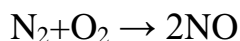
Вплив азоту на організми. При тискові повітря 4 кг/см^2 відзначається уповільнена реакція на зорове, слухове та нюхові подразнення, послаблення розумової діяльності. При 8 кг/см^2 спостерігається запаморочення, кольорові кола перед очима, помутніння свідомості, розлад координації рухів. При 10 кг/см^2 різкий розлад м'язових рухів. При підвищеному тиску N_2 повітря розчиняється в крові та тканинах тіла, виділяючись з них у вигляді бульбашок при швидкій декомпресії, викликає декомпресійні захворювання або кесонну хворобу.

У відносно малих кількостях вільний азот перебуває в розчиненому стані у водах річок, морів і океанів. Маса розчиненого в гідросфері азоту, враховуючи, що одночасно відбуваються процеси розчинення азоту атмосфери у воді і виділення його в атмосферу, становить близько $2 \cdot 10^{13} \text{ т}$, крім того, приблизно $7 \cdot 10^{11} \text{ т}$ азоту міститься в гідросфері у вигляді сполук.

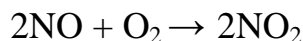
Незважаючи на свою назву, азот у вигляді сполук з іншими елементами, присутній у всіх живих організмах (1-3% на суху масу, 4-те місце після кисню, водню та вуглецю відповідно), і є одним з найважливіших біогенних елементів. Він входить до складу амінокислот, які є структурними блоками білків (16-17%), нуклеотидів — структурних блоків нуклеїнових кислот, а також коферментів, вітамінів, гормонів, антибіотиків, гемоглобіну, хлорофілу і багатьох інших біогенних речовин. В невеликих кількостях, у двоатомному вигляді, азот постійно присутній в крові, маючи в ній невелику розчинність порядку $0,0110 \text{ мл/л}$ при температурі 38°C .

Поза межами Землі азот виявлений в галактичних туманностях, сонячній атмосфері, на Урані, Нептуні, міжзоряному просторі та ін. Атмосфери супутників — Титану, Тритону і карликової планети Плутона теж в основному складаються з азоту. Азот — четвертий за поширеністю елемент Сонячної системи (після водню, гелію і кисню). В природі кругообіг азоту відбувається в основному за допомоги так званої азотної фіксації. При

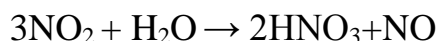
цьому молекули кисню та азоту розпадаються на атоми, які, легко реагуючи один з одним, утворюють неміцний монооксид азоту:



Останній під дією кисню повітря перетворюється на більш стійкий діоксид азоту:



Далі в повітрі оксиди азоту (також в присутності кисню) з'єднуються з дощовою водою або іншою атмосферною вологою, утворюючи нітратну або нітритну кислоти:



Утворені вище зазначені кислоти досягаючи ґрунту реагують зі сполуками натрію, кальцію, калію та ін., які в ньому перебувають, і утворюють свої солі: селітри (нітрати) та нітрити [14].

Однак основна частина атмосферного азоту фіксується біогенним шляхом. Біогенна фіксація азоту — фіксація азоту, що відбувається за допомоги деяких мікроорганізмів (а саме бактерій), яких ще називають діазотрофами (або азотфіксувальними мікроорганізмами). Деякі рослини, гриби й тварини формують з ними симбіотичні асоціації.

Вплив аміаку на організм. Високі концентрації аміаку викликають рясну сльозотечу та біль в очах, задуха, сильні приступи кашлю, запаморочення, біль в шлунку, блювота. Тяжке отруєння проходить на фоні різкого зменшення легеневої вентиляції, збільшення печінки, гострої емфіземи. Через декілька хвилин після масивного впливу NH_3 настає м'язова слабкість з підвищеною рефлексорною збудливістю, мимовільні судоми, різке зниження слуху, в наслідок чого сильний звук викликає нові напади судом. Порушується обмін глютамінової та β -кетоглутарової кислоти в корі головного мозку, значно зменшується здатність тканин утилізувати кисень. Після дії високих концентрацій постраждалі інколи сильно збуджені, знаходяться в стані буйного марення, не здатні стояти. Спостерігаються різкі

розлади дихання та кровообігу, в перші хвилини після отруєння може наступити смерть від серцевої слабкості або зупинки дихання в фазі вдихання при спазмі голосової щілини. Частіше смерть настає через декілька годин або днів після нещасного випадку від набряку гортані або легенів. Можливий хімічний опік очей та дихальних шляхів.

Наслідками перенесення гострого отруєння можуть бути помутніння кришталика, рогівки та втрата ока, захриплість або повна втрата голосу, хронічний бронхіт, емфізема легенів, кровне харкання або можлива активізація туберкульозного процесу, тяжкий геморагічний гастрит. Після отруєння з втратою свідомості в подальшому спостерігались зміни особистості, зниження інтелектуального рівня з втратою пам'яті, неврологічні мікро симптоми (порушення рівноваги, зниження больової чутливості, тремтіння рук, запаморочення). При невеликих концентраціях – більш легке подразнення очей та слизової носа, чихання, виділення слини, легка нудота та головний біль, почервоніння обличчя, пітливість, біль в грудях.

Високі концентрації викликають рясну сльозотечу та біль в очах, задуха, сильні приступи кашлю, запаморочення, біль в шлунку, блювота. Тяжке отруєння проходить на фоні різкого зменшення легеневої вентиляції, збільшення печінки, гострої емфіземи. Через декілька хвилин після масивного впливу NH_3 настає м'язова слабкість з підвищеною рефлексорною збудливістю, мимовільні судоми, різке зниження слуху, в наслідок чого сильний звук викликає нові напади судом. Порушується обмін глутамінової та β -кетоглутарової кислоти в корі головного мозку, значно зменшується здатність тканин утилізувати кисень. Після дії високих концентрацій постраждалі інколи сильно збуджені, знаходяться в стані буйного марення, не здатні стояти. Спостерігаються різкі розлади дихання та кровообігу, в перші хвилини після отруєння може наступити смерть від серцевої слабкості або зупинки дихання в фазі вдихання при спазмі голосової щілини. Частіше смерть настає через декілька годин або днів після нещасного

випадку від набряку гортані або легенів. Можливий хімічний опік очей та дихальних шляхів.

Наслідками перенесення гострого отруєння можуть бути помутніння кришталика, рогівки та втрата ока, захриплість або повна втрата голосу, хронічний бронхіт, емфізема легенів, кровне харкання або можлива активізація туберкульозного процесу, тяжкий геморагічний гастрит. Після отруєння з втратою свідомості в подальшому спостерігались зміни особистості, зниження інтелектуального рівня з втратою пам'яті, неврологічні мікро симптоми (порушення рівноваги, зниження больової чутливості, тремтіння рук, запаморочення). При невеликих концентраціях – більш легке подразнення очей та слизової носа, чихання, виділення слини, легка нудота та головний біль, почервоніння обличчя, пітливість, біль в грудях.

Негайно викликає сильне роз'їдання і пошкодження шлунково-кишкового тракту. Дані, що свідчать про прояв канцерогенної дії в результаті впливу, відсутні. Малоймовірно виникнення подальшого несприятливого ефекту на репродуктивну систему. При дослідженні нейротоксичності (порушення структури і/або функцій нервової системи), що проводиться на добровольцях з метою вивчення несприятливого впливу на внутрішньоутробний розвиток здатність викликати вроджені вади у розвитку, не виявлено зв'язку з самовільним перериванням вагітності [4].

Вплив аміачної води. При вдиханні (пари аміаку): поріг запаху 5...25 ppm. Пари надають подразнюючу дію на дихальні шляхи: інтенсивність роздратування залежить від концентрації NH_3 . Накопичення рідини в легенях (легеневий набряк) може виникнути протягом 48 годин після впливу і може привести до смерті. Впливу аміаку в концентраціях, набагато перевищують межу впливу на робочому місці, можуть привести до стійкого порушення дихання. При впливі на шкіру людини може викликати сильні опіки і пошкодження шкіри. При вдиханні в низьких концентраціях виникають кашель, подразнення дихальних шляхів, подразнення очей і

сльозотеча, виділення з носа, нежить. Вдихання при більш високій концентрації може викликати печіння в носі, гортані і дихальних шляхах, утруднення дихання. При ковтанні: негайно викликає сильне роз'їдання і пошкодження шлунково-кишкового тракту. Чи не передбачається виникнення ніякої мутагенної активності. Дані, що свідчать про прояв канцерогенної дії в результаті впливу, відсутні. Малоімовірно виникнення подальшого несприятливого ефекту на репродуктивну систему. При дослідженні нейротоксичності (порушення структури і/або функцій нервової системи), що проводиться на добровольцях з метою вивчення несприятливого впливу на внутрішньоутробний розвиток/здатність викликати вроджені вади у розвитку, не виявлено зв'язку з самовільним перериванням вагітності.

В таблиці 1.2 та 1.3 наведено токсичний вплив 25-% розчину аміаку.

Таблиця 1.2 – Інформація по токсичному впливу 25-% розчину аміаку

	Діюча доза	Біологічні види	Методи	Примітки
Гостра токсичність при пероральному впливі (через рот)	LD-50 350 мг/кг маси тіла (летальна доза хімічної речовини, що викликає загибель 50% тварин при введені в організм)	Чоловічі особини щурів виду Уістар	Гостра пероральна токсичність	Пробитий-аналіз
Гостра токсичність при шкірному впливі	LD-50			Відкинутий у зв'язку з токсичністю даної речовини
Гостра токсичність при вдиханні	LD-50 (28130-13770 мг/м ³ , летальна доза хімічної речовини, що викликає загибель 50% тварин при введені в організм)	Чоловічі та жіночі особини щурів виду Уістар	Оцінка гострої інгаляційної токсичності щурів після впливу різної продовжуваності	Результати знаходяться в інтервалі від 10 хвилин до 60 хвилин впливу

Таблиця 1.3 – Токсичний вплив на водні організми.

Токсичність по відношенню до водного середовища	Діюча доза	Період впливу	Біологічний вид	Метод	Оцінка	Зауваження
Гостра токсичність для риб	LC50	96 годин	<i>Onchorynchus mykiss</i>		0,89 мг/л не іонізованого аміаку	Результат скореговано по рН та температурі
Гостра токсичність для дафній	EC50	48 годин	<i>Daphnia magna</i>	В прісній водоймі	101 мг/л	Результат отримано на летальності
Гостра токсичність для водоростей	EC50	18 діб	<i>Chlorella vulgaris</i>	В прісній водоймі	7200 мг/л	Результат отримано на кількості клітин
Хронічна токсичність для риб	LOEC	73 доби	<i>Onchorynchus mykiss</i>		0,022 мг/л	Результат отримано на летальності
Хронічна токсичність для дафній	NOEC	94 години	<i>Daphnia magna</i>	В проточній прісній водоймі	0,79 мг/л не іонізованого аміаку	0,89 мг/л не іонізованого аміаку

Біоаккумулятивний потенціал. Накопичення аміаку у флорі і фауні не вважається важливим для навколишнього середовища, оскільки він не накопичується в багатьох ліпідами тканинах подібно хімічним речовинам органічного походження. Аміак поширений повсюдно в водному навколишньому середовищу в зв'язку з розпадом матеріалу рослинного і тваринного походження, а також видільних процесів в тваринному світі. Не передбачається, що аміак, який є продуктом нормального метаболізму, буде накопичуватися в живих організмах і рослинах [15].

Поведінка аміачної води в ґрунті

При внесенні аміачної води в ґрунт аміак адсорбується ґрунтовими колоїдами, тому його пересування незначно. Згодом аміачний азот нітрифікується, набуває велику ступінь рухливості і мігрує з ґрунтовим розчином [9].

Внесення аміачної води підвищує кількість ґрунтових мікроорганізмів, оскільки аміак збільшує кількість рослинних залишків, якими харчуються мікроорганізми. При цьому безпосередньо після внесення добрива в ґрунт в зоні його поширення спостерігається зменшення кількості ґрунтових мікроорганізмів. Після перетворення аміаку в нітрати (це відбувається навесні за шість тижнів) мікроорганізми відразу ж розмножуються в удобреному ґрунті. Аміачна вода вбиває і дощових черв'яків. Однак їх кількість теж швидко відновлюється і навіть збільшується після перетворення аміаку в нітрати або поглинання його рослинами [7].

Аміачна вода підкисляє ґрунт. Для нейтралізації 1 ц аміачної води потрібно 0,3-0,4 ц карбонату кальцію.

Застосування на різних типах ґрунтів

Аміачна вода рекомендується до застосування на всіх типах ґрунтів. Висока ефективність добрива спостерігається на важких високогумусованих і добре оброблених ґрунтах, де аміак поглинається краще, ніж на легких ґрунтах, бідних гумусом. З ґрунтів легкого механічного складу і сухих аміак випаровується швидше.

Найбільший ефект від внесення аміачної води спостерігається при одночасному внесенні з нею органічних добрив. Не рекомендується вносити аміачні добрива на одній ділянці поспіль кілька років, оскільки вони посилюють мінералізацію органічної речовини ґрунту, а це призводить до зниження вмісту органіки в ґрунті.

На зв'язкових ґрунтах аміачну воду рекомендують вносити восени як основне добриво практично під всі культури при температурі ґрунту $+ 10^{\circ}$

С або навесні перед посівом. На ґрунтах легкого гранулометричного складу аміачна вода вноситься навесні [16].

Вплив на сільськогосподарські культури

Аміачна вода є одним з основних джерел азоту для рослин, оскільки рослини краще засвоюють нітрати і солі амонію. Аміак з аміачної води легко поглинається ґрунтовими колоїдами, що робить легкодоступними для живлення рослин катіони амонію і нітрат-іони [16].

Внесення аміачної води в якості основного добрива забезпечує рослини азотом на весь вегетаційний період і, зокрема, на період їх максимального споживання. Це забезпечує отримання високих і сталих врожаїв всіх культур з поліпшеною якістю продукції, а також збереження і відтворення ґрунтової родючості [17].

2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Особливості перевезення нітрогеновміщуючих речовин залізничним транспортом

Щорічно в Україні перевозиться близько 900 млн. тон вантажів в тому числі і небезпечних. Небезпечні складають понад 15% від загальної кількості вантажів, що перевозяться. Найбільшу небезпеку становлять аварійні ситуації, що виникають під час перевезення автомобільним і залізничним транспортом небезпечних хімічних та радіоактивних речовин. Під час пожежі та аварії на транспорті за наявності небезпечних вантажів можливе утворення зон хімічного та радіоактивного забруднення, створення зон локальних вибухових концентрацій, займання та вибухи, отруєння та хімічні опіки населення та особового складу оперативно-рятувальних підрозділів, які беруть участь у гасіння пожеж, або ліквідації наслідків аварій.

В таблиці 2.1 наведено небезпечні вантажі за їх номерами ООН. З цієї таблиці ми бачимо, що наші речовини відносяться до 2 та 8 класу небезпеки. Тому розглянемо перевезення цих класів небезпеки на залізничному транспорті.

Таблиця 2.1. Перелік небезпечних вантажів за номерами ООН.

Номер ООН	Найменування вантажу	Клас	Номер аварійної	Знаки безпеки	Ідентифікаційний номер вантажівки	Класифікаційний код/шифр		Група пакування	Обмежені кількості	Інструкції з пакування	Спеціальні положення щодо:				Рід вагона, тип контейнера	Вид відправки	Темпел ь у перевізних документах	Мінімальні норми прикриття	Умови розпуску з сортувальної	Спеціальні положення, примітки	Трафарети на цистерні
						СМГС	ДСТУ 4500-3				сумісного пакування	перевезення вантажних одиниць	перевезення навалом/насіпом	навантаження, вивантаження та обробки							
3.8.2	3.6	2.2	3.8.2	5.4.5	дод. 5	дод. 6	дод. 1	2.5	3.7		дод. 7	дод. 8	дод. 9	дод. 10	3.8.2	3.8	3.8.2	3.8.2	3.8	дод. 11	5.4.5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1005	АМІАК БЕЗВОДНИЙ	2	208	2.3+8	268	2TC	2342		LQ0	P200	MP9			CW9 CW10 CW36 CW64	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	«Токсичний газ», «Корозійне»	0-0-1-0 0-0-3-0	M2 M1	23	Найменування вантажу, трафарет приписки, «Не спускати з гірки»
1066	АЗОТ СТИСНЕНИЙ	2	201	2.2	20	1A	2211		LQ1	P200	MP9			CW9 CW10 CW36 CW64	СКВ, СК KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Незаймистий нетоксичний газ"	0-0-1-0 0-0-3-0	M2 M1		Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”
1760	Аміакат	8	823	8	80	C9	8013	III	LQ7	P001 IBC03 LP01 R001	MP19			CW63	KB, УК, ВЦ, КЦ	П, К	"Корозійне"				Найменування вантажу, „X”, трафарет приписки
1977	АЗОТ ОХОЛОДЖЕНИЙ РІДКИЙ	2	201	2.2	22	3A	2213		LQ1	P203	MP9	W5		CW9 CW11 CW36	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Незаймистий нетоксичний газ"	0-0-1-0 0-0-3-0	M2 M1	593	Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”
2073	АМІАКУ РОЗЧИН у воді з відносною густиною менше 0,880 при температурі 15°C з масовою часткою аміаку більше 35 %, але не більше 50 %	2	208	2.2	20	4A	2214		LQ1	P200	MP9			CW9 CW10 CW63	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Незаймистий нетоксичний газ"	1-1-1-1 1-1-3-1	M2 M1		Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”
2672	АМІАКУ РОЗЧИН у воді з відносною густиною від 0,880 до 0,957 при температурі 15°C, що містить більше 10 %, але не більше 35 % аміаку	8	809	8	80	C5	8013	III	LQ7	P001 IBC03 LP01 R001	MP19			CW63	KB, УК, ВЦ, КЦ	П, К	"Корозійне"			543	Найменування вантажу, „X”, трафарет приписки
3318	АМІАКУ РОЗЧИН у воді з відносною густиною менше 0,880 при температурі 15°C, що містить аміаку більше 50 %	2	208	2.3+8	268	4TC	2344		LQ0	P200	MP9			CW9 CW10	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Токсичний газ", "Корозійне"	1-1*-1-1 1-1*-3-1	M1 M1		Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”

Правила перевезення для Класу 2. Гази.

Речовини даного класу є гази, що перевозяться в стислому, зрідженому або розчиненому вигляді, які завжди знаходяться під тиском і вимагають особливо міцної і герметичної упаковки. Загальний небезпечний властивістю речовин даного класу є швидке збільшення тиску при підвищенні температури, що може викликати пошкодження судин і привести до вибуху упаковки з газом.

Перевезення зріджених, стиснутих і розчинених під тиском газів повинна здійснюватися в балонах, судинах або спеціалізованих контейнерах, передбачених стандартами або технічними умовами на дану продукцію і відповідають вимогам Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, а також в багатоеlementних газових контейнерах, переносних цистернах і вагонах-батареях.

Цистерна переносна – являє собою цистерну місткістю понад 450 л, призначену для мультимодальних перевезень та використовувану для транспортування неохолоджених скраплених газів класу 2. Котел переносної цистерни повинен бути оснащений експлуатаційним і конструкційним обладнанням, необхідним для перевезення газів. Переносна цистерна повинна бути сконструйована так, щоб вона могла наповнюватися і спорожнюватися без демонтажу конструкційного обладнання. Вона повинна мати із зовнішнього боку котла стабілізуючі елементи і пристосування для механізованих вантажно-розвантажувальних операцій, а також повинна бути обладнана санчатами або опорами;

Багатоеlementні газові контейнери (корпуси) – комплекти балонів, трубок і зв'язок балонів, з'єднаних між собою колектором і зібраних в єдине ціле в рамної конструкції і використовуються в мультимодальному перевезення. БЕГК включають експлуатаційне і конструктивне обладнання, необхідне для перевезення газів;

Вагон-батарея – вагон з комплектом елементів, з'єднаних між собою колектором і стаціонарно встановлених на рамі вагона. Елементами вагона-

батареї вважаються: балони, трубки, зв'язки балонів (кліті), барабани під тиском, а також цистерни, призначені для перевезення газів класу 2, місткістю понад 450 л.

Вантажовідправник зобов'язаний пред'являти до перевезення балони із стисненими, зрідженими та розчиненими під тиском газами тільки за умови повної справності балонів і їх вентилів, а також відповідного забарвлення балонів і наявності на них:

- чітких, встановлених для кожного газу кольорових смуг і написів по ГОСТ 949-73 «Балони сталеві малого чи середнього об'єму для газів на 19,6 МПа (200 кгс/см²) Технічні умови»;
- запобіжного ковпака, опломбованого пломбою вантажовідправника або заводу, що наповнював балони;
- двох захисних гумових кілець товщиною не менше 25 мм;
- знаків небезпеки;
- заглушок на вентилях балонів відповідно до інструкцій з наповнення.

Вантажовідправник повинен наповнювати балони, судини і спеціалізовані контейнери газами не вище норм, встановлених стандартами або технічними умовами на продукцію.

Балони і судини з отруйними газами (підклас 2.3), а також порожні балони з-під цих газів повинні перевозитися тільки вагонними відправками або в контейнерах.

Балони з газами вантажаться в горизонтальному положенні запобіжними ковпаками в одну сторону.

Як виняток при перевезенні вагонними відправками допускається навантаження балонів без захисних кілець. У цьому випадку між кожним рядом балонів повинні бути прокладки з дощок з вирізками гнізд для балонів. Забороняється використовувати в якості прокладок між балонами (судинами) сіно, солому та інші горючі і легкозаймисті матеріали.

У вертикальному положенні балони з газами можна вантажити лише при наявності на всіх балонах захисних кілець і за умови щільної навантаження, що забезпечує неможливість переміщення або падіння балонів. Дверні прорізи повинні бути огорожені дошками товщиною не менше 40 мм з метою виключення навалу вантажу на двері.

Балони з займистими газами (підклас 2.1), отруйними займистими газами (підклас 2.3 з додатковим знаком небезпеки 3) повинні бути укладені і закріплені так, щоб виключалася можливість зіткнення балонів один з одним і з металевими частинами вагона. Дошки для кріплення повинні бути просочені вогнезахисним складом.

Порожні балони (судини, спеціалізовані контейнери) з-під газів повинні перевозитися як небезпечний вантаж на умовах, встановлених для зріджених газів.

При пред'явленні до перевезення порожніх балонів (судин, спеціалізованих контейнерів) вантажовідправники в графі накладної "Найменування вантажу" зобов'язані вказати: «Балони, судини порожні з-під ... газу (вказують найменування газу)».

Залишковий тиск в балонах (судинах, спеціалізованих контейнерах) повинна відповідати нормам, встановленим Правилами будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

Порожні балони (судини, спеціалізовані контейнери) перевозяться з щільно закритими вентилями, накрученими ковпаками, а при перевезенні дрібними відправленнями вони повинні мати наклейку з написом «Порожній» [18].

Правила перевезення Клас 8. Їдкі (корозійні) речовини.

Основною небезпекою речовини класу 8 є їх здатність пошкоджувати живу тканину і діяти руйнівно на різні матеріали. Пари і пил цих речовин, потрапляючи в організм, можуть викликати отруєння. Ряд вантажів класу 8 володіє окислювальною дією, тобто може викликати запалення горючих речовин і матеріалів. Забороняється застосовувати для упаковки їдких

(корозійних) речовин, здатних утворювати самозаймисті суміші (класифікаційні шифри 8051, 8052, 8081, 8082, 8083), сіно, соломі, дерев'яну стружку та інші матеріали, не просочені вогнезахисним складом.

Кислота азотна червона димить, меланж (номер ООН 2032) допускаються до перевезення, в тому числі в спеціальній тарі вантажовідправника (вантажоодержувача). Перевезення зазначених вантажів з супроводом регламентується спеціальними умовами Алфавітного покажчика небезпечних вантажів [19].

2.2 Аналіз статистики аварійних ситуацій за участю сполук нітрогену

Технологічне обладнання та технологічні процеси, що здійснюються в ньому, розробляються таким чином, щоб за нормальних умов їх експлуатації небезпека не виникала. Але аварійні ситуації мають місце.

Аварією вважається вихід із ладу, ушкодження якогось апарата, машини, установки під час роботи, руху. У більшості випадків аварії, незалежно від їхнього характеру, є наслідком помилок, допущених на стадіях розробки, проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації, обслуговування та ремонту виробничого обладнання.

Дослідження безпеки, що виникає при пошкодженні технологічного обладнання, – одне із самих складних питань. При цьому необхідно з'ясувати місце, час, причини, вид, ступінь пошкодження, масштаби та тривалість аварії. Частіше всього аналіз можливих пошкоджень обладнання та пов'язаних з ним аварійних ситуацій здійснюється наступним чином:

- виділяються стадії або ділянки технологічного процесу;
- для кожної стадії або ділянки складається перелік технологічних апаратів або вузлів;
- для кожного апарата або вузла складається найбільш повний перелік можливих пошкоджень;
- аналізується кожне можливе пошкодження.

При дослідженні аварійної ситуації перш за все визначають:

- причини пошкодження;
- ступінь пошкодження (локальне пошкодження, повна руйнація);
- витрати та тривалість витікання (у тому числі загальну кількість речовини, що виходить);
- розміри зовнішньої небезпечної зони (у результаті розсіювання газу, розтікання та випаровування рідини);

- умови спалахування та характер первинного осередку пожежі.

Характерними ознаками аварійних ситуацій в результаті порушення технологічного процесу є:

- переливання рідини внаслідок переповнювання апаратів;
- інтенсивне (у тому числі аварійне) скидання речовин (газів, парів, рідин) через захисні клапани (внаслідок підвищення тиску в апараті) та дренажні пристрої.

Необхідною умовою забезпечення ефективної та безпечної експлуатації технологічного обладнання є його стійкість, під якою розуміють спроможність конструкції сприймати зусилля робочих навантажень, не руйнуючись і не створюючи пластичних деформацій понад установлені величини. Вид і товщину матеріалу підбирають так, щоб вони могли протистояти впливу внутрішнього та зовнішнього середовища.

Стійкість технологічного обладнання забезпечується правильним добором матеріалу з урахуванням характеру і розмірів зовнішніх навантажень, що діють на апарат. При цьому завжди виходять із самих несприятливих умов роботи апарата. Але незважаючи на це, на промислових підприємствах нерідко спостерігаються пошкодження та аварії апаратів і трубопроводів.

На практиці ушкодження технологічного обладнання відбуваються через:

- недоліки конструктивного характеру (неправильний розрахунок або вибір матеріалу);
- дефекти виготовлення (приховані внутрішні дефекти матеріалів, неякісна підгонка та зварювання);
- порушення прийнятих режимів роботи;
- відсутність або несправність засобів захисту від перевантажень, неякісного технічного обслуговування та ремонту.

Причини пошкодження технічного обладнання прийнято класифікувати таким чином:

- пошкодження в результаті механічних впливів;
- пошкодження в результаті температурних впливів;
- пошкодження в результаті хімічних впливів.

Визначити дійсну причину пошкодження не завжди буває просто, тому що очевидна на перший погляд причина пошкодження у дійсності може бути наслідком ряду інших взаємозалежних явищ. Тому виникає необхідність у вивченні найбільш характерних причин пошкоджень апаратів та обладнання. І перш за все визначення причин пошкодження апаратів дозволить передбачити аварійні ситуації на виробництві [20].

Причини та види аварійних ситуацій під час перевезення небезпечних вантажів безпосередньо стосуються звітів про аварії та транспорті події згідно пункту 1.8.5 «Правил перевозок опасных грузов» (Приложение 2 СМГС).

Згідно «Правил перевозок опасных грузов» (Приложение 2 СМГС) у випадку виникнення аварії або серйозної події під час навантаження, наповнення, перевезення або розвантаження небезпечного вантажу на території країни учасниці СМГС складається Звіт про подію, пов'язану з перевезенням небезпечного вантажу. Форма зазначеного звіту наведені у пункті 1.8.5.4 «Правил перевозок опасных грузов» (Приложение 2 СМГС).

В силу того, що нормативні положення «Правил перевозок опасных грузов» (Приложение 2 СМГС) не визначають поняття термінів «аварія» та «серйозна подія» у питаннях трактування термінів та позначених ними понять слід керуватись відомими класифікаціями та положеннями нормативно-правових актів, чинних на території України, а саме:

- а) Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів»;
- б) Правила безпеки та порядок ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом.

У питаннях умов (особливих умов) заповнення Звіту про подію, пов'язану з перевезенням небезпечного вантажу, слід керуватися положеннями пунктів 1.8.5.3 (Приложение 2 СМГС).

Згідно форми звіту передбачені такі види транспортних подій:

- а) схід з колії;
- б) зіткнення;
- в) перекидання або перевертання;
- г) пожежа;
- д) вибух;
- е) витікання або розсипання речовини;
- к) технічна несправність.

Згідно форми звіту передбачені такі причини транспортних подій:

- а) технічна несправність;
- б) порушення кріплення вантажу;
- в) експлуатаційна причина.

Форма звіту у частині причин транспортних подій передбачає наявність інших не перелічених причин.

Зазначений звіт складається у таких випадках:

- а) відбулась втрата небезпечного вантажу або існує неминуча небезпека його втрати;
- б) були спричинені фізичні, майнові або екологічні збитки;
- в) мало місце втручання державних органів.

Слід відзначити, що не кожен з розливів небезпечних вантажів слід класифікувати як втрату вантажу з необхідним заповненням Звіту про подію.

Класифікація залізничних транспортних подій класифікується згідно Положення про класифікацію транспортних подій на залізницях України, затвердженого наказом Міністерство інфраструктури України від 12 січня 2012 р. за № 12, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 26 січня 2012 р. за № 117/20430.

Проаналізувавши причини та види аварій на підприємстві та транспорті розглянемо деякі з аварій з речовинами що містять сполуки нітрогену [21].

Аварія 11 травня 1976 У Х'юстоні (штат Техас, США).

В даній аварії автоцистерна з аміаком, що рухалася по гірському шосе, в результаті дорожньої пригоди з'їхала з полотна дороги і, пролетівши 10 м, впала на проїжджу частину проходив внизу шосе. Стався миттєвий викид 19 т аміаку, загинуло 6 чоловік. З них четверо померли на місці (незрозуміло, правда, чи входить в це число водій автоцистерни, який, мабуть, загинув в результаті дорожньої пригоди, а не від дії аміаку), постраждало більше 100 чоловік.

У початковий період аварії утворилася хмара аміачно-повітряної суміші було важче навколишнього повітря. Доказом цього є значна площа навколо місця аварії, на якій трава зів'яла і придбала коричневий колір. Ця площа становить приблизно 1 км².

Були відібрані проби повітря в районі аварії, проте ця операція була проведена через 2,5 години після аварії, і тому результати аналізу цих проб (концентрація аміаку становила одиниці мг/м²) ніякої корисної інформації про рівні концентрації до моменту відбору проб не дають.

Аварія 13 липня 1973 р Потчеструмі (ПАР).

Ця аварія, що сталася на заводі з випуску добрив. Причиною аварії став відрив торцевої кришки резервуара, що містив 50 т аміаку. Осколок торцевої частини діаметром 2,9 м (25% маси торцевої частини) відлетів на 40 м. Розмір витоку склав 38 т аміаку, що зберігався при температурі близько 15°C. В результаті аварії загинуло 18 чоловік. Шестеро з них перебували за межами підприємства

3 людей, які працювали в радіусі до 50 м від місця аварії, на місці загинули 2 людини, а 5 були врятовані, але померли пізніше від наслідків отруєння. 3 працювали в радіусі 50 - 100 м на місці ніхто не помер, згодом померли 5 чоловік; з уражених на відстані 100 - 150 м згодом померла одна людина; на відстані 150 - 200 м - згодом померли 5 чоловік. Було відзначено

65 випадків несмертельних отруєнь. Відзначимо одну цікаву деталь - деякі постраждалі стверджували, що на землі дихати було легше, так як повітря містив у поверхні землі менше аміаку. Торцева частина виявилася дуже крихкою. На думку незалежного експерта, після заміни торцевої частини резервуара (за 4 роки до аварії) необхідно було провести термообробку для зняття напружень, котрі утворилися [22].

Розлив рідкого аміаку в Іонаві Литва 89 рік.

20 березня 1989 року відбулася руйнація ізотермічного сховища аміаку на Іонавському виробничому об'єднанні «Азот» в Литовської РСР (рис 2.1). Ця аварія дотепер не має аналогів в світі за масштабами викиду хімічно небезпечних речовин. ВО «Азот» було одним з найбільших в СРСР азотно-тукових комбінатів, які випускали добрива, зокрема нітрофоску, у виробництві якої використовується аміак. Зберігався аміак у величезних ємностях. 20 березня 1989 року в 11.00-11.15 на ПО «Азот» розірвалася ємність, в якій знаходилося 7 тис. Тон рідкого аміаку при температурі мінус 340С. Під час вибуху ємність підняло і відкинуло в сторону приблизно на 25 метрів. При падінні були зруйновані захисна залізобетонна стіна, частина естакади з трубопроводами, в числі яких був і трубопровід з природним газом.

Близько 7 тисяч тон рідкого аміаку розлилося по території заводу, утворивши озеро отруйної рідини з поверхнею близько 10 тисяч квадратних метрів, глибина місцями досягала 0,5 метра. Близько сховища аміаку стояла компресорна установка з автоматичним факелом дожигу. Рідкий аміак загорівся. У зоні вогню виявилось ізотермічний сховище аміаку, частково естакада наливки аміаку, цех виробництва мінеральних добрив (нітрофоски), склад готової продукції, де знаходилося 24 тисячі тон мінеральних добрив, і інші об'єкти. Від горіння мінеральних добрив у великій кількості стали виділятися токсичні отруйні речовини. Утворилася аміачна хмара заввишки до 80 метрів. Глибина поширення зараженого повітря досягала 30 кілометрів.

За терміновим запитом на підприємство з сусідніх регіонів прибули сім насосних станцій, кожна з яких щомиті подавала сто літрів води. Три з половиною доби ці насосні станції без перерв заливали аміак, щоб реакція горіння припинилося. Військова техніка працювала на околицях гарячого озера. Пожежні створювали водяну завісу, пустивши в хід пожежні стволи. Для гасіння пожежі були задіяні військові частини Прибалтійського військового округу і невоєнізовані формування цивільного захисту. Через сильну загазованість і розливу рідкого аміаку по території цеху нітрофоски постраждали експлуатаційний персонал цеху та працівники будівельно-монтажних організацій, що знаходилися в зоні аварії. У цей день загинули п'ять працівників підприємства і 57 осіб постраждали, з них 42 людини були госпіталізовані в лікарні міста. Згодом один з постраждалих помер у лікарні. При гасінні пожежі загинув пожежник. Загальна кількість жертв досягла 7 осіб. Наслідки аварії були мінімальні завдяки грамотним діям чергового диспетчера і наявності у переважної більшості працівників комбінату надійних промислових фільтруючих протигазів. Допомогло й те, що в цей день була безвітряна погода. У ліквідації наслідків цієї аварії брали участь 982 людини, залучалася 241 одиниця техніки.

На місці було зосереджено 62 пожежних автомобіля, прокладено понад 15 кілометрів рукавних ліній, подано на гасіння 44 пожежних стовбура, витрачено понад 50 тисяч кубометрів води. У ліквідації пожежі брали участь 821 співробітник пожежної охорони [23].



Рис 2.1 – Ліквідація наслідків аварії з аміаком в Іонаві

Аварія в Горлівці – техногенна аварія, що сталася 6 серпня 2013 року на заводі ПАТ «Концерн Стирол», який розташований в місті Горлівка Донецької області (рис 2.2), під час ремонтних робіт, в результаті чого стався викид аміаку в повітря. В результаті аварії 6 осіб загинуло, постраждало 26 осіб, які звернулися за медичною допомогою, 25 були госпіталізовані.

6 серпня 2013 року о 14:00 під час капітального ремонту заводу № 1 в міжцеховому аміачному колекторі сталася розгерметизація трубопроводу рідкого аміаку діаметром 150 мм і робочим тиском 12 атмосфер і стався викид аміаку, а над заводом з'явилося біла хмара, яке швидко поширювалося.

В результаті аварії в повітря потрапило 600 кг аміаку.

У місті в перші години після аварії відчувався неприємний аміачний запах, люди намагалися якомога швидше покинути вулиці і закрити вікна. Незабаром Управління цивільного захисту населення Горлівської міської ради оприлюднило інформацію, що аварія не становить загрози для населення, пізніше Горлівська санітарно-епідеміологічна станція підтвердила, що гранично допустимі концентрації аміаку в повітрі на відстані 500 і 1000 метрів від заводу не перевищені [24].



Рис 2.2 – Викид аміаку на заводі ПАТ «Концерн Стирол»

Аварія 5 лютого 2009 на заводі мінеральних добрив Кірово-Чепецького хімічного комбінату.

Найбільш важка аварія з груповим нещасним випадком зі смертельним результатом сталася в цеху № 57 (виробництво аміачної селітри) в ЗАТ «Завод мінеральних добрив Кірово-Чепецького хімічного комбінату» (далі – ЗАТ «ЗМУ КЧХК») на установці отримання азотосульфата. Після припинення подачі в колону синтезу аміачної селітри розчину азотної кислоти в неї продовжувала надходити сірчана кислота, яка реагувала з вступником аміаком з виділенням значно більшої кількості тепла, ніж

передбачено за регламентом Різка зміна тепловиділення призвела до підвищення температури в колоні синтезу і трубопроводі плаву солей, що, в свою чергу, викликало вибухове терморозкладання аміачної селітри, що міститься в розчині і плаву в результаті вибуху пошкоджено обладнання цеху (рис 2.3 а, б), стався викид аміаку.



Рис 2.3 а – Пошкоджена колона синтезу



Рис. 2.3 б – Зруйнований трубопровід

При цьому 2 людини отримали важкі травми (один з них – зі смертельним результатом) в результаті розслідування комісія встановила технічні та організаційні причини аварії:

- порушення вимог правил вибухобезпеки на стадії розробки вихідних даних на проектування технологічних процесів, в тому числі:
- невірний вибір температурних меж ведення процесу, гранично допустимої і критичної температур в колонах синтезу;
- відсутність (не розроблені) спеціальних заходів забезпечення вибухобезпеки в цілях запобігання або мінімізації наслідків помилкових дій персоналу;
- ведення технологічного процесу в колоні синтезу з відключеною блокуванням по співвідношенню компонентів;
- невідповідність передбачених проектом систем управління і протиаварійного захисту (ПАЗ) швидкостям зміни значень параметрів технологічного процесу, що мають критичні значення (по температурі) в рамках встановленого регламентом технологічного режиму;

- необґрунтовані висновки висновку експертної організації ООО «Центр технічної діагностики» про відповідність установки отримання азотосульфата вимогам вибухобезпеки;
- недостатньо навчений (без урахування специфіки технологічного процесу) обслуговуючий персонал;
- помилкові дії майстра зміни, що виконував обов'язки апаратника в порушення посадової інструкції і не маючи відповідного допуску;
- незадовільна організація виробничого контролю за дотриманням вимог промислової безпеки на небезпечних виробничих об'єктах ЗАТ «ЗМУ КЧХК» .

Аварія 6 березня 2009 в Санкт-Петербурзі.

Під час вантажно-розвантажувальних робіт в холодильній камері № 34 холодильника № 1 ВАТ «Росмясомолторг» (м. Санкт-Петербург) в результаті удару захисної рами автотранспорту о рідинний трубопровід стельової батареї аміачної холодильної установки сталася його розгерметизація з розливом аміаку в кількості близько 80 кг. Виконання заходів по локалізації аварії та усунення її причин, відповідно до Плану локалізації та ліквідації аварійних ситуацій, дозволило уникнути травмування виробничого персоналу. Матеріальні збитки від аварії склали орієнтовно 1,7 млн руб. Технічне розслідування аварії показало, що основна причина пошкодження трубопроводу - порушення персоналом підприємства вимог правил при вантажно-розвантажувальних роботах [25].

2.3 Сучасні підходи до нейтралізації негативного впливу сполук нітрогену на довкілля

Локалізація і ліквідація осередку хімічного ураження здійснюється у відповідність до заздалегідь розробленого плану. Введення сил в осередок, як правило, здійснюється з навітряного боку.

Першою в осередок входить група газорятувальників об'єкта. Завдання: локалізувати викид (розлив) аміаку і зробити винос (вивіз) уражених на пункт збору уражених (ПСП), після надання їм при необхідності першої медичної допомоги.

Другий – команда пожежогасіння. Завдання: загасити пожежу, поставити відсічну водяну завісу (по фронту не менше 200 м).

Третьою – розвідгрупа. Завдання: проведення хімічної розвідки.

Четвертою – група охорони громадського порядку. Завдання: перекрити всі входи і виходи на об'єкті, регулювати рух транспорту і підтримувати порядок в районі Аварії.

Для локалізації ОХП застосовують такі способи: постановка водяних завіс, розсіювання хмари за допомогою теплових потоків, обвалування протоки, збір рідкої фази в приймачі, покриття полімерною плівкою дзеркала протоки, розведення небезпечної речовини водою, введення в нього загусники і т.д.

При розливі рідкого аміаку і концентрованих розчинів не можна торкатися до пролитої речовини. Місце розливу засипається активним вугіллям або вугіллям-каталізатором, обробляється дегазуючим розчином (10% розчином сірчаної або соляної кислот) або великою кількістю води. Для дегазації майна використовується 5% розчин хлораміну або хлорного вапна. При інтенсивному витіканні захищають розливу рідину земляним валом, а місце розливу нейтралізують слабким розчином кислоти, промивають великою кількістю води.

У разі витіку газоподібного аміаку, то за допомогою поливомийні, пожежних машин, а також наявних на хімічно небезпечних об'єктах гідрантів

розпилюють воду щоб поглинути пари. Поставити ефективну водяну завісу практично неможливо.

Швидкість випаровування аміаку можна зменшити в кілька разів, покривши поверхню рідини поліетиленовою плівкою. Використання піни або азбесту сприяє зменшенню випаровування рідкого аміаку. Плівка, азбест і піна ефективніше води [26].

При загорянні аміаку і пожежі використовують засоби пожежогасіння - інертні гази, вуглекислотні вогнегасники (у випадку загрози ураження електричним струмом), повітряно-механічну піну, пожежну машину, мотопомпу. На хімічно небезпечному об'єкті при аварії з викидом (розливом) аміаку передбачається проведення наступних заходів:

- прогнозування зон ураження по конкретній обстановці;
- оповіщення про небезпеку ураження працюючих на даному об'єкті і близько розташованого житлового сектора (в радіусі 2,5 км від хімічно небезпечного об'єкта);
- ведення хімічної розвідки, позначення меж осередку хімічного зараження (кордонів з рівнем смертельної концентрації), що дозволяє прийняти рішення на використання відповідних засобів і способів захисту;
- негайний початок роботи по локалізації та ліквідації хімічних вогнищ;
- оточення зон зараження з метою припинення доступу на територію з вражаючими концентраціями аміаку (ізолюється район в радіусі 100 метрів);
- біля входів на об'єкт з навітряного боку виставляється КПП;
- зони зараження позначаються попереджувальними знаками;
- перевіряється відсутність людей в загазованому зоні і її приміщеннях;
- висилаються оперативні машини у напрямку розповсюдження зараженого повітря;
- використання засобів індивідуального захисту усіма що знаходяться в зоні зараження;
- укриття населення в притулках, а при їх відсутності - у верхніх поверхах будівель протягом 1-1,5 годин після виникнення аварії (обов'язкова

попередня герметизація приміщень, в виробничих приміщеннях, які опинилися в загазованому зоні, вимикають припливну вентиляцію);

- евакуація робітників, службовців і населення з вогнища хімічного ураження і зони хімічного зараження;

- проведення невідкладних аварійно-технічних заходів щодо запобігання подальшому розливу аміаку і поширення аварії;

- локалізація вогнища хімічного ураження шляхом нейтралізації вилитого аміаку і постановки водяних завіс на напрямку поширення зараженого повітря;

- ретельний хімічний контроль виробничих приміщень і особливо місць можливого застою парів;

- проведення особовому складу, який бере участь в ліквідації хімічного вогнища, гігієнічної миття і медичного огляду;

- організація збору, аналізу та отримання даних про обстановку, доповіді по підпорядкованості, підготовка пропозицій щодо організації та проведення робіт.

Порядок дій робітників і службовців на об'єкті, де сталася аварія з викидом (розливом) аміаку:

1. Черговий диспетчер повідомляє про аварію в МНС, інші оперативні служби і керівництву об'єкта, сповіщає по гучномовному зв'язку про направлення поширення зараженого повітря і виведення людей з, сусідніх цехів і об'єктів небезпечної зони;

2. Кожен працюючий повинен повідомити (окриком, включенням звукової та світлової сигналізації) про аварію оточуючим і забезпечити безаварійну зупинку своєї ділянки, відключити електроенергію, перекрити паро- і теплопроводи;

3. Одягнути протигаз, покинути загазовану зону (зону зі смертельними концентраціями залишають все, у кого немає ізолюючих протигазів і костюма Л-1) і повідомити начальнику зміни про вихід.

Примітки:

1. Для своєчасного оповіщення про аварію завчасно встановлюється прямий телефонний зв'язок між черговим диспетчером і посадовими особами об'єкта, а також з оперативними службами району (міста).

2. При аваріях, наслідки яких не виходять за межі об'єкта, сповіщаються чергові аварійних служб, цеху, що потрапляють в зону хімічного зараження, керівний склад, штаб ГО об'єкта і району, виконавча влада. При поширенні аміаку за межі об'єкта диспетчером додатково сповіщаються керівники всіх об'єктів і населення, що потрапляють в зону зараження [27].

3. ПРАВИЛА ПЕРЕВЕЗЕННЯ НІТРОГЕНВМІЩУЮЧИХ РЕЧОВИН РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

3.1 Порядок перевезення нітрогенвміщуючих речовин автомобільним транспортом

Аміак зберігають і перевозять тільки в спеціальних сталевих балонах і цистернах. У балонах і цистернах аміак знаходиться в зрідженому вигляді під тиском насичених парів. При підвищенні тиску вище допустимого балон може розірватися. Тиск в аміачному балоні відповідає температурі рідкого аміаку в цьому балоні і при нагріванні його може досягти в принципі величини критичного тиску і навіть перевищити його.

Аміачні балони фарбують олійними, емалевими або нітрофарбами жовтого кольору, напис виконується чорною фарбою. Аміачні цистерни фарбують світло-сірою емалевою, масляною або алюмінієвою фарбою з жовтою смугою і написом чорною фарбою «Аміак, отруйно, скраплений газ».

Норми наповнення балонів і цистерн регламентуються. Максимальна кількість аміаку на 1 л ємності балона або цистерни не повинна перевищувати 0,57 кг, а мінімальна ємність балона або цистерни для 1 кг аміаку дорівнює 1,76 л.

Не допускається сумісне перевезення аміаку з речовинами, що утворюють вибухові суміші, зі стисненим киснем і повітрям, з самозаймистими, легкозаймистими рідинами (ацетон, бензин) і легкозаймистими речовинами, а також з деякими їдкими речовинами (азотної, сірчаної та соляної кислотами), фармацевтичними та парфумерними матеріалами і речовинами [28].

Наповнення балонів газами проводиться до встановленої норми, про що робиться відмітка в товарно-транспортної накладної «Балони наповнені не вище встановленої норми», а також робиться запис «Балони перевірені на герметичність, витоків газу немає».

На бортових автомобілях балони зі стисненим та зрідженим газом перевозяться: в горизонтальному положенні на спеціальних дерев'яних підкладках з вирізаними гніздами за розміром діаметрів балонів, вентилями всередину кузова; в вертикальному положенні, з встановленими на балонах кільцями, виготовленими з гуми або мотузки діаметром не менше 25 мм для запобігання від ударів. Граничне завантаження автомобілів встановлюється в залежності від категорії доріг.

При перевезенні балонів з газом в літню пору вони повинні ховатися брезентом з метою захисту від нагрівання сонячними променями, крім того, на бортові автомобілі повинні бути встановлені два вуглекислотних або порошкових вогнегасника, в передньому кутку лівого борту – червоний прапорець.

Автомобілі-цистерни, які застосовуються для перевезення стиснених, зріджених і розчинених під тиском газів, повинні мати, крім написів, такі клейма і написи: найменування заводу-виробника; номер цистерни; рік виготовлення і дата опосвідчення; загальна вага в тонах; реєстраційний номер.

На автомобілях-цистернах повинно бути встановлено наступне обладнання: вентиль для заповнення і випуску (зливу) перевозяться газів; вентиль для відбору парів перевезених газів; вентиль для вирівнювання тиску і випуску (скидання) парів на верхній частині цистерни; два запобіжних клапана; манометр; пристрою контролю рівня рідини; пристрою, автоматично захищають автоцистерну від аварійних витрат газу по зливо-наливних комунікацій [29].

Перевезення розчину карбамідно-аміачної суміші застосовують напівпричепа-цистерни призначені для перевезення світлих нафтопродуктів і аміачної води. Перед подачею на завантаження, автоцистерни для перевезення рідких азотних добрив проходять обов'язкову процедуру очищення, миття та пропарювання від залишків раніше перевезених

наливних вантажів. Це означає, що на завантаження рідких азотних добрив подаються чисті сухі автоцистерни [30].

Транспортування гранульованої карбамідно-аміачної суміші здійснюється як в підготовленій тарі, так і насипом. Упаковка суміші проводиться у зварні поліетиленові мішки або у чотиришарові паперові мішки з поліетиленовим вкладишем масою 50 кг, також спеціалізовані контейнери – біг-беги, масою 500...800 кг. Горловини відкритих поліетиленових мішків (після їх заповнення) повинні бути заварені, а відкритих паперових мішків – зашиті машинним способом [31].

При перевезенні повинні строго дотримуватися всі нормативні вимоги, які пред'являються як безпосередньо до транспортувальних процесу, так і до обладнання та оснащення автомобіля. Зокрема, транспортний засіб повинен бути оснащений:

- лопатою;
- дренажної пасткою у вигляді спеціалізованого тенту, який використовується для закривання люків каналізації (це не дозволяє їдким речовин в разі протікання потрапити в централізовані системи водопостачання або каналізації);
- контейнером для збору протоку або розсипалися речовин, виготовленим з хімічно інертного до даних препаратів матеріалу.

Крім того, перевезення вантажів проводиться на автотранспорті, який пройшов спеціальну підготовку і перевірку, а також отримав відповідний допуск [29].

Маркування небезпечних вантажів є обов'язковою процедурою, яка регламентується Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів». До того, як почати транспортування небезпечних вантажів компанія вантажоперевізник зобов'язана вжити заходів безпеки для усіх учасників транспортування і розмістити попереджувальні умовні позначення і знаки. Маркуючи транспортні засоби, контейнери, і цистерни знаками безпеки,

знаки розміщуються на: обох бічних сторонах і до кожної торцевої сторони контейнера, багатoeлементного газового контейнера, контейнера-цистерни або переносної цистерни. Коли контейнер-цистерна, автоцистерна, знімна цистерна або переносна цистерна мають декілька відсіків і в них перевозяться два або більше небезпечніших вантажів, належні знаки безпеки мають бути розміщені на кожній бічній стороні в місці розташування відповідних відсіків і один знак безпеки кожного зразка, що є на кожній бічній стороні, має бути розміщений на обох торцевих сторонах, обох бічних сторонах і ззаду автоцистерн, транспортних засобів із знімними цистернами, транспортних засобів батарей і транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі навалом (насипом).

Знаки безпеки, що не відносяться до небезпечних вантажів, що перевозяться, або їх залишків, мають бути видалені або закриті. Для маркування транспортних засобів при перевезенні небезпечних вантажів застосовується поняття «Таблички помаранчевого кольору». Транспортні одиниці, що перевозять небезпечні вантажі, повинні мати дві розташовані у вертикальній площині інформаційні таблиці небезпечного вантажу. Одна інформаційна таблиця небезпечного вантажу повинна кріпитися спереду, а інша – ззаду транспортної одиниці [32].

На рис. 3.1 – 3.3 наведено знаки безпеки небезпечних вантажів. В нашому випадку – вантажі класу 2 та 8, деякі з них мають підклас 2.2 та 2.3.



Рис 3.1– Клас небезпеки 2, підклас 2.2



Рис. 3.2 – Клас небезпеки 2, підклас 2.3



Рис 3.3 – Клас небезпеки 8

На рис 3.4 зображено приклад таблички оранжевого кольору з ідентифікаційним номером небезпеки і номером ООН, яку використовують для маркування цистерн.

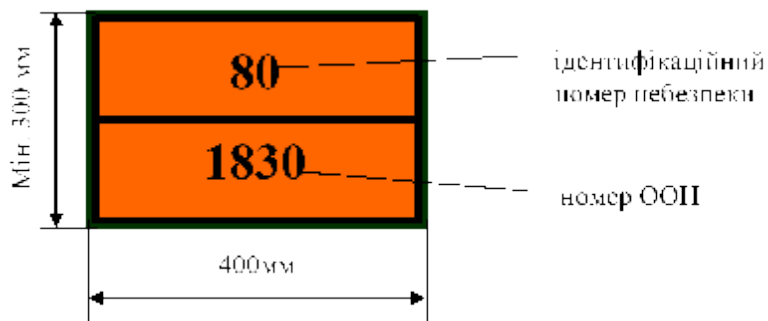


Рис. 3.4 – Приклад таблички оранжевого кольору з ідентифікаційним номером небезпеки і номером ООН

Також на вантажних одиницях вказують номер аварійної картки. Аварійна картка – документ установленної форми, що регламентує первинні оперативні дії працівників транспорту та спецформувань, причетних до ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх. Приклад оформлення аварійної картки наведено на рис 3.5.



Рис 3.5 – Приклад оформлення аварійної картки

3.2 Аналіз процедури залізничних перевезень нітрогенвміщуючих речовин

Перевезення небезпечних вантажів на залізниці здійснюється згідно з «Правил перевезення небезпечних вантажів». Ці правила поширюються на перевезення небезпечних вантажів територією України. Правилами визначають основні норми та вимоги, що забезпечують безпечне перевезення небезпечних вантажів. Тому в таблиці 3.1 наведено короткі відомості про перевезення нітрогенвміщуючих речовин на залізничному транспорті.

Таблиця 3.1 – Перевезення нітрогенвміщуючих речовин на залізниці

Номер ООН	Найменування вантажу	Клас	Номер аварійної картки	Знаки небезпеки	Ідентифікаційний номер вантажу	Класифікаційний код/шифр		Група пакування	Обмежені кількості	Інструкції з пакування	Спеціальні положення щодо:				Рід вагона, тип контейнера	Вид відправки	Темпел у перевізних документах	Мінімальні норми прикриття	Умови розпуску з сортувальної тарти	Спеціальні положення, примітки	Трафарети на цистерні
						СМГС	ДСТУ 4500-3				сумісного пакування	перевезення вантажних одиниць	перевезення навалом/насіпом	навантаження, вивантаження та обробки							
3.8.2	3.6	2.2	3.8.2	5.4.5	дод. 5	дод. 6	дод. 1	2.5	3.7		дод. 7	дод. 8	дод. 9	дод. 10	3.8.2	3.8	3.8.2	3.8.2	3.8	дод. 11	5.4.5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1005	АМІАК БЕЗВОДНИЙ	2	208	2.3+8	268	2TC	2342		LQ0	P200	MP9			CW9 CW10 CW36 CW64	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	«Токсичний газ», «Корозійне»	0-0-1-0 0-0-3-0	M2 M1	23	Найменування вантажу, трафарет приписки, «Не спускати з гірки»
1066	АЗОТ СТИСНЕНИЙ	2	201	2.2	20	1A	2211		LQ1	P200	MP9			CW9 CW10 CW36 CW64	СКВ, СК KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Незаймистий нетоксичний газ"	0-0-1-0 0-0-3-0	M2 M1		Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”
1760	Аміакат	8	823	8	80	C9	8013	III	LQ7	P001 IBC03 LP01 R001	MP19			CW63	KB, УК, ВЦ, КЦ	П, К	"Корозійне"				Найменування вантажу, „X”, трафарет приписки
1977	АЗОТ ОХОЛОДЖЕНИЙ РІДКИЙ	2	201	2.2	22	3A	2213		LQ1	P203	MP9	W5		CW9 CW11 CW36	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Незаймистий нетоксичний газ"	0-0-1-0 0-0-3-0	M2 M1	593	Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”
2073	АМІАКУ РОЗЧИН у воді з відносною густиною менше 0,880 при температурі 15°C з масовою часткою аміаку більше 35 %, але не більше 50 %	2	208	2.2	20	4A	2214		LQ1	P200	MP9			CW9 CW10 CW63	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Незаймистий нетоксичний газ"	1-1-1-1 1-1-3-1	M2 M1		Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”
2672	АМІАКУ РОЗЧИН у воді з відносною густиною від 0,880 до 0,957 при температурі 15°C, що містить більше 10 %, але не більше 35 % аміаку	8	809	8	80	C5	8013	III	LQ7	P001 IBC03 LP01 R001	MP19			CW63	KB, УК, ВЦ, КЦ	П, К	"Корозійне"			543	Найменування вантажу, „X”, трафарет приписки
3318	АМІАКУ РОЗЧИН у воді з відносною густиною менше 0,880 при температурі 15°C, що містить аміаку більше 50 %	2	208	2.3+8	268	4TC	2344		LQ0	P200	MP9			CW9 CW10	KB, УК ВЦ, КЦ	П, К	"Токсичний газ", "Корозійне"	1-1*-1-1 1-1*-3-1	M1 M1		Найменування вантажу, трафарет приписки, „Не спускати з гірки”

Згідно з пунктом 2.5 «Правил перевезення небезпечних вантажів» група пакування для небезпечних вантажів визначається з метою встановлення вимог до пакування в залежності від ступеня небезпеки вантажу, отже група пакування III ступінь небезпеки вантажу низький.

Відповідно до пункту 3.7 «Вимоги до перевезення небезпечних вантажів в обмежених кількостях у контейнерах», для кожного небезпечного вантажу допуск до перевезення в обмежених кількостях та граничні значення кількостей речовин чи виробів у внутрішній тарі визначаються відповідно до коду. Розглянемо розшифровку коду в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Маса речовин у внутрішній тарі і пакуванні.

Код	Комбіноване пакування Максимальна маса нетто		Внутрішня тара, що розміщена на піддонах, обгорнута термоусадковим матеріалом або плівкою, що розтягується Максимальна маса нетто	
	На внутрішню тару	На пакування	На внутрішню тару	На пакування
LQ 0	Звільнення від Правил відповідно до пункту 3.7 не застосовується			
LQ 1	120 мл		120 мл	
LQ 7	5 л		5 л	

«LQ 0» означає, що для цієї небезпечної речовини, яка упакована в обмежених кількостях, не існує жодного виключення з Правил.

У пункті 3.8 «Перелік небезпечних вантажів за номерами ООН» розглянуто рід вагона та тип контейнера:

ВЦ – вагони-цистерни; КВ – криті вагони загального парку залізниць; КЦ – спеціальні контейнери-цистерни власні; СК – спеціалізовані контейнери; СКВ – спеціальні або спеціально виділені криті вагони відправників (одержувачів); УК – універсальні контейнери.

Коди для виду відправки: П – вагонна відправка, К – контейнерна відправка.

У колонці 20 вказані заходи безпеки під час маневрової роботи та розпуску вагонів із сортувальної гірки, які відправник проставляє на верхній частині накладної, літерами та цифрами «код M1 і M2».

Код М1 означає «Не спускати з гірки», М2 – «Спускати з гірки обережно»

Додаток 1 «Показники та критерії класифікації небезпечних вантажів відповідно до ДСТУ 4500-3 «Вантажі небезпечні. Класифікація»».

Класифікація небезпечних вантажів підкласу 2.2			
Категорія	Вид небезпеки	Група	Класифікаційний шифр
	основний		
	додатковий		
Без додаткового виду небезпеки	2.2	Стиснені гази	2211
	–	Охолодженні скраплені гази	2213
		Гази, розчинні під тиском	2214
Класифікація небезпечних вантажів підкласу 2.3			
Корозійні	2.3	Скраплені гази	2342
	8		2344
Класифікація небезпечних вантажів класу 8			
Без додаткового виду небезпеки	8		8013
	–		

Додаток 5 «Ідентифікаційні номери небезпеки»

Ідентифікаційні номери небезпеки мають такі значення:

20 – задушливий газ або газ, який не має додаткової небезпеки;

22 – охолоджений скраплений газ задушливий;

268 – токсичний газ корозійний;

80 – корозійна або слабокорозійна речовина.

Додаток 6 «Класифікаційні коди небезпечних речовин та виробів класів 2 – 9 відповідно до Додатка 2 до СМГС».

ТС2 – органічні рідкі речовини

ТС4 – неорганічні тверді речовини.

С5 – речовини, що мають властивості основ (неорганічні рідкі речовини);

С9 – інші корозійні речовини (рідкі речовини)

Додаток 7 «Спеціальні положення щодо сумісного пакування окремих небезпечних вантажів в одне пакування».

МР 9 можна упаковувати в зовнішню тару, зазначену для комбінованої тари, разом з:

- іншими вантажами класу 2;
- вантажами інших класів, якщо для цих вантажів також дозволене сумісне пакування;
- вантажами, що не підлягають під дію вимог цих Правил, за умови, що вони не вступають в небезпечну реакцію один з одним.

МР 10 У кількостях не більше 5 кг на внутрішню тару можна упаковувати в комбіновану тару разом з:

- вантажами того ж самого класу, що мають інші класифікаційні коди або вантажами інших класів, якщо для цих вантажів також дозволено сумісне пакування;
- вантажами, що не підпадають під дію вимог Правил, за умови, що вони не вступають в небезпечну реакцію один з одним.

МР 19 У кількостях не більше 5 л на внутрішню тару можна упаковувати в комбіновану тару разом з:

- вантажами того ж самого класу, що мають інші класифікаційні коди, або вантажами інших класів, якщо для цих вантажів також дозволено сумісне пакування;
- вантажами, що не підпадають під дію вимог цих Правил, за умови, що вони не вступають в небезпечну реакцію один з одним.

Додаток 8 «Спеціальні положення щодо перевезення вантажних одиниць (паковань), позначених кодом W»

W5 Пакування не дозволяється перевозити в контейнерах (об'ємом менше 3 м³).

Додаток 10 «Спеціальні положення щодо навантаження, розвантаження та обробки вантажів».

CW 9 – Пакування не дозволяється кидати або ударяти.

Короткі балони великого діаметра (30 см і більше) можна укласти позовж, захисні пристрої вентилів повинні бути спрямовані до середини вагона або контейнера. Балони, що мають достатню стабільність, або такі балони, що перевозяться у спеціальних пристроях, які надійно захищають їх від перекидання, можуть завантажуватися вертикально. Балони, що завантажуються горизонтально, повинні надійно заклинюватися, прив'язуватися або закріплюватися, так щоб вони не могли переміщуватися. Посудини, які призначені для перекочування, повинні укладатися паралельно до позовжньої осі вагона або контейнера, а також бути захищені від будь-якого поперечного переміщення.

CW 10 – Балони повинні укладатися паралельно або під прямим кутом до позовжньої площини симетрії вагона або контейнера; балони, розташовані поблизу від передньої поперечної стінки вагона, повинні укладатися під прямим кутом до вказаної площини.

CW 11 – Посудини повинні завантажуватися в тому положенні, для якого вони спроектовані, а також бути захищені від будь-якого можливого пошкодження іншими пакуваннями.

CW 36 – Пакування повинні завантажуватися у відкриті або вентилязовані вагони або у відкриті або вентилязовані контейнери. Якщо це не доцільно і пакування перевозяться у критих вагонах або контейнерах, то на двері таких вагонів або контейнерів повинно бути нанесене маркування з висотою літер не менше 25 мм: "УВАГА! ВІДСУТНЯ ВЕНТИЛЯЦІЯ. ВІДКРИВАТИ ОБЕРЕЖНО"

CW 63 – Спеціальні (спеціалізовані) цистерни відправника або орендовані.

CW 64 – Спеціальні (спеціалізовані) цистерни відправника.

Додаток 11 «Спеціальні положення згідно з Додатком 2 до СМГС щодо класифікації та звільнення від застосування вимог Правил певних небезпечних вантажів».

23 – Хоча для цієї речовини характерна небезпека займання, вона виявляється лише у разі впливу надзвичайно сильного вогню в замкненому просторі.

543 – Номер ООН 1005 аміак безводний, номер ООН 3318 аміаку розчин, що містить більше 50 % аміаку, і номер ООН 2073 аміаку розчин, що містить більше 35 %, але не більше 50 % аміаку, є речовинами класу 2. Вимоги Правил не поширюються на розчини аміаку, що містять не більше 10 % аміаку.

593 – Цей газ, призначений для охолодження, наприклад, медичних або біологічних зразків, якщо він міститься у посудинах з подвійними стінками, що відповідають положенням інструкції щодо упаковки P203 (12), не підпадає під дію вимог Правил [19].

Класи небезпеки та інформаційні таблички див. розділ 3.1, рис 3.1...3.5.

3.3 Вимоги до процедури зберігання нітрогенвміщуючих речовин

Зберігання рідкого азоту

Рідким азотом називають криогенну рідину без запаху і кольору. Температурний показник – 196 °C.

Рідкий азот безпечний тільки в тому випадку, якщо при роботі з даною криогенною рідиною і ємністю, в яку вона поміщена, дотримуватися певних вимог.

Зберігання та переміщення судини (навіть порожнього) здійснюється тільки у вертикальному положенні.

При роботі і перевезення судини уникати різких поштовхів і ударів по ємності.

Міцне закриття горловини посудини за допомогою сторонніх предметів і пробок – заборонено. Дозволено використання тільки штатних кришок, які перешкоджають утворенню крижаної скориночки на шийці, на зовнішній поверхні судини.

Посудину бажано заповнювати використовуючи спеціальне пристосування на зразок гнучкого металорукава або спеціального пристрою для переливання. Період зберігання рідкого азоту від 54 до 213 діб.

Якщо ви заповнюєте теплу посудину, то потрібно переливати продукт повільно і дотримуючись усіх правил, не допускаючи сильного випаровування і бризок рідини.

При перелії рідкого азоту важливо не допускати попадання крапель рідини на зовнішню поверхню судини. Якщо рідкий азот все-таки пролився, через 24 години необхідно перевірити і переконатися, що на горловині відсутнє обмерзання перед тим, як використовувати посудину знову, і перед встановленням обладнання для переливу криогенного продукту.

Не рекомендується розташовувати посудину близько обігрівальних приладів та під сонячними променями [33].

Кабінет, в якому знаходяться судини Дьюара з рідким азотом, повинен регулярно провітрюватися, тому що азот постійно випаровується і витісняє кисень, що може привести до кисневої недостатності та асфіксії.

Не слід заповнювати азотом ємність, яка втратила вакуум. Вакуумну втрату можна виявити так: спостерігайте за тим, чи утворюється іній на зовнішній частині судини.

Якщо на зовнішній поверхні посудини є пошкодження або виявили обмерзання, то важливо очистити ємність від криопродукта. Забороняється самостійно займатися ремонтом.

Забороняється опускати в посудину сторонні предмети. Чужорідний предмет всередині судини – одна з причин його псування [34].

Способи зберігання рідкого аміаку

Спосіб зберігання рідкого аміаку, кількість, місткість і тип резервуарів визначаються проектом з умови забезпечення безпечної експлуатації.

Зберігання рідкого аміаку на складах може здійснюватися:

У резервуарах під надлишковим тиском до 2,0 МПа включно без відводу аміаку. Робочий тиск в резервуарі приймається виходячи з максимальної температури навколишнього повітря з урахуванням сонячної радіації, наявності теплової ізоляції і захисних конструкцій.

У резервуарах під надлишковим тиском до 1,0 МПа включно з відведенням аміаку, яка випаровується від теплопритоку, з видачею його споживачеві або компримування випаруваного аміаку з подальшою конденсацією і поверненням його в резервуар.

В ізотермічних резервуарах під тиском, близьким до атмосферного, з відведенням випаровується аміаку, компримування, конденсацією і поверненням в резервуар або споживачеві (ізотермічний спосіб зберігання).

Коефіцієнт заповнення резервуарів визначається проектною організацією виходячи з умов зберігання і параметрів надходить аміаку, але не більше 0,85 від геометричного обсягу резервуара при зберіганні аміаку під

надлишковим тиском і 0,93 від висоти циліндричної частини ізотермічного резервуара [35].

Кількість і тип резервуарів на одному складі визначаються проектною організацією. При зберіганні аміаку під тиском повинна забезпечуватися можливість його передачі в інші резервуари або в спеціально встановлюється резервний резервуар.

Місткість резервного резервуара не враховується при визначенні місткості складу.

При виникненні несправності ізотермічного резервуара в проектній документації передбачаються заходи щодо його звільнення, збору і ліквідації проток аміаку.

Пристрої резервуарів для зберігання аміаку повинні забезпечувати надійну і безпечну експлуатацію протягом терміну служби, зазначеного в паспорті заводу-виготовлювача, а також передбачати можливість їх повного випорожнення, очистки, промивки, продувки, огляду, технічного огляду і ремонту [36].

Порядок, обсяг та періодичність технічного опосвідчення визначаються нормативною технічною документацією.

Резервуари, що застосовуються на небезпечному виробничому об'єкті, виготовляються організаціями, які мали необхідними технічними засобами та кваліфікованими фахівцями, відповідно до проектної (конструкторської) документації, яка враховує досягнення науки і техніки, вимоги промислової безпеки.

У проектній документації на резервуар вказуються:

- вимоги до виготовлення та випробування резервуара;
- відомості про листової перевірці металу на відсутність неприпустимих зовнішніх і внутрішніх дефектів і на відповідність хімічного складу і механічних властивостей вимогам, встановленим для даної марки металу.

Марка стали і вимоги до її якості визначаються проектною організацією з урахуванням умов виготовлення та експлуатації резервуара, а також вимог відповідних стандартів. Листову сталь, призначену для виготовлення днищ і стінок резервуарів, слід контролювати на відсутність розшарувань.

Випробування стали на ударну в'язкість при температурі -70°C повинно проводитися організацією-виробником в наступних випадках:

- якщо сталь призначена для виготовлення резервуарів, що встановлюються в кліматичних районах з температурою повітря самої холодної п'ятиденки нижче -41°C ;
- якщо можливо охолодження резервуара вилилося в огорожі рідким аміаком з сусідніх резервуарів в разі руйнування останніх.

В інших випадках розрахункова температура для вибору марки стали і умови випробування визначається проектом.

Зварні шви резервуарів підлягають контролю. Оцінка якості зварних з'єднань повинна відповідати вимогам, що встановлюються нормативно-технічними документами [37].

Вимоги до резервуарів, що працюють під надлишковим внутрішнім тиском

Резервуари повинні відповідати вимогам, що встановлюються нормативно-технічними документами з проектування і виготовлення.

Вид і обсяг термообробки зварних елементів конструкцій резервуарів, що працюють під надлишковим внутрішнім тиском, для зниження залишкових напружень зварних з'єднань визначається проектом.

Застосування нагрівальним пристроєм, що розміщуються всередині або на зовнішній поверхні резервуарів, допускається при місткості резервуарів не більше 50 т.

В якості теплоносія для внутрішніх нагрівальним пристроєм слід використовувати негорючі, некорозійні речовини.

Конструкція нагрівальним пристроєм повинна забезпечувати повний стік теплоносія. Штуцера внутрішніх нагрівальним пристроєм слід розташовувати на днище резервуарів.

Штуцери для видачі рідкого аміаку, дренажу, промивання та контрольно-вимірювальних приладів і автоматизації (КВП) дозволяється розміщувати в нижній частині резервуарів, інші штуцера - у верхній частині резервуарів.

Люки слід розміщувати в верхній частині резервуарів. Улаштування додаткових люків в нижній частині кульових резервуарів допускається при відповідному проектному рішенні.

В процесі експлуатації слід проводити періодичне огляд оболонок кульового резервуара, контролювати стан ізоляції, величину і рівномірність осідання фундаментів кульових резервуарів до і після гідравлічного випробування резервуара і перед подачею в нього рідкого аміаку, а також періодично під час експлуатації [38].

Вимоги до ізотермічним резервуарів

Ізотермічні резервуари слід виготовляти з сталей з пред'явленням підвищених вимог до хімічного складу, механічних властивостей і якості листа відповідно до спеціальних технічних умов. Розробляються технічні умови складаються розробником технологічного процесу і конструкції резервуару і погоджуються в установленому порядку.

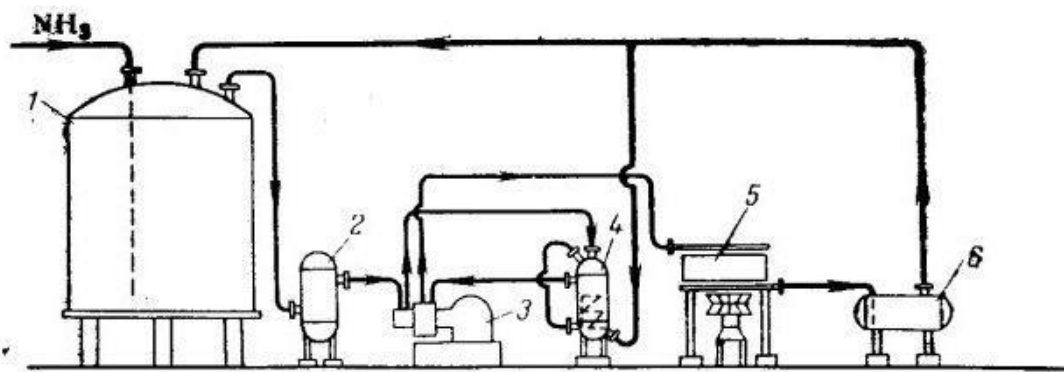


Рис 3.6 – Схема ізотермічного складу аміаку: 1 – ізотермічне сховище; 2 – відокремлювач рідини; 3 – компресор; 4 – проміжний посуд; 5 – повітряний конденсатор; 6 – лінійний ресивер.

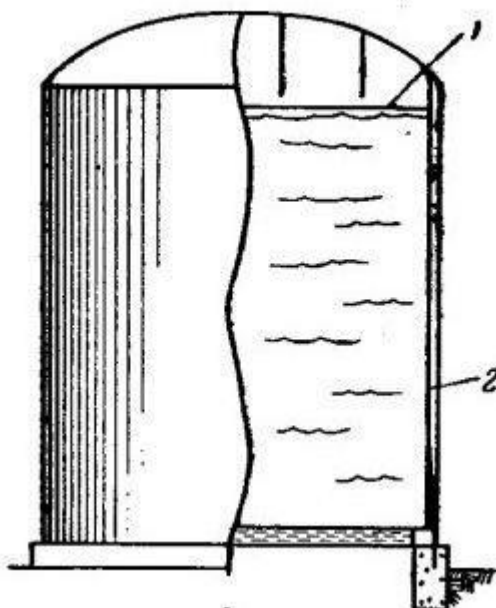


Рис 3.7 – Ізотермічне сховище рідкого аміаку: 1 – підвісна ізотермічна стеля; 2 – поліуретанова ізоляція.

Розрахункову температуру при виборі марки стали для ізотермічних резервуарів слід приймати з урахуванням таких вимог:

- при розташуванні резервуара в індивідуальному огорожі (земляний вал, стіна) не вище температури повітря найбільш холодної п'ятиденки в даному районі, але не вище -34°C ;

- при розташуванні декількох резервуарів в одному огорожі: для нижньої частини оболонки резервуара, яка може мати контакт з розлився аміаком в разі руйнування сусіднього резервуара, не вище -67°C ;
- для іншої частини оболонки резервуара, що не контактує з розлився аміаком, так само як для резервуара, що знаходиться в індивідуальному огорожі.

Розрахункову температуру при виборі марки стали для опорних конструкцій під резервуари, не захищені від розлитого аміаку, слід приймати з урахуванням можливості їх охолодження до -67°C .

Сталь, призначена для виготовлення одностінних вертикальних резервуарів і внутрішніх корпусів і склянок двостінних вертикальних резервуарів, що встановлюються в кліматичних районах з температурою повітря самої холодної п'ятиденки нижче -41°C .

Розрахунковий тиск ізотермічних резервуарів необхідно приймати більше робочого на 25%, але не менше ніж на 98,06 Па (10 мм вод. ст.). Розрахунковий тиск в між стінному просторі одностінних ізотермічних резервуарів слід приймати не менше 490,3 Па (50 мм вод. ст.).

Ізотермічні резервуари повинні розраховуватися з урахуванням можливого вакууму не менше 490,3 Па, максимального і мінімального барометричного тиску, вітрового навантаження і ін.

Спосіб зварювання і виготовлення днищ і дахів ізотермічних резервуарів визначається проектом.

Зовнішня оболонка резервуара з засипної ізоляцією обладнується люками для засипки між стінного простору теплоізоляційним матеріалом (перлитом), а також штуцерами для подачі в між стінний простір сухого азоту з точкою роси -40°C тиском 98,06 - 196,1 Па (10 - 20 мм вод. ст.) і відбору аналізів в процесі сушіння перлиту і експлуатації резервуара.

Для охолодження резервуара всередині резервуара вище допустимого рівня рідкого аміаку встановлюється розбризкувальний пристрій, який можна використовувати також і для наливу рідкого аміаку.

Дах і бічні стінки нижньої частини ізотермічних резервуарів обладнуються люками. Кількість люків і їх тип встановлюються проектом.

Пристрій проходів штуцерів через зовнішню стінку двостінного резервуара повинно бути забезпечено компенсаторами.

На ізотермічний резервуар організацією-виробником складається паспорт за встановленою формою.

Організація, що експлуатує ізотермічний резервуар, проводить його реєстрацію в установленому порядку та призначає відповідно до системи технічного обслуговування і ремонту відповідального з числа пройшли спеціальну підготовку фахівців з контролю за відповідністю виготовленого ізотермічного резервуара технічним вимогам проекту, за технічним станом, експлуатацією та технічним оглядом резервуара.

Оцінка технічного стану ізотермічних резервуарів для зберігання рідкого аміаку (включаючи металоконструкції, теплоізоляцію, підстави, фундаменти) повинна здійснюватися відповідно до вимог нормативних документів.

Величина і рівномірність осідання фундаментів резервуарів контролюються до гідравлічного випробування резервуара, перед подачею в нього рідкого аміаку і періодично під час експлуатації.

Вимірювання опади фундаменту ізотермічних резервуарів слід проводити нівелюванням в абсолютних позначках з глибинного реперу і реперу на фундаменті або опорах резервуара.

Контроль здійснюється в період підйому ґрунтових вод, а також під час максимального розвантаження (навантаження) резервуара.

При оснащенні ізотермічних резервуарів постійно діючими засобами технічної діагностики та оперативного контролю з використанням методів акустичної емісії термін чергового технічного огляду призначається по

фактичному технічному стану конструкцій на підставі висновку спеціалізованих організацій, що здійснюють експертизу промислової безпеки [39].

Склади для зберігання аміачної селітри, їх планування, розміщення та експлуатація.

Аміачна селітра повинна зберігатися в самостійних, не нижче II ступеня вогнестійкості одноповерхових будівлях. Як виняток в колгоспах і радгоспах допускається зберігання селітри в загальному складі мінеральних добрив за умови, що приміщення (відсік) для зберігання аміачної селітри буде розміщуватися біля торцевої стіни і відокремлюватися від іншої частини складу суцільною протипожежною стіною, причому вся будівля складу повинна бути не нижче II ступеня вогнестійкості.

Склади (відсіки) для зберігання аміачної селітри повинні відповідати таким умовам:

- планування складу (відсіку) повинна забезпечувати механізовану завантаження і при необхідності швидку вивантаження селітри. Слід передбачити вільний доступ до штабелів аміачної селітри на випадок виникнення пожежі;
- в будівлях (відсіках) не допускається влаштування дерев'яних підлог і перегородок. Пол повинен бути виконаний з кислотостійких вогнетривких матеріалів;
- якщо в складах при виконанні технологічного процесу періодично знаходяться транспортні або вантажно-розвантажувальні засоби з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ), повинна бути передбачена примусова вентиляція не менше ніж з п'ятикратним повітрообміном;
- висота приміщення від підлоги до перекриття і площа відсіку повинні забезпечувати можливість використання на складі

рекомендованих проектами вантажно-розвантажувальних засобів і машин для підготовки добрив до внесення;

- крім примусової вентиляції, в складах повинні бути передбачені квартирки, фрамуги або інші пристрої для провітрювання приміщень;
- природне і штучне освітлення складів повинно відповідати нормам "Санітарних правил по зберіганню, транспортуванню і застосуванню мінеральних добрив в сільському господарстві", затвердженим 16 жовтня 1967 р .;
- нові склади для зберігання аміачної селітри повинні будуватися тільки за типовими проектами.

Кожен склад (відсік) площею понад 300 м² повинен мати не менше двох самостійних виходів. Будівлі (відсіки), призначені для зберігання аміачної селітри, повинні бути чистими, сухими і в них не повинно бути залишків матеріалів (речовин), що використовувалися або зберігалися в цих будівлях раніше (масла, розчинники, грубі корми, торф і т.п.) [40].

Склади аміачної селітри повинні мати на воротах або на стінах з боку воріт написи "Аміачна селітра", "Вогненебезпечно".

Територія складів повинна бути огорожена. У неробочий час всі двері і вікна складських приміщень повинні бути закриті. Ключі від замків при цьому повинні знаходитися у відповідальних осіб за склад.

Всі під'їзні та об'їзні шляхи до складу необхідно утримувати в хорошому стані. У зимовий час їх потрібно очищати від снігу.

Навколо складів повинні бути зроблені стічні канави, а фундаменти зовні повинні мати цементні або асфальтовані вимощення.

Усередині складів забороняється пристрій різного роду горючих конторок.

На складах на видних місцях повинні бути вивішені виписки з правил пожежної безпеки із зазначенням обов'язків обслуговуючого персоналу щодо попередження та гасіння пожежі.

Склади повинні бути обладнані телефонним зв'язком або звуковою сигналізацією.

Прийом і відпустка аміачної селітри проводиться строго за вагою (кількості мішків). На складах необхідно мати на випадок пожежі кілька резервних протигазів і респіраторів.

Запис приходу і витрати добрив проводиться в спеціальній книзі обліку, яка заповнюється регулярно комірником.

Зберігання аміачної селітри в одному складі допускається не більше 3500 т, а у відсіку - 1200 т. У межах відсіку або складу аміачна селітра укладається в штабелі на піддонах або без них.

Висота штабеля аміачної селітри при використанні стоїчних піддонів допускається до 4,4 м. Плоскі піддони можна встановлювати в два яруси. Мішки без піддонів укладають в 8-10 рядів на висоту 1,5-1,8 м.

Вага окремого штабеля в межах секції або складу не повинен перевищувати 120т. Між штабелями, а також між штабелем і стінкою відсіку залишаються вільні проходи шириною не менше 1 м [41].

Вибір території під будівництво складу аміачної селітри проводиться за погодженням з органами державного санітарного і пожежного нагляду.

Склади мінеральних добрив, в тому числі аміачної селітри, мають у своєму розпорядженні з підвітряного боку від населених пунктів і промислових підприємств. Згідно "Санітарних правил по зберіганню, транспортуванню і застосуванню мінеральних добрив в сільському господарстві" повинні бути наступні захисні зони між складом і іншими об'єктами:

а) від складу мінеральних добрив і отрутохімікатів до лікувально-профілактичних і дитячих установ, джерел водопостачання, житлових і громадських будівель, виробничих будівель і підприємств по переробці і зберіганню харчових продуктів 500 м;

б) від складу мінеральних добрив і отрутохімікатів до виробничих об'єктів (за винятком будівель і підприємств по переробці і зберіганню харчових продуктів), не пов'язаних з постійним перебуванням людей, 200 м;

в) від складів тільки для зберігання мінеральних добрив до житлових і громадських будівель 200 м.

Забороняється використовувати розриви між будівлями для складування хімікатів, порожньої тари, різних матеріалів і обладнання.

Склади аміачної селітри та інших небезпечних у пожежному відношенні мінеральних добрив при разовому зберіганні в них до 1200 т повинні мати пожежне водоймище ємністю 250 м³ і 350 м³ при більшій кількості добрив. Пожежні водойми повинні розміщуватися не ближче 40 м від складів мінеральних добрив, в тому числі від складу селітри. Всі складські приміщення повинні бути обладнані протипожежними засобами та інвентарем (вогнегасники, бочки з водою, відра, ящики з піском, лопати і т. П).

Поблизу зберігання аміачної селітри і інших небезпечних в пожежному відношенні мінеральних добрив забороняється користуватися відкритим вогнем [42].

Зберігання аміачної води.

Аміачна вода може зберігатися в сталевий або скляній тарі, в ній же можна її і перевозити.

Рідкий аміак транспортують у спеціальних аміачних залізничних і автомобільних цистернах (хімічних цистернах), в сталевих балонах, в танкерах і по трубопроводу.

Температура охолодженого рідкого аміаку, яка вимірюється на фланці, що з'єднує трубопроводи завантажувальної лінії і танкера, не повинна перевищувати -31,5 ° С.

Транспортування рідкого аміаку в залізничних і автомобільних цистернах здійснюється відповідно до правил перевезення небезпечних вантажів, що діють на даному виді транспорту.

Водний аміак транспортують залізничним, автомобільним і водним транспортом в герметичних транспортних засобах відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту.

Продукт марки А транспортують у залізничних цистернах і аміаковозах.

Продукт марки Б транспортують в цистернах з нижнім зливом і аміаковозах.

Цистерни заповнюють не більше ніж на 95% за обсягом. Люки цистерн повинні бути опломбовані [43].

3.4 Аналіз конструктивних особливості парку цистерн та вантажних одиниць для перевезення нітрогенвміщуючих речовин різними видами транспорту

Залізничні аміачні цистерни. Для перевезення рідкого аміаку застосовують переважно чотиривісні цистерни (рис 3.8), розраховані на надлишковий тиск 2 МПа. Котел цистерни зварений, його довжина 10,65 м, діаметр 2,6 м, повний обсяг 54 м³. Цистерна при коефіцієнті заповнення не більше 85% вміщує 30,7 т аміаку.

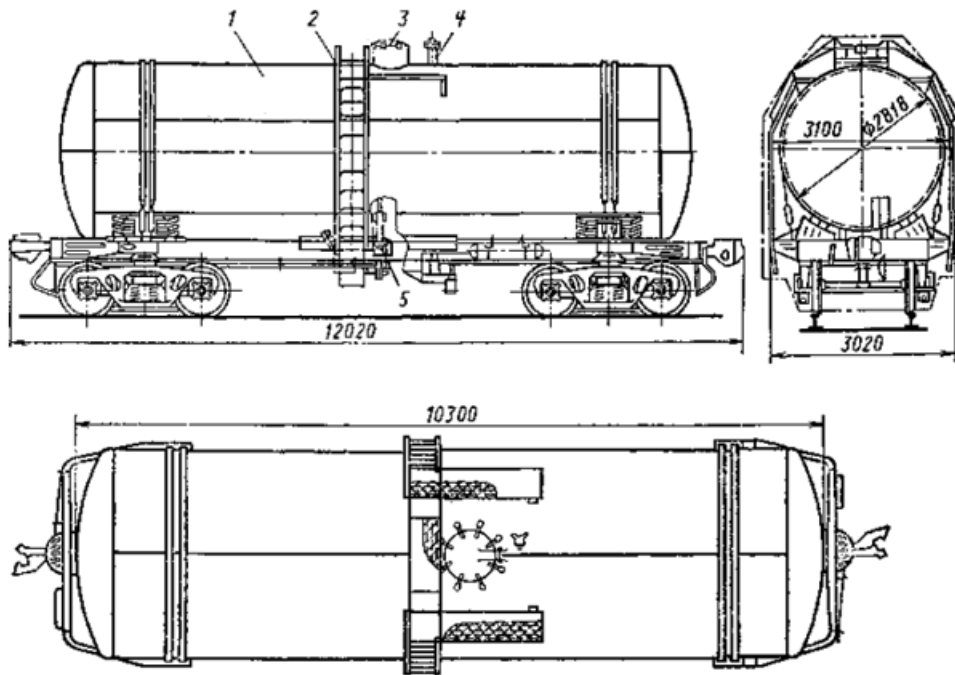


Рис 3.8 – Схема чотиривісної цистерни: 1 – котел; 2 – сходи; 3 – люк; 4 – запобіжний клапан; 5 – зливний прилад.



Рис. 3.9 – Залізнична цистерна для аміаку моделі 15-1201-02

На кришці люка, розташованого в середині верхньої частини котла цистерни, розміщена арматура: два запірних вентиля 40 мм зі швидкісними клапанами і сифонними трубами, опущеними до дна котла цистерни; запірний вентиль діаметром 40 мм зі швидкісним клапаном для відведення газоподібного аміаку з цистерни під час її наливу або для подачі газоподібного аміаку в цистерну при зливі (для створення тиску); запобіжний пружинний клапан, відрегульований на надлишковий тиск 2 МПа; чотири запірних вентиля діаметром 6 мм для контролю рівня наливу і зливу і відбору проб рідкого аміаку.

Кришка люка з розташованою на ній арматурою закривається захисним кожухом.

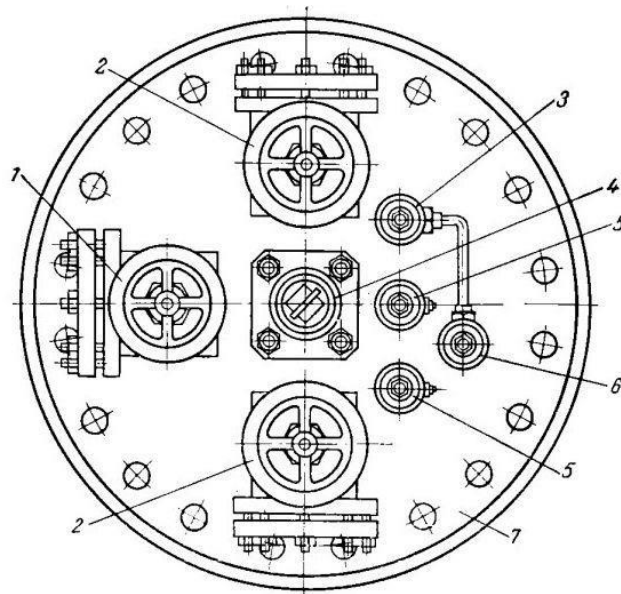


Рис 3.10 – Схема розташування арматури на кришці люка аміачної цистерни: 1 – вентиль за швидкісним клапаном для газоподібного аміаку; 2 – вентилі швидкісними клапанами і сифонними трубами; 3 – вентиль з сифонною трубкою для відбору проб рідкого аміаку та контролю закінчення зливу аміаку; 4 – запобіжний клапан; 5 – вентиль-показник рівня наливу рідкого аміаку; 6 – вентиль для врівноваження тиску в сифонній трубці вентиля 3; 7 – кришка люка цистерни.

У верхній частині котла приварений штуцер, що закривається захисним ковпаком, для приєднання манометра.

Наливний і зливний пристрій аміачної цистерни зображено на рис 3.11.

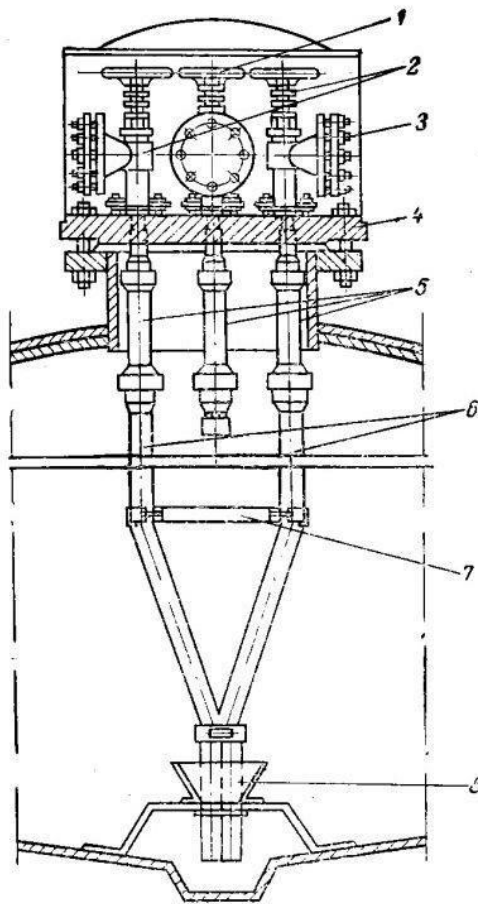


Рис 3.11 – Наливний та зливний пристрій аміачної цистерни: 1 – вентиль для газоподібного аміаку; 2 – вентилі для рідкого аміаку; 3 – захисний ковпак над кришкою люка з арматурою; 4 – кришка люка цистерни; 5 – швидкісні клапани; 6 – сифонні труби; 7 – кріплення сифонних труб; 8 – воронка для встановлення сифонних труб.

Навколо люка є металева площадка з огороженням, до якої з обох боків цистерни ведуть металеві сходи.

На рамі цистерни прикріплена металева табличка з вибитими на ній найменуванням заводу-виготовлювача, роком виготовлення, загальною масою цистерни (в т) і ємністю (в м³), величинами робочого і пробного тиску, реєстраційним номером і терміном наступного опосвідчення.

Зовнішня поверхня циліндричної частини цистерни забарвлена в світло-сірий колір з відмінними смугами жовтого кольору шириною 300 мм. Смуги наносять по середній лінії корпусу з обох боків цистерни над

відмінними смугами є написи чорного кольору: «Аміак», «Отруйно. Зріджений газ». Крім того, на цистерні вказано найменування підприємства - власника цистерни і станції приписки.

Днища цистерн пофарбовані в зелений колір і облямовані білою смугою. Рідинні вентиля пофарбовані в жовтий колір, газові - в темно-коричневий. На штуцерах вентилів є відповідні написи «Рідина» (або буква «Ж») і «Газ» (або буква «Г»). Кожен вентиль забезпечений заглушкою. Забороняється наливати аміак в цистерни, не мають зазначеної забарвлення і написів або з неправильними забарвленням і написами [35].

Автоцистерни використовуються для перевезення аміаку головним чином для сільськогосподарських потреб. Такі автоцистерни мають пристрій для введення аміаку в ґрунт.

У разі прямих автомобільних перевезень аміаку з заводських складів застосовують цистерни підвищеної вантажопідйомності (до 6 т). У тих випадках, коли агрегати для внесення аміаку в ґрунт працюють поблизу складів (до 8 км), в якості транспортних засобів використовують також колісні трактори з причіпної цистерною на 2 т. Для перевезень на більш далекі відстані використовують автопоїзда (аміаковозів з причіпної цистерною) загальною вантажопідйомністю 5,2 т. Автомобільні та тракторні цистерни оснащені запобіжним клапаном, манометром і показчиками рівня граничного заповнення, а також тентом для захисту від дії сонячних променів. Цистерни пофарбовані в білий колір, з боків нанесена жовта смуга і написи «Рідкий аміак», «Газ - отруйно».

Автомобільні аміачні цистерни до введення в експлуатацію повинні бути зареєстровані. Швидкість руху автоцистерн для рідкого аміаку повинна бути обмеженою.

Балони з аміаком транспортують на автомобілях зі спеціально обладнаними кузовами або на причепах. Водії та вантажники повинні мати спеціальне посвідчення, що дає право транспортувати балони [36].

4. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ, ЩО МІСТЯТЬ СПОЛУКИ НІТРОГЕНУ

Для аміаку характерне явище «миттєвого випаровування». Воно виникає, коли в системі рідини, рівноважної зі своїми парами, понижується тиск. Саме цю ситуацію ми можемо спостерігати при розгерметизації цистерни [7].

А у випадку аварій з аміаком слід брати до уваги той факт, що за температури довкілля вищої від мінус 33,4°C розлитий аміак буде швидко випаровуватися. Інтенсивність цього процесу напряму залежить від таких параметрів як температура навколишнього середовища, швидкість вітру над поверхнею розливу, об'єм емітованого токсиканта. Цей фактор змінної концентрації аміаку у розливі вносить значні поправки у питання необхідного об'єму використаного нейтралізатора. Адже ненормована кількість останнього може призвести до вторинного забруднення довкілля та збільшити як екологічні, так і економічні збитки.

Для цього доцільною слід вважати розробку номограм для кожного із реагентів заздалегідь. Їх наявність у відповідальних осіб дасть змогу швидко відреагувати на факт аварії. А оскільки для аміаку час із моменту аварії грає вирішальне значення, то для цього випадку це особливо актуально [2].

В усіх випадках можемо говорити про поділ процесу випаровування аміаку на два етапи. А саме, перший, що забезпечується надходженням тепла від підстилаючої поверхні та прилеглих теплих повітряних шарів. При цьому ґрунт охолоджується і надалі виконує роль тепло ізолюючого прошарку. Вода у порах ґрунту при такій температурі і переходить у тверду фазу. Інфільтрація аміаку зводиться до мінімуму. Тому при розрахунках залишкової кількості токсиканта у розливі цим фактором можна нехтувати. Як наслідок, швидкість випаровування аміаку із розливу на другому етапі лімітується підводом тепла лише із повітря. Цим пояснюється деяка стабілізація процесу [2].

Але практичні дані свідчать, що за певних умов аміак із повітрям може утворювати суміші із густиною більшою, аніж довколишня атмосфера. Для пояснення цього слід допустити можливість адіабатичного насичення повітря шляхом випаровування крапель рідкого аміаку, захвачених у повітрі, або охолодження розливу вітром нижче мінус 33,4°C [7].

Деякі вчені приділяють особливу увагу розповсюдженню екологічно небезпечних речовин (пари низькотемпературних і криогенних речовин), що супроводжується їх переходом крізь границю «атмосферне повітря - водне середовище». Зокрема, у цій групі речовин розглядається і аміак. Відзначається великий вплив водних об'єктів на процеси розповсюдження домішок при розливах, витоках, викидах токсиканта. Поведінка аміаку в атмосфері, в перехідному шарі «атмосферне повітря – водне середовище» та у самому водному середовищі супроводжується рядом багатofакторних фізико-хімічних, гідрохімічних та гідроаеродинамічних процесів. У свою чергу, ці процеси істотно впливають на динаміку поширення аміаку, на виникаючі концентраційні поля, температурний режим та інтенсивність впливу цих факторів на довкілля. Отримані модельні дані в цілому добре погоджуються із даними спостережень за наслідками аварій (наприклад, великої аварії із розливом 7000 т аміаку поблизу м.Іонави (Литва) у 1989 р.) [11].

4.1 Визначення властивостей аміаку та його похідних при емісії в навколишнє середовище

При попаданні рідкого аміаку у навколишнє середовище частина аміаку в залежності від початкової температури випаровується. Залишки аміаку охолоджуються до температури кипіння при атмосферному тиску й нижче. При витоку значних кількостей рідкого аміаку утворюються розливи, з поверхні яких аміак випаровується особливо бурхливо в перші моменти (період поверхневого випаровування). На випаровування витрачається тепло поверхневого шару ґрунту і навколишнього повітря [28].

При розливі дуже швидко формується первинна хмара з високою концентрацією аміаку. Час утворення первинної хмари 1–3 хвилини. За цей час у атмосферу переходить 16–20% речовини. Вторинна хмара виникає при випаровуванні аміаку з площі розливу. Характеризується воно тим, що концентрація його парів на 2–3 порядки нижче, ніж у первинній хмарі. Однак їх тривалість дії і глибина поширення значно більше. Тривалість дії вторинної хмари визначається часом випаровування розлитого аміаку, яке в свою чергу залежить від температури кипіння і летючості речовини, температури навколишнього середовища, швидкості вітру і характер розливу (вільно або в піддон).

Аміак майже в 2 рази легший за повітря – це істотно впливає на глибину його поширення. В порівнянні з хлором глибина поширення первинної і вторинної хмари, а також площа зони зараження в 25 разів менша [28].

Вивчення процесів випаровування і визначення факторів, що впливають на цей процес.

Випаровування – явище переходу твердих і рідких тіл в відповідний їм газоподібний стан – в пару. При цьому перехід здійснюється без розкладання молекул складних тіл на складові їх атоми. Випаровування складається з відділення частинок у навколишнє середовище. Це явище стає сильнішим з підвищенням температури до певної межі при якій

пароутворення починається по всій масі рідини. Ця температура називається температурою кипіння, саме явище – кипіння. Якщо випаровування відбувається в замкнутому просторі, то цей процес відбувається до того, як пара надходить в простір (насичена пара). Випаровування припиниться, коли газ, що знаходиться всередині простору матиме величину пружності пари більшу за первісну.

Насиченість пари рідини, що випаровується, залежить від температури. Процес випаровування зупиняється в разі, коли прагнення частинок до відокремлення від поверхні розливу врівноважує протидію пружності пари (парціальний тиск). Якщо пружність парів в навколишньому просторі менше значення парціального тиску при даній температури – випаровування триватиме, так як за рахунок дифузії (від граничної – у поверхні рідини до нуля – в міру віддалення) буде відбуватися зниження тиску парів речовини, що випарувалася [30].

Прагнення до випаровування зростає зі збільшенням температури, при цьому зростає і пружність парів, що насичують простір. Температура кипіння залежить від тиску і тим вона вище, чим більший тиск.

Параметри для розрахунку характеристик випаровування аміаку і проникнення його в ґрунт в залежності від його властивостей:

- парціальний тиск
- молекулярна вага
- в'язкість

Характеристики навколишнього середовища, які впливають на процес міграції:

- температура
- рух повітря (вітер)
- вид ґрунту
- види розливу

4.2 Вивчення факторів, що впливають на випаровування аміаку при аваріях з цистернами

Варіантами пошкодження цистерни:

- злам запобіжного клапану;
- злам пристрою вивантаження;
- пробоїна котла;
- злам завантажувальних пристроїв.

Аварія – це розгерметизація цистерни з варіантами витоку рідини і подальшого випаровування залишків вантажу в цистерні. Можуть траплятися ситуації, коли рідина з цистерни розливається за короткий час, але такі випадки рідкісні і мають місце лише тоді, коли розгерметизація відбувається в нижній частині [29].

Варіанти розташування ємностей з розчинами або аміаком: з розгерметизацією в нижній точці представлено на рис 4.1 [28]:

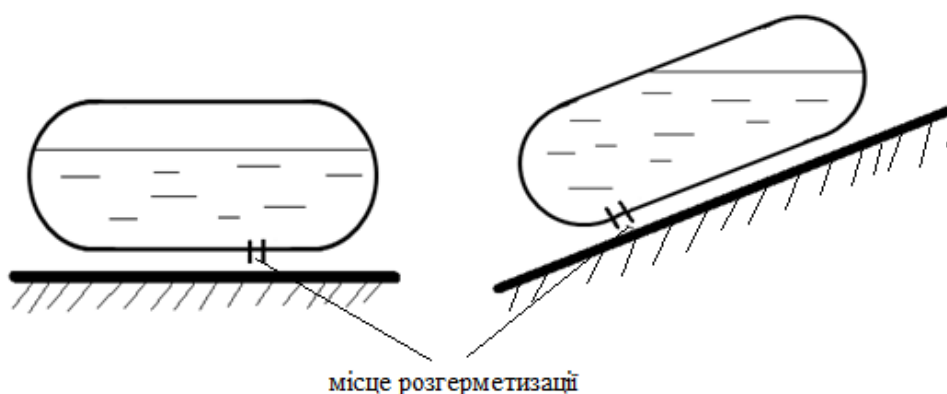


Рис 4.1 – Розгерметизація в нижній частині цистерни

Ситуації, коли за витіканням або зовсім без нього (наприклад при поломці клапана) рідина випаровується і газ через місце розгерметизації надходить в атмосферу, представлені на рис 4.2 [28].

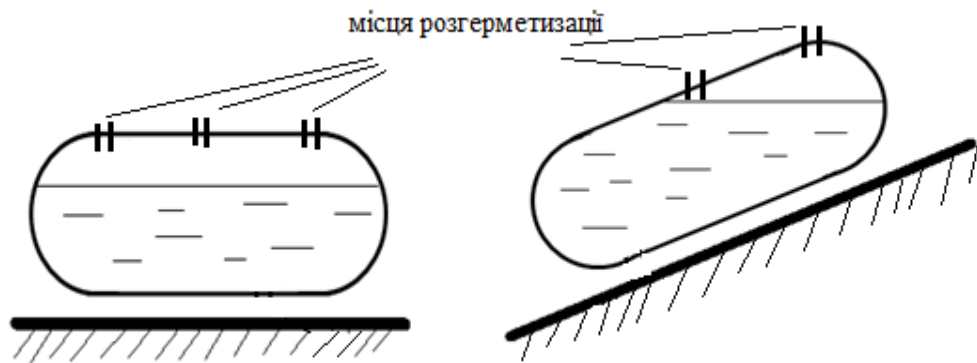


Рис 4.2 – Розгерметизація у верхніх відділах цистерни

4.2.1 Визначення факторів, які впливають на емісію забруднюючих речовин при незначній пошкодженні цистерн

У ситуаціях (див. рисунки 4.1, 4.2) швидкість випаровування може лімітувати швидкість витікання газу через отвір, або швидкістю надходження ззовні необхідного для випаровування тепла. При розгерметизації площа перетину отвору мала і процес лімітується теплопередачею.

Максимальний перетин отвору, при якому процес лімітується теплопередачею може бути визначений за формулою:

$$S_{\max} = \frac{F(T_B - T_r)}{Q_{\text{вип}} \sqrt{2g(P_c - P_{\text{атм}}) \left(\sum \frac{\rho}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right)}} \quad (4.1)$$

F - площа поверхні цистерни, що контактує з рідиною.

T_B -температура повітря в зоні аварії

T_r -температура рідкого вантажу

$Q_{\text{вип}}$ - теплота випаровування рідкого вантажу

ρ - щільність газу в цистерні

P_c - тиск в цистерні

$P_{\text{атм}}$ - атмосферний тиск

α_i - коефіцієнти теплопередачі в місцях контакту компонента, що беруть участь в теплопередачі

δ_i - товща шарів компонентів

λ_i - коефіцієнт теплопередачі компонентів

Рішення рівняння ускладнено наявністю взаємозалежних величин, наприклад: P і T залежать від тиску в цистерні. $P_{\text{атм}}$, які в свою чергу залежить від умов теплопередачі.

Оцінки S_v в різних рівнях показують, що для більшості низкокиплячих продуктів або при малих пошкодженнях процес лімітується витіканням речовини через нещільності (отвори):

$$v = 3600 \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot (P_{\text{ц}} - P_{\text{атм}})} = 3600 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot (P_{\text{ц}} - P_{\text{атм}})} = 4 \cdot 10^2 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\rho(P_{\text{ц}} - P_{\text{атм}})}, \text{ кг/год} \quad (4.2)$$

v – витрата

S – площа отвору

d – умовний діаметр отвору

ρ – щільність газу в умовах закінчення

$P_{\text{ц}}, P_{\text{атм}}$ – тиск в цистерні і атмосферний.

4.2.2 Вивчення процесів випаровування забруднюючих речовин при значних пошкодженнях цистерн

При пошкодженні клапана з діаметром 32 мм швидкість витікання стає настільки високою, що процес випаровування лімітується підводом тепла до рідини, що випаровується (іноді киплячій).

При цьому швидкість випаровування:

$$v = \frac{F(T_{\text{в}} - T_{\text{г}})}{Q_{\text{вип}}(\Sigma 1/\lambda_i + \Sigma \delta_i/\lambda_i)}, \text{ кг/год} \quad (4.3)$$

$T_{\text{г}}$ – температура кипіння рідкого аміаку, $T_{\text{г}} = 33^\circ\text{C}$

F – площа поверхні цистерни, що контактує з рідиною, $F = 70 \text{ м}^2$

$Q_{\text{вип}}$ – теплота випаровування рідкого вантажу, $Q_{\text{вип}} = 310 \text{ ккал/кг}$

$T_{\text{в}}$ – температура повітря в зоні аварії, $T_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$

δ_1 – товща стінки цистерни, $\delta_1 = 26 \text{ см} = 0,026 \text{ м}$;

δ_2 – товща льоду, $\delta_2 = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$

λ_1 – коефіцієнт теплопередачі сталі, $\lambda_1 = 40 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}$

λ_2 – коефіцієнт теплопередачі льоду, $\lambda_2 = 2$

$$v = \frac{70(20 - (-33))}{310(\frac{1}{15} + \frac{1}{100} + \frac{0,026}{40} + \frac{0,01}{2})} = 145 \text{ кг/год}$$

За 10 годин (час прибуття бригади) випаровується приблизно 1,5 т аміаку.

При значних пошкодженнях $P_{\text{ц}}$ може знизитися до атмосферного і рідкий низькокиплячий вантаж може закипати, $T_{\text{г}}$ буде близька до температури його кипіння при атмосферному тиску.

При цьому на тій частині цистерни, яка контактує з киплячою рідиною зазвичай утворюється шар льоду (інію), товщиною до 5 – 10 см.

4.3 Аналіз процесу випаровування аміаку з розчину

4.3.1 Формалізація процесу випаровування

Після потрапляння аміаку в навколишнє середовище (витікання) і зниження його парціального тиску шляхом розведення його водою або витікання аміачної води, відбувається його інтенсивне випаровування і фільтрація розчину в ґрунт.

В основі розрахунку кінетики випаровування є рівняння Кнудсена:

$$Q = \beta \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{M}{2\pi RT}}, \text{г/см}^2 \cdot \text{с} \quad (4.4)$$

Q – швидкість випаровування аміаку

ρ – парціальний тиск парів, мм. рт. ст.

R – газова постійна

T – температура повітря, К

M – молекулярна вага речовини, г/моль

β – коефіцієнт, що враховує випаровування аміаку в атмосферу.

Для визначення питомої швидкості випаровування аміаку використовуємо модифіковане рівняння Кнудсена:

$$m_{\text{вип}} = 3.6 \cdot 10^{-2} \cdot \rho \cdot S_{\tau} \cdot \tau \cdot \gamma \cdot \sqrt{\frac{M}{T}}, \text{кг/год} \quad (4.5)$$

ρ – парціальний тиск речовини, що випаровується (мм.рт.ст.)

S_{τ} – площа рідини, що випаровується в момент τ , м²

τ – час випаровування, година

γ – коефіцієнт, що враховує погодні умови

M – молекулярна вага речовини

T – температура повітря

Для визначення маси аміаку, що випарувався, користуємося формулою:

$$m_{\text{вип}} = S_{\tau} \cdot \tau \cdot Q \quad (4.6)$$

Об'єднуючи вищенаведені рівняння і перетворюючи одиниці виміру отримуємо рівняння:

$$m_{\text{вип}} = 1,5 \cdot S_{\tau} \cdot \tau \cdot \beta \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{M}{2\pi RT}} \quad (4.7)$$

4.3.2 Фактори, які впливають на швидкість випаровування

Час, необхідний на випаровування одиниці ваги [г] з одиниці поверхні [м²] залежить від:

1. Від поверхні рідини і легкості видалення з неї проникаючої пари, тобто від розмірів і форми посудини, в якому знаходиться рідина;
2. Від природи зовнішнього середовища і її руху або спокою;
3. Від температури рідини
4. Від зовнішнього тиску
5. Від природи рідини
6. Від поверхні, з якої відбувається випаровування.

Для початкових дій необхідно визначитися з визначенням факторів, від яких залежить емісія аміаку в атмосферу і ґрунт.

4.3.3 Вплив температури на випаровування

Підвищення температури рідини веде до збільшення пружності пари (парціальний тиск), як це приведено в таблиці 4.1:

Таблиця 4.1 – Залежність пружності пари від температури

T, °C	P, атм
-20	1,8
0	4,2
+20	20,0

В результаті охолодження ґрунту його теплопровідність знижується і верхній шар виконує роль теплоізолюючого прошарку, що перешкоджає підводу тепла від глибинних шарів ґрунту.

Визначальним є фактор тепла атмосферного повітря. Температура рідкого аміаку в результаті випаровування зменшується, процес

випаровування сповільнюється і поступово настає режим стаціонарного випаровування.

Аналіз результатів залежності концентрацій від часу при різних температурах представлено на рисунках 4.3 – 4.6:

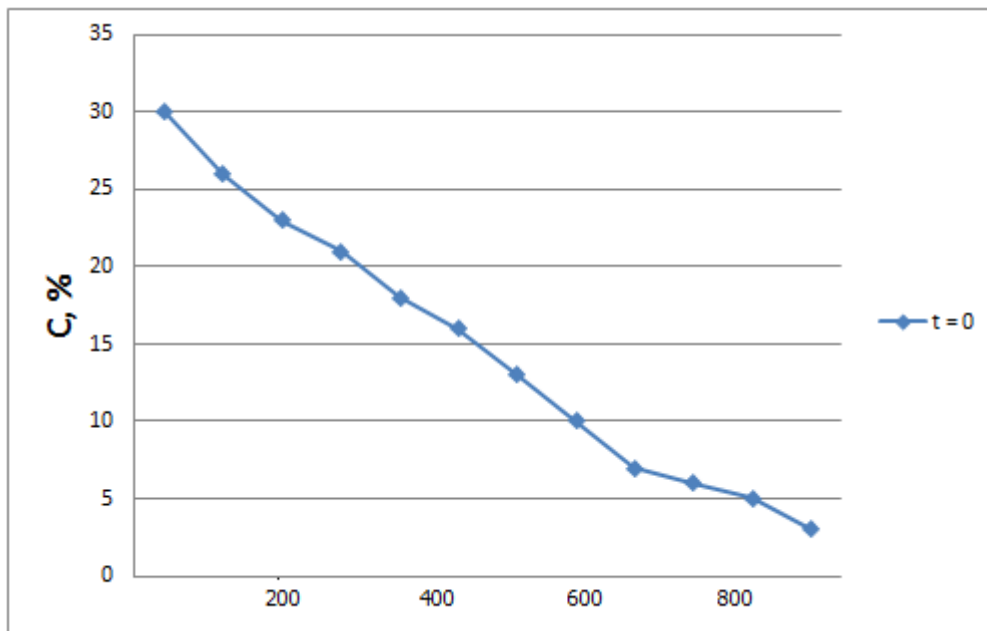


Рис 4.3 – Залежність зміни концентрації речовини від часу при температурі 0°

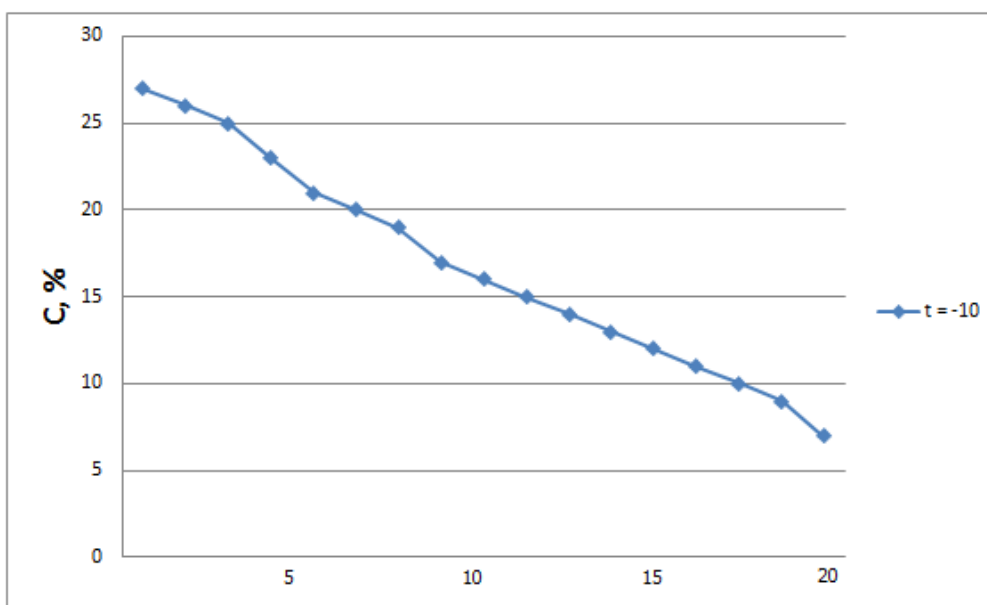


Рис 4.4 – Залежність зміни концентрації речовини від часу при температурі 10°

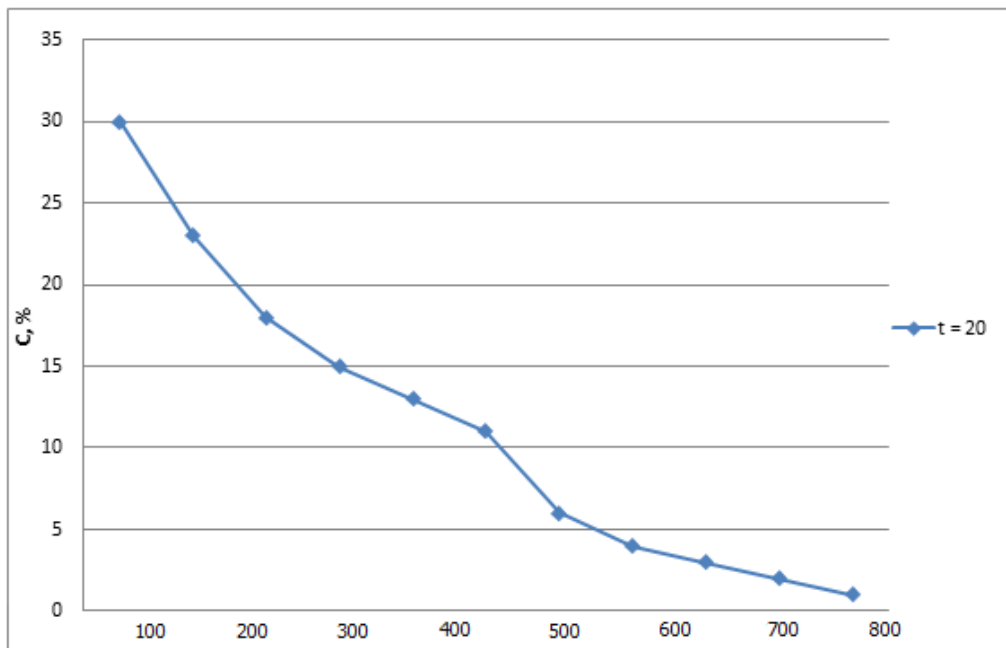


Рис 4.5 – Залежність зміни концентрації речовини від часу при температурі 20°

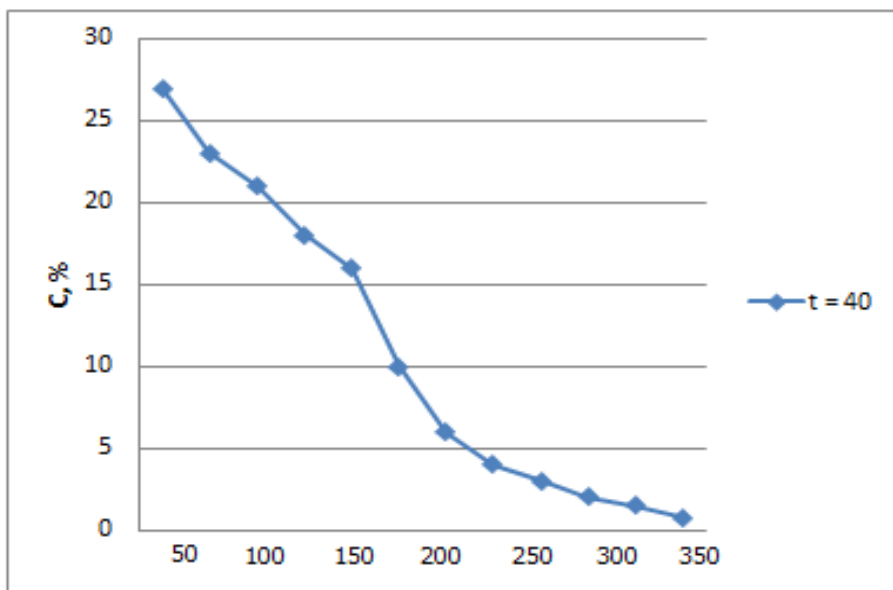


Рис 4.6 – Залежність зміни концентрації речовини від часу при температурі 40°

Як видно з графіків найбільш інтенсивна зміна концентрації при більш високих температурах.

Аналіз результатів впливу швидкості вітру на зміну концентрації речовини зображено на рисунках 4.7 – 4.9:

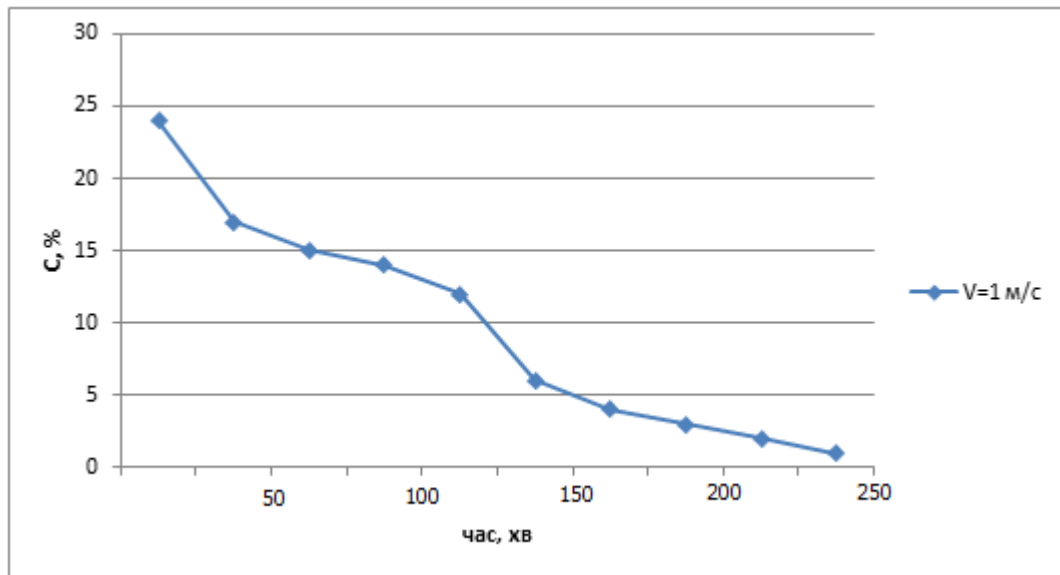


Рис 4.7 – Залежність зміни концентрації від часу при швидкості вітру
1 м/с.

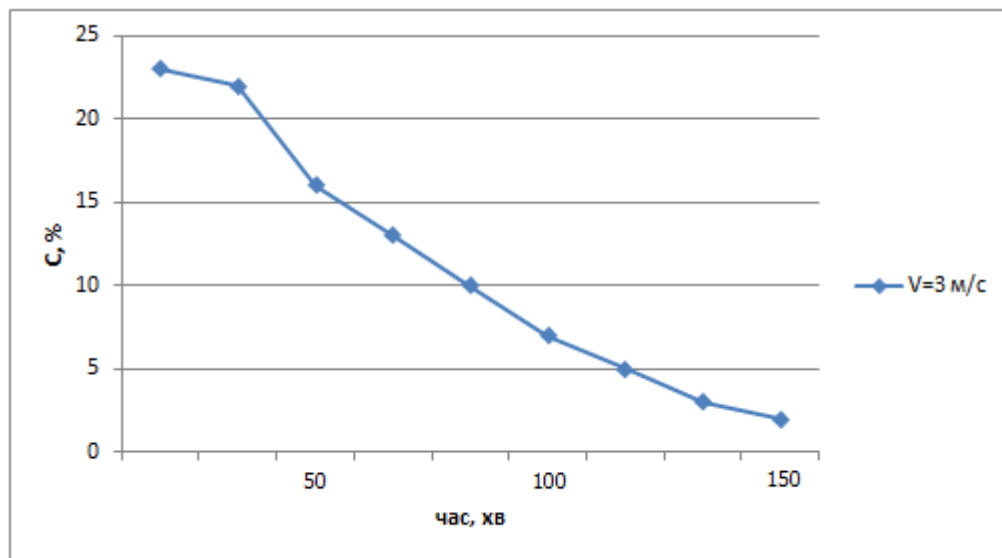


Рис 4.8 – Залежність зміни концентрації від часу при швидкості вітру
1 м/с.

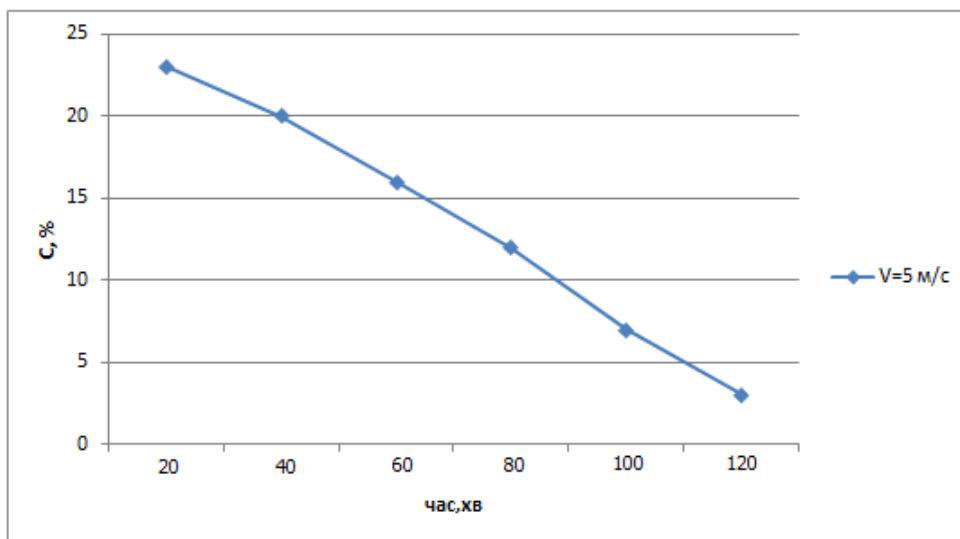


Рис 4.9 – Залежність зміни концентрації від часу при швидкості вітру 1 м/с.

За результатами побудованих графіків видно, що відбувається збільшення кінетики випаровування газоподібного аміаку при збільшенні швидкості вітру.

Додаткові фактори, що впливають на швидкість випаровування:

- молекулярна вага рідини, що випаровується
- величина дзеркала рідини, що випаровується

Дослід з впливу розмірів дзеркала випаровування на концентрацію розчинів аміаку зображено на рисунках 4.10 –4.14:

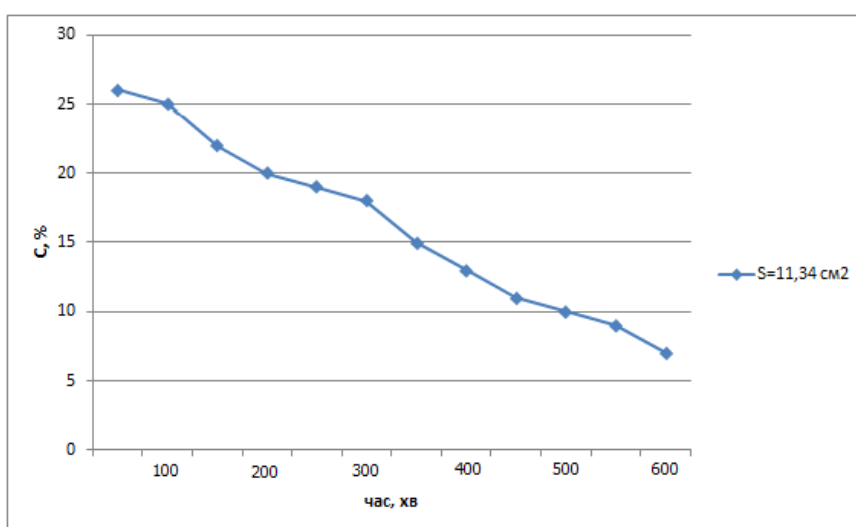


Рис 4.10 – Вплив розмірів дзеркала випаровування на концентрацію розчинів аміаку

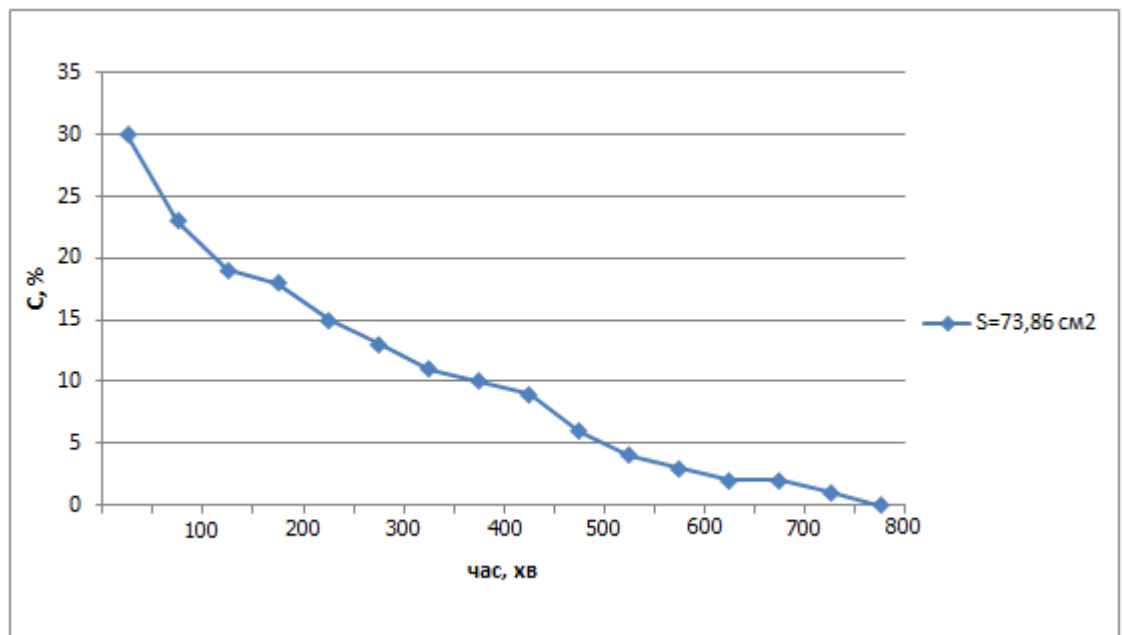


Рис 4.11 – Вплив розмірів дзеркала випаровування на концентрацію розчинів аміаку

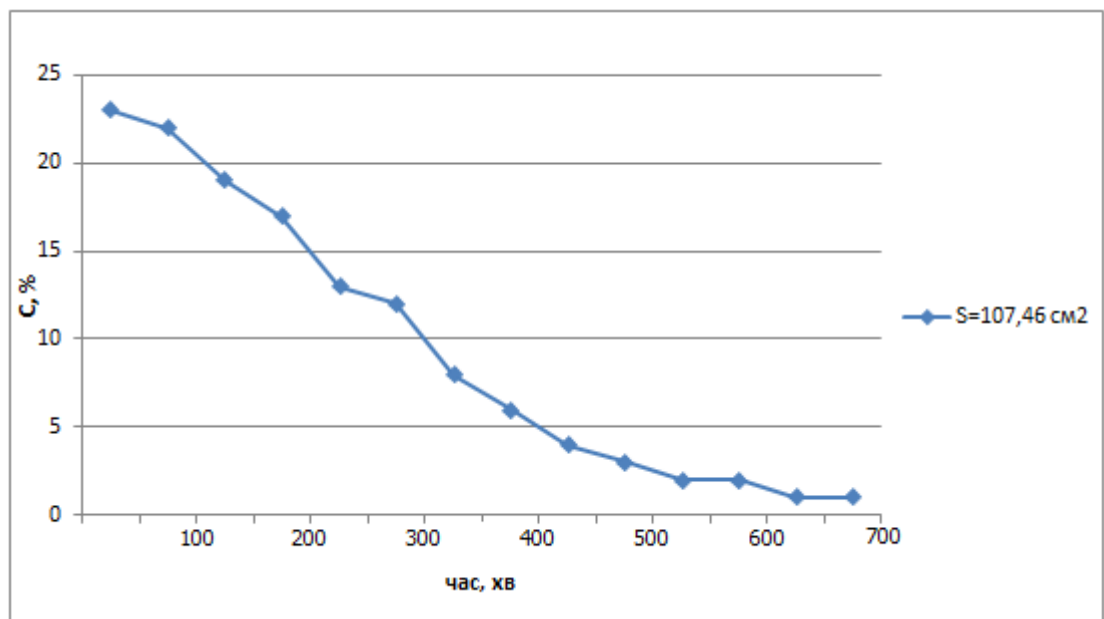


Рис 4.12 – Вплив розмірів дзеркала випаровування на концентрацію розчинів аміаку

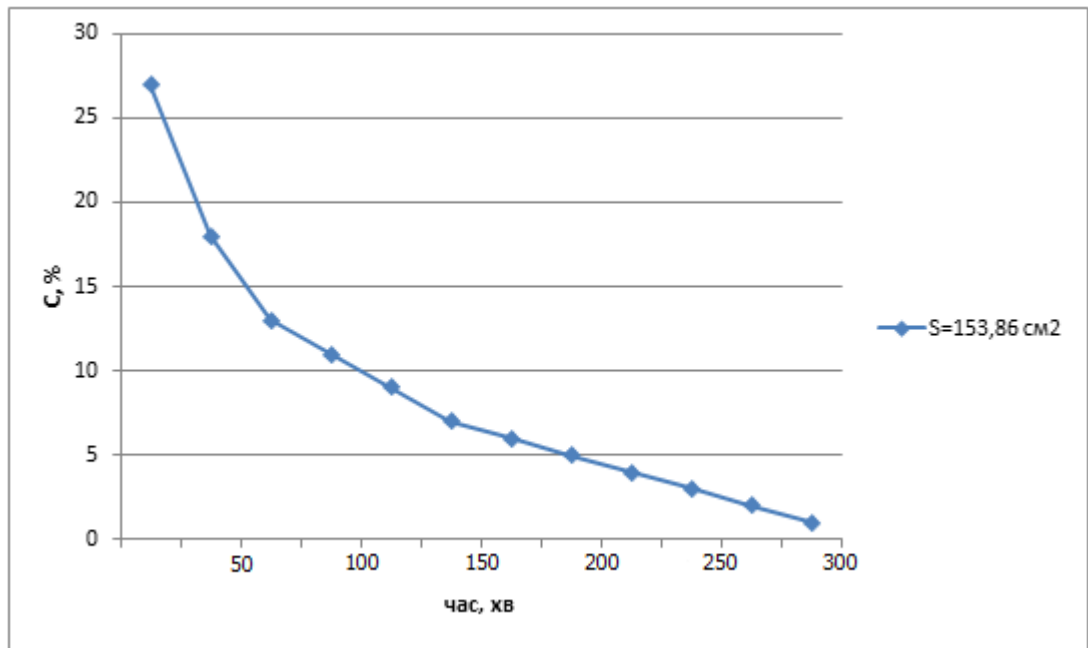


Рис 4.13 – Вплив розмірів дзеркала випаровування на концентрацію розчинів аміаку

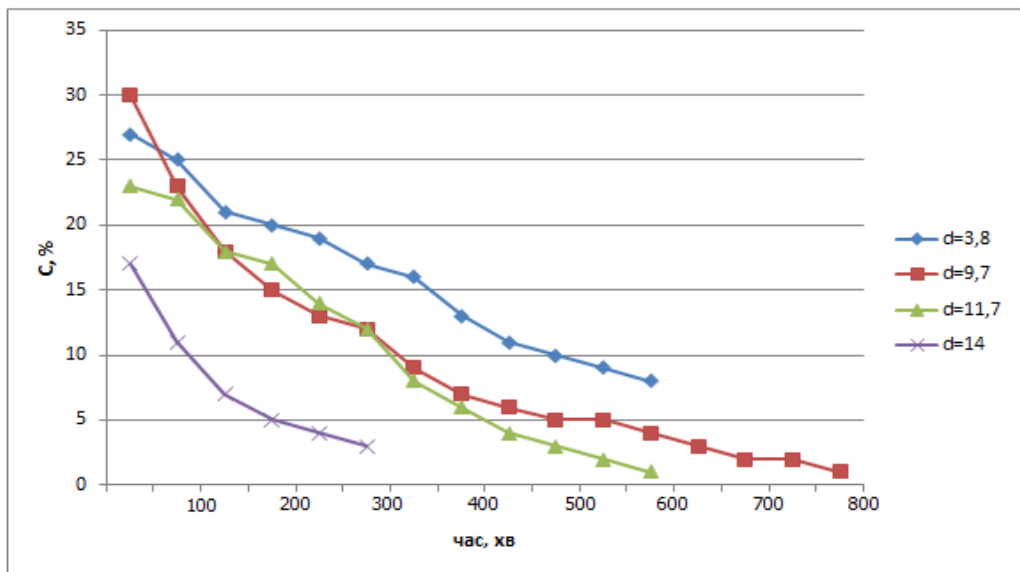


Рис 4.14 – Залежність концентрації від розміру поверхні

Аналіз результатів впливу температури і швидкості вітру на змінення концентрації представлено на рисунках 4.15 – 4.16:

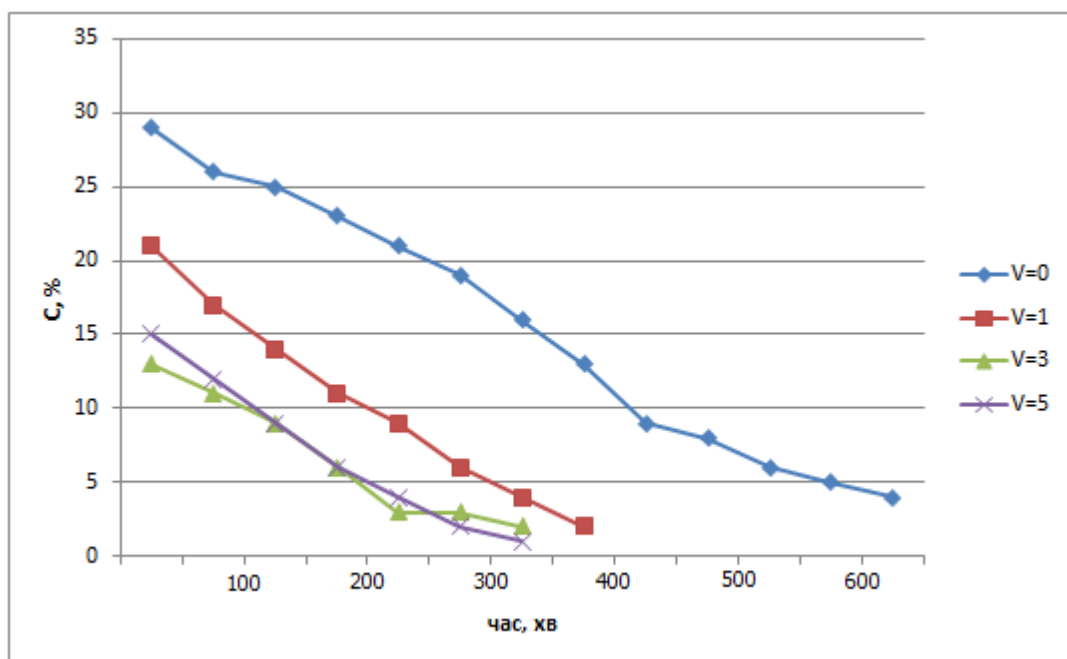


Рис 4.15 – Вплив температури і швидкості вітру на змінення концентрації при $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$

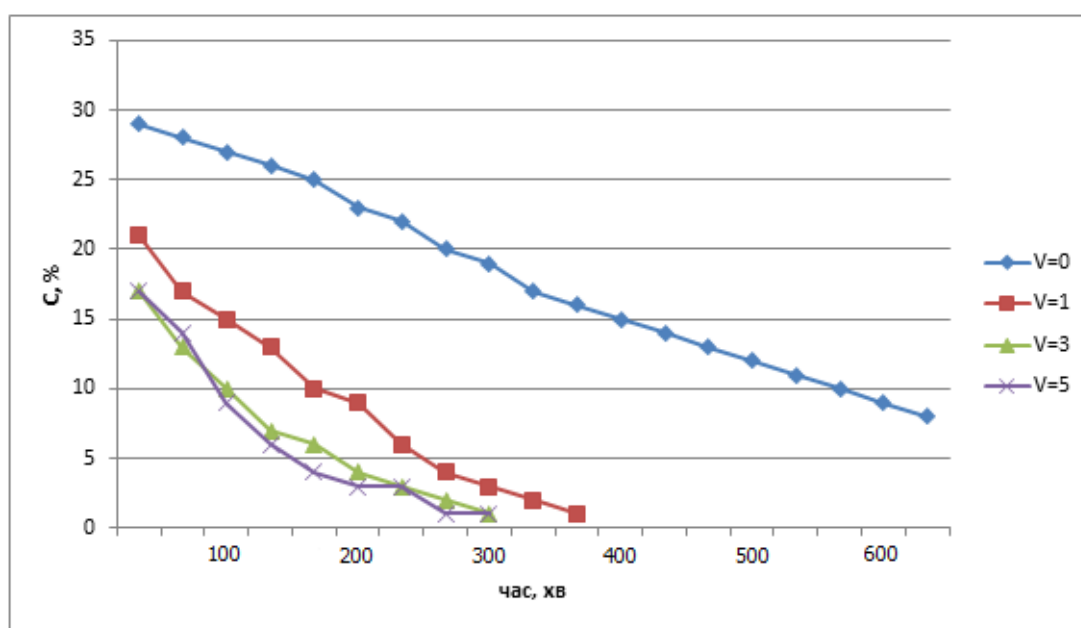


Рис 4.16 – Вплив температури і швидкості вітру на змінення концентрації при $t= -10\text{--} -18\text{ }^{\circ}\text{C}$

З наведених графіків видно, що найбільше випаровування водних розчинів відбувалось при швидкості вітру 5 м/с .

Визначимось з впливом питомої поверхні розливу на швидкість випаровування (змінення концентрації) на рисунках 4.17–4.19:

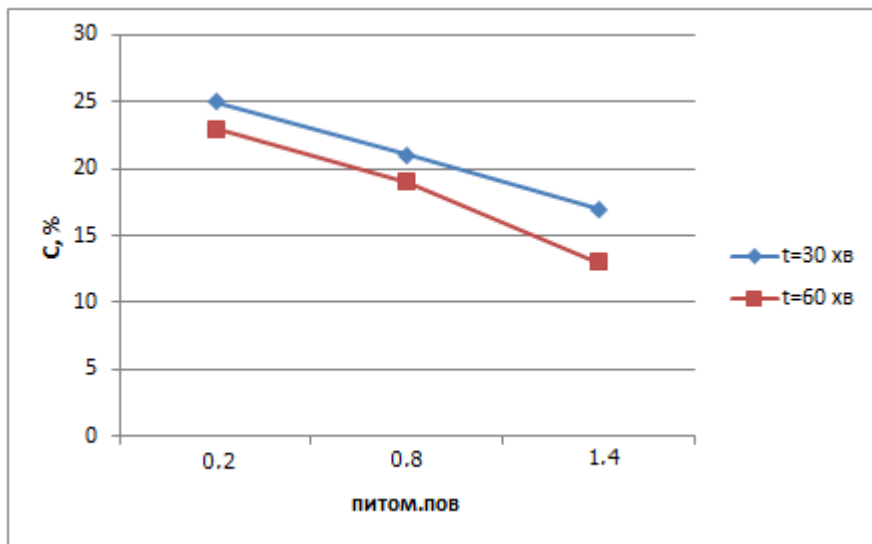


Рис 4.17 – Вплив питомої поверхні розливу на швидкість випаровування

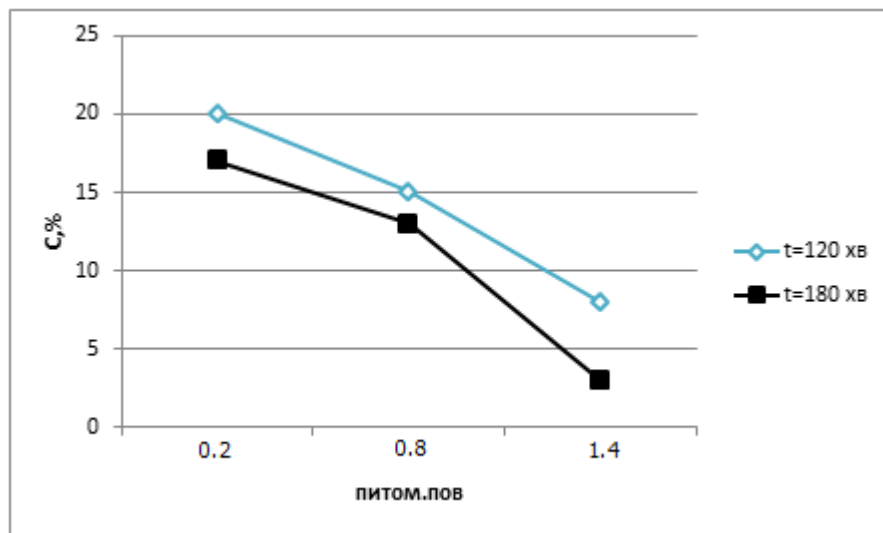


Рис 4.18 – Вплив питомої поверхні розливу на швидкість випаровування

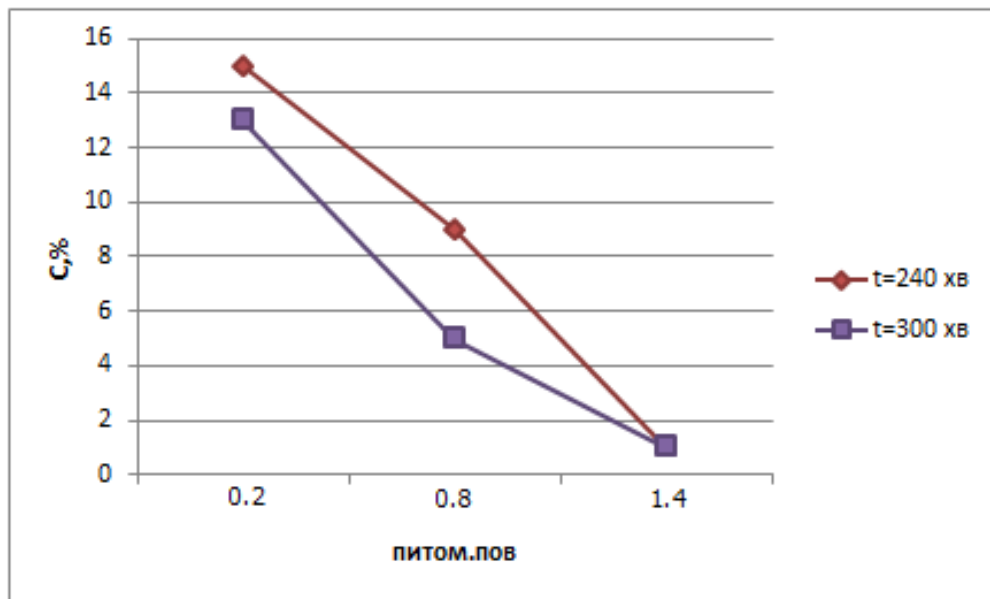


Рис 4.19 – Вплив питомої поверхні розливу на швидкість випаровування

4.3.4 Вплив викиду аміаку на щільність хмари і подальшу атмосферну дисперсію

При атмосферному тиску і температурі кипіння щільність пару аміаку 0.9 кг/м^3 , а повітря при атмосферному тиску і 20°C приблизно 1.2 кг/м^3 .

Однак експериментальні дані і спостереження за викидами аміаку при аваріях свідчать про те, що аміак і повітря можуть іноді утворювати суміші, які щільніші навколишньої атмосфери. Суміш вологого або сухого повітря з газоподібним аміаком (не містить крапель NH_3) завжди менш щільна, ніж навколишнє повітря. Якщо викид аміаку містить краплі рідини, масовий критичний вміст яких становить $F = 4\text{--}8\%$, то суміш сухого повітря з аміаком буде завжди плаваючою. При великому значенні F , суміш що утворюється щільніше повітря тому що, по-перше краплі підвищують щільність, а по-друге, по мірі випаровування крапель суміш охолоджується. Для вологого повітря відповідні значення F становить $16\text{--}20\%$. Взаємодія вологого повітря з аміаком супроводжується виділенням тепла, така суміш тепліша і менш щільна ніж суміш аміаку і сухого повітря.

За результатами розрахунків та досліджень з'ясовано, що при розливах рідкого аміаку найбільш небезпечною є зона радіусом навколо

джерела до декількох сотень метрів. Частка витоку спочатку випаровується при протоці холодного рідкого аміаку приблизно в 100 разів менше, ніж в разі викиду аміаку, що знаходиться під тиском і зазвичай становить близько 0.2 – 0.3% загального розливу.

4.4 Кінетика фільтрації водних розчинів в ґрунт

Вивчення варіантів розливів рідких вантажів на ґрунт.

При розливі одночасно відбувається 2 процесу:

- випаровування
- фільтрація

Рішення завдання кількісної оцінки процесів випаровування і проникності.

На випаровування впливають:

- температура
- поверхня випаровування
- наявність і швидкість вітру

На проникність розчинів аміаку в ґрунт впливають:

- температура
- склад ґрунту
- стан ґрунту

Кількісна оцінка необхідна для:

- оцінки забруднення атмосфери
- оцінки забруднення ґрунту і небезпеки забруднення підземних водоносних горизонтів.
- розрахунку кількості нейтралізатора

Фільтрація як складова у визначенні залишкового обсягу розчину аміаку:

$$V = K \cdot F(\phi) \cdot \tau, \text{ м}^3 \quad (4.8)$$

V – об'єм водного розчину аміаку який профільтрувався через ґрунт за час τ , м^3 .

K – коефіцієнт фільтрації, що залежить від типу ґрунту і розчину, що фільтрується.

τ – час фільтрації, годину.

$F(\phi)$ – функція, що враховує форму розливу.

4.4.1 Вибір типів ґрунту, характерних для території України

Проникність – це властивість ґрунту пропускати рідину (або газ) під дією перепаду тиску і напору.

Фільтрація рідини – рух рідини в пористому середовищі.

Швидкість фільтрації – це витрата рідини яка проходить через одиницю площі поперечного перерізу ґрунту, що включає площу перетину пористого простору і площу перетину скелета ґрунту.

Коефіцієнт фільтрації – це швидкість фільтрації при градієнті напору дорівнює одиниці.

Градієнт напору – це зниження напору води (рідини) віднесена до одиниці довжини шляху фільтрації.

Тверді частинки ґрунту (скелет) складаються з зерен різної величини. Від різних розмірів, форми, стану поверхні і петрографічного складу зерен залежать механічні властивості ґрунтів.

Розрізняють два основних види зерен:

- компактної форми (піщані ґрунти);
- пластинчастої форми (глинисті ґрунти).

4.4.2 Визначення зернових фракцій і їх вплив на властивості ґрунту

В інженерній геології прийняті найменування зерен, представлені в таблиці 4.3:

Таблиця 4.3 – Найменування та розміри зерен ґрунтів

Найменування зерен ґрунтів	Розмір зерен, мм
Камені	>100
Галька, щебінь	100-20
Гравій, хрящ, дресва	20-2
Піщані зерна	2-0,05
Пилуваті частинки	0,05-0,005
Глинисті частинки	0,005-0,00025
Колоїдні частинки	<0,00025

Вплив на фізичні і механічні властивості:

1. Галька, щебінь, гравій, хрящ, дресва мають мінеральний склад материнської природи; знижують зв'язність, пружність ґрунту, збільшують внутрішнє тертя, підвищує водостійкість щодо розмивання, суфозії, вилуговування;

2. Піщані зерна складаються, в основному з одного матеріалу, частіше за все кварца. Наявність у ґрунті піщаних зерен також зменшують зв'язність, стисливість і пружність ґрунту, підвищує внутрішнє тертя в ґрунті, його розмитість, знижує розм'якшення.

3. Глинисті частки (зерна) - частинки вторинних матеріалів, утворених хімічними процесами при вивітрюванні гірських порід. Вторинні мінерали сильно розрізняються між собою взаємодією з водою і водними розчинами. Глинисті зерна мають кристалічну будову, малі розміри і пластинчасту, чешуйчасту або голчасту форму. Такі різновиди форми створюють високу питому поверхню. Зміст в ґрунті глинистих частинок повідомляє йому зв'язність, підвищує стислість, пружність, капілярність, знижує водопроникність, повідомляє ґрунту властивість пластичності і здатність набухати при зволоженні.

4. Пилові частинки займають проміжне місце між глинистими і піщаними.

За мінеральною природою великі пилюваті зерна схожі з піщаними, а дрібні - з глинистими. Найчастіше пилюваті частинки знижують зв'язність, прискорює розм'якшення, підвищує розмитість і сприяє виникненню рухливості в ґрунті при впливі на нього зовнішніх сил.

5. Колоїдні частинки збільшують питому поверхню ґрунту. Вони утворюють навколо пилюватих і глинистих зерен пружні плівки, які поглинають і утримують воду, що підвищують набухання, зчеплення і пластичність ґрунтів.

Зерновий склад неоднорідних ґрунтів представлений на рисунку 4.20:

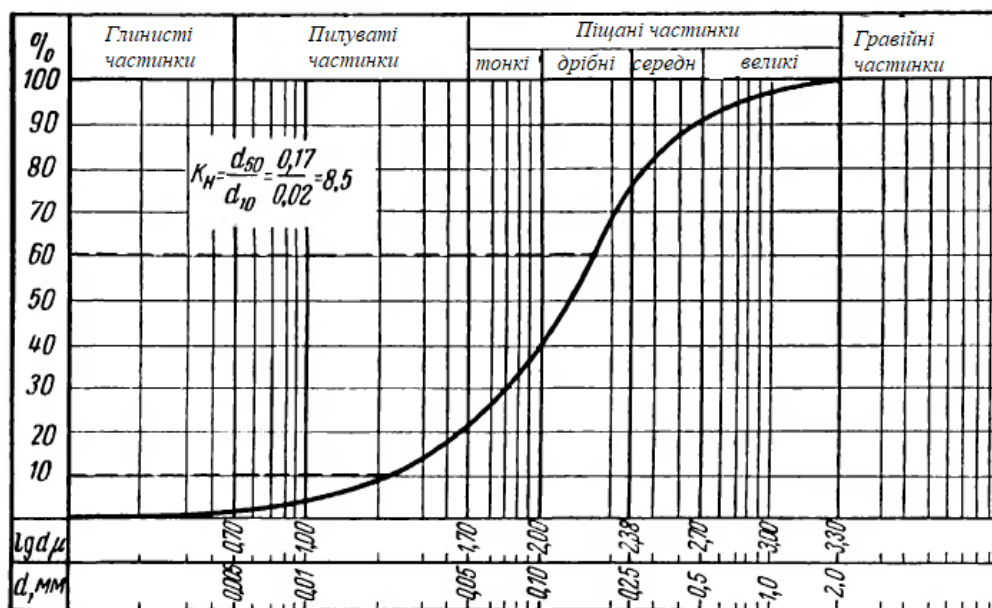


Рис 4.20 – Графік неоднорідності ґрунту з кривою зернового складу

Вісь абсцис – діаметр зерен

Вісь ординат – зміст кожної фракції в процентах від загальної ваги (від найдрібнішої до великої).

Ця крива носить назву "крива зернового складу".

Ефективний діаметр дорівнює діаметру тієї фракції, зміст якої разом з усіма більш дрібними фракціями становить 10% (d_{10}) від загальної ваги.

Коефіцієнт неоднорідності є ставлення ординати, що відповідає 60% діаметру (d_{60}) до ординати ефективного діаметру, тобто:

$$K = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (4.9)$$

Чим вище K , тим зерновий склад більш неоднорідний. Змінюється K від 1,0 (пісок) до 200 (глина).

Заслугою вітчизняної механіки ґрунтів являється утворення науково обґрунтованої класифікації ґрунтів, прийнятої в будівельних нормах і правилах.

Згідно ДБНУ, ґрунти, що використовуються в якості основи будівель та споруд, поділяються на наступні види:

Глинисті – зв'язні ґрунти, для яких число пластичності більше одиниці;

Піщані – сипучі у сухому стані ґрунти, що не володіють властивостями пластичності менше одиниці, які містять менше 50% за вагою частинок більше 2 мм;

Великоуламкові – незцементовані ґрунти, що містять більше 50% за вагою уламків кристалічних або осадових порід з розміром більше 2 мм;

Скальні – вивержені, метаморфічні і осадові породи з жорстким зв'язком між зернами (зпаяні і зцементовані), що залягають у вигляді суцільного масиву.

За результатами проведених досліджень (див. додаток А) визначено наступні залежності (див. рис.4.21, 4.22):

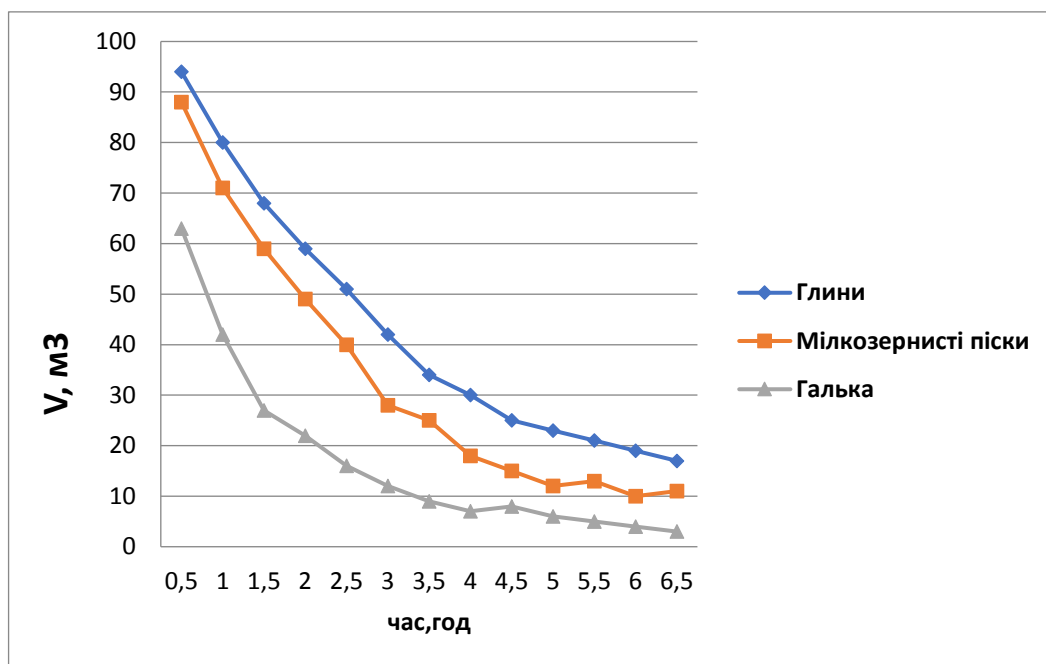


Рис 4.21 – Кінетика фільтрації водних розчинів у ґрунт

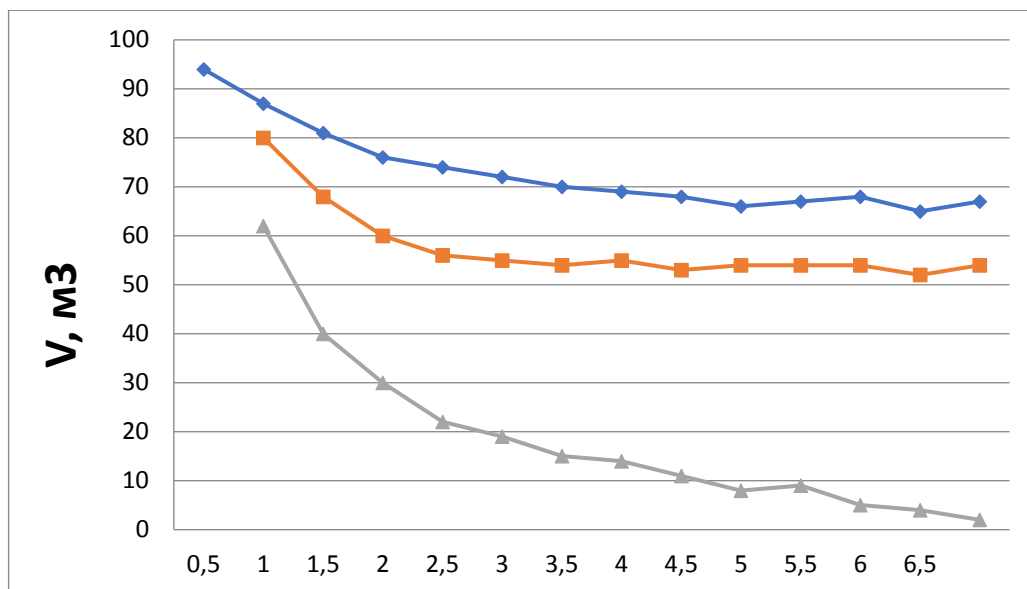


Рис 4.22 – Результат розрахунку емісії токсикантів у атмосферу і ґрунт

Велику роль відіграє характер огорожі простору, здатного вмістити рідину, що пролилася, оскільки таким чином можна істотно зменшити загальну поверхню розливу.

4.5 Шляхи зниження небезпеки розливу рідкого аміаку

Для ліквідації розливу рідкого аміаку і зменшення небезпеки застосовують такі способи:

- прискорене випаровування спрямованого струменя повітря;
- розчинення у воді
- створення водяних завіс
- застосування пін.

Швидкість випаровування сильно залежить від розміру розливу.

Зі зменшенням розміру розливу швидкість випаровування збільшується за рахунок додаткового підведення тепла через стінки огорожі.

Підвищення температури виходячого з сопла повітря незначно збільшує швидкість випаровування рідкого аміаку з басейнів площі внаслідок швидкого зниження температури вздовж осі струменя. При підвищенні швидкості повітря, що подається, швидкість випаровування рідкого аміаку збільшується, особливо для басейнів малого розміру.

При невеликих розливах рідкого аміаку (десятки, сотні кілограм) значну частину його можна розчинити у воді. Однак при цьому необхідно, щоб якомога менше пролитого аміаку випарувалося в навколишній простір. Для цього слід швидко розбавити розлив водою.

Для знешкодження газових хмар аміаку їх розбавляють повітрям до безпечних концентрацій за допомогою водних завіс, створюваних стаціонарними або пересувними джерелами. При цьому необхідно, щоб усередині газової хмари не знаходились люди і всі роботи проводилися з невітряного боку по відношенню до газової хмари.

Висновки

З даних залежностей видно, що навіть при низьких температурах помітно як впливає швидкість вітру на інтенсивність випаровування аміаку з розчинів.

Виходячи з аналізу перерахованих вище даних можна зробити висновок про вплив на кінетику випаровування вантажу наступних факторів:

- тиск пари (парціального тиску) речовини, що випаровується при певній температурі;
- температура рідини, що випаровується
- швидкість руху повітря в приземній зоні і його характер

При випаровуванні низькокиплячої рідини відбувається її самоохолодження до температури кипіння, а тиск пари наближається до атмосферного.

Проведено розрахунки для рідкого аміаку.

Ця величина значно (майже на порядок) більше швидкості випаровування з цистерни, що пов'язано зі значно більшою поверхнею випаровування і істотним впливом метеоумов.

Для дослідження факторів, які впливають на кінетику зміни концентрації аміачного розчину у розливі нами проведено ряд лабораторних експериментів. У якості керівних критеріїв було взято вже згадані температура навколишнього середовища, швидкість вітру над поверхнею розливу та площа поверхні випаровування токсиканта. Відповідні дані наведені на рисунках 4.23 – 4.25.

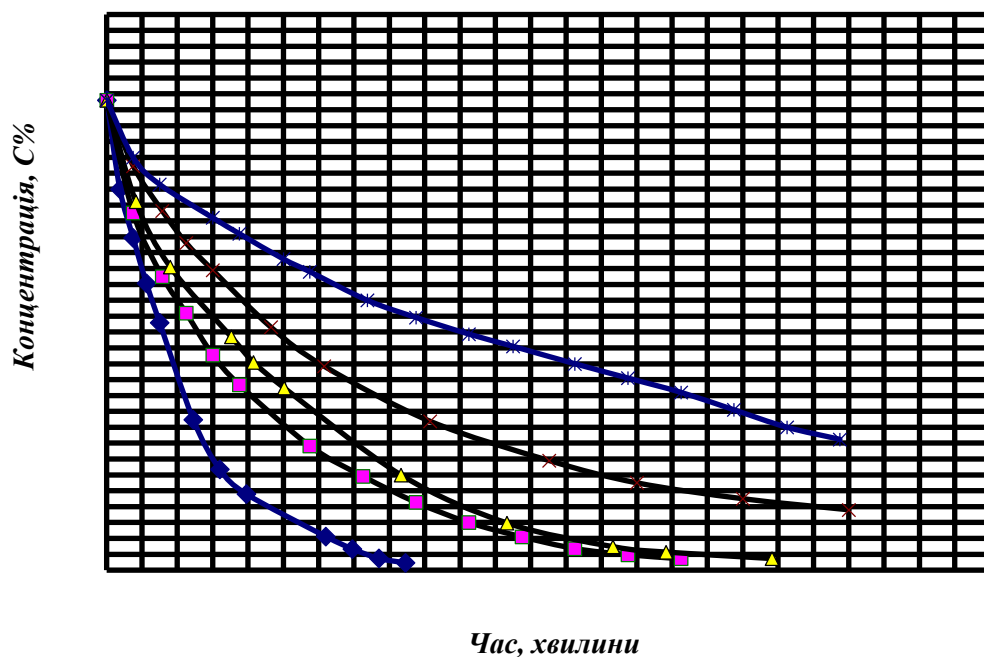


Рис 4.23 – Залежність кінетики видалення аміаку від температури
(швидкість вітру 0м/с, $S=75\text{см}^2$):
-♦- $t=40\pm 2^\circ\text{C}$; -■- $t=25\pm 2^\circ\text{C}$; -▲- $t=20\pm 2^\circ\text{C}$; -×- $t=40\pm 2^\circ\text{C}$; -ж- $t=40\pm 2^\circ\text{C}$

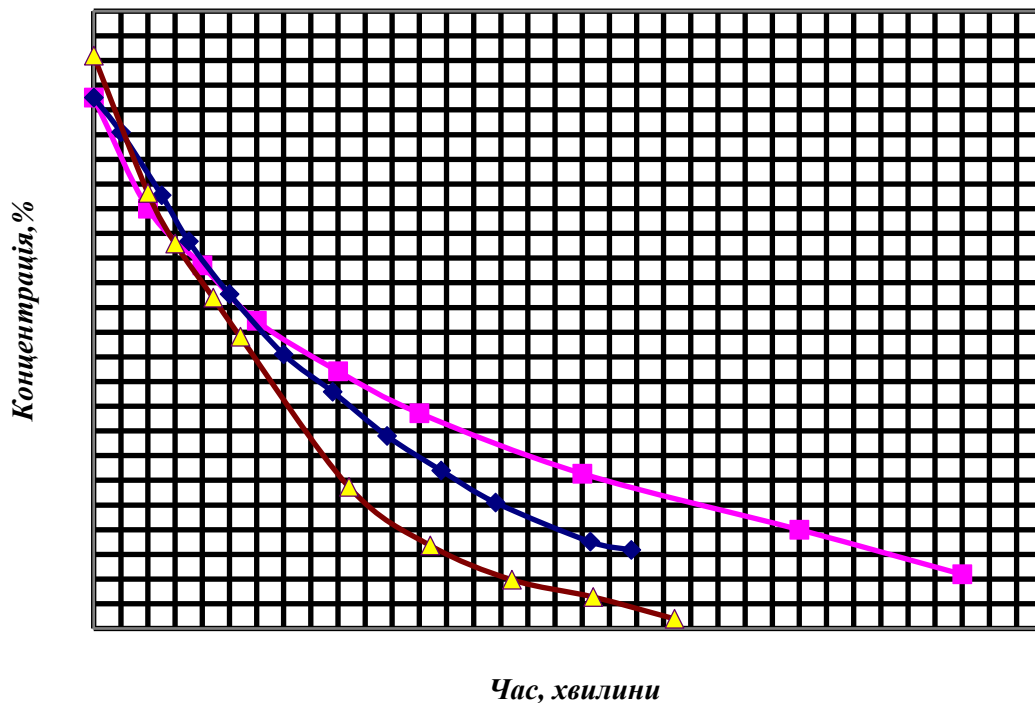
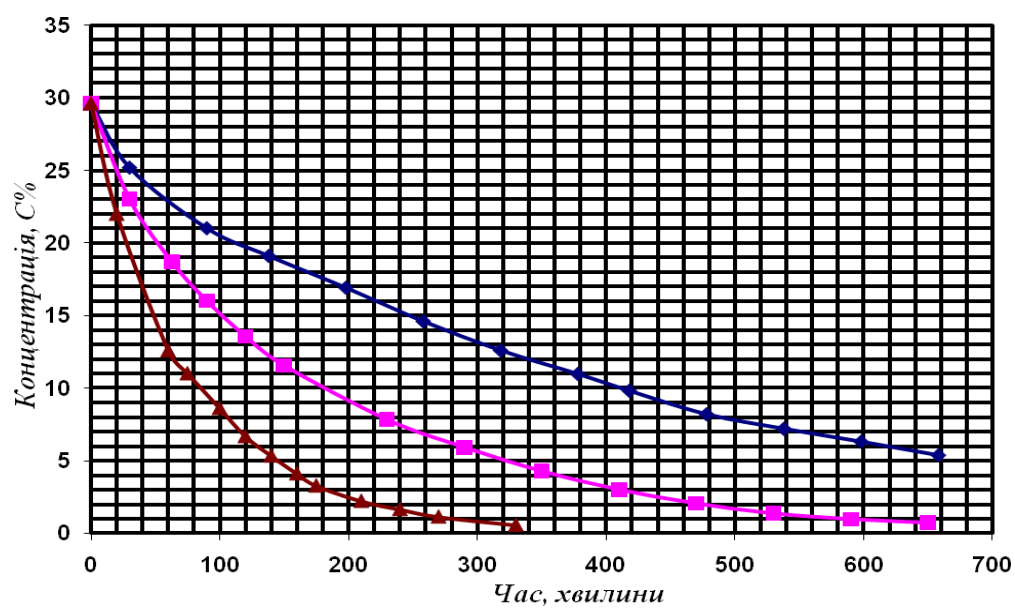


Рис 4.24 – Залежність кінетики видалення аміаку від температури
(швидкість вітру 5м/с, $S=75\text{см}^2$):
-♦- $t=17\pm 2^\circ\text{C}$; -■- $t=0\pm 2^\circ\text{C}$; -▲- $t=20\pm 2^\circ\text{C}$



Рис

4.25 – Зміна концентрації аміаку при випаровуванні при різній питомій площі дзеркала:

-♦- $11 \text{ cm}^2/\text{мл}$; -■- $0,74 \text{ cm}^2/\text{мл}$; -▲- $1,54 \text{ cm}^2/\text{мл}$

4.6

4.6 Основні положення технології ліквідації наслідків транспортних аварій з аміаком

Найбільш простим і ефективним засобом первинного зв'язування аміаку є його обробка водою, при цьому різко знижується його пружність пари і ступінь ураження атмосфери.

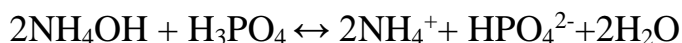
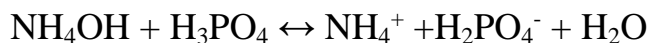
Взаємодія аміаку з водою протікає шляхом координації його і атому водню з подальшим частковим відокремленням іонів гідроксиду:



Подальше, тобто вторинне зв'язування можна проводити кислотами, при цьому утворюються сполуки, тиск пари над якими вже не враховується.

Найбільш раціональним є використання ортофосфорної кислоти, яка є порівняно слабкою, нелетучою і утворює з аміаком сполуки, які використовують як мінеральні добрива.

З точки зору повноти зв'язування аміаку, достатнього зниження тиску його пари і можливого використання продуктів нейтралізації на навколишнє середовище, процес слід проводити з утворенням дигідрофосфата і частково гідрофосфата.



Обробка розлитого аміаку водою і кислотою істотно знижує ймовірність забруднення атмосфери, підвищує ризик потрапляння водного розчину аміаку і продуктів нейтралізації в поверхневі водойми і підземні водоносні горизонти.

З цієї причини ці стадії не тривалі, при цьому можливе поєднання цих стадій при наявності газових водних розчинів кислот, а також проведення другої стадії поза природних об'єктів, тобто після збору водного розчину аміаку при наявності резервних ємностей для цих цілей.

Третьою стадією технології є збір рідких продуктів нейтралізації з поверхні перекачування їх у спеціальні ємності, в яких після аналізу сумішей

проводиться наближення їх складу до складу товарних продуктів. В подальшому розчини переливаються в накопичувані ємності і транспортуються до місця їх споживання.

Решта на поверхні ґрунту і частково проникли в ґрунт продукти нейтралізації розбавляються водою до безпечних концентрацій. Контроль за їх вмістом в ґрунті відбувається шляхом взяття проб ґрунту на різних глибинах і проведення аналізів на вміст азоту і фосфору.

Під час розгортання техніки для ліквідації наслідків аварії і виконання перших процедур по ліквідації триває випаровування аміаку в атмосферу.

З метою зниження кількості аміаку, що потрапив в атмосферу, також для захисту (в додаток до засобів індивідуального захисту) рекомендується використання повітрязбірників і вентиляторів, які направляють повітряно аміачні суміші в скруббер – нейтралізатор, змивається розчином ортофосфорної кислоти. Розчин, що утворився приєднують до продуктів нейтралізації рідких розливів, а очищене повітря повертається в атмосферу.

Як показує досвід вивчення аварій з аміаком або його розчинами, досить часто виникають ситуації, коли цистерни пошкоджуються при сходженні потяга або автомобіля лише частково і в них залишається після аварії значна частина продукту. В цьому випадку рекомендують подачу в цистерну стисненого повітря і перекачування залишків аміаку в неушкоджену цистерну (в разі її наявності).

Можливо стиснене повітря подавати під шар аміаку, інтенсифікуючи його випаровування і подавати повітряно – аміачну газову суміш в реактор – нейтралізатор.

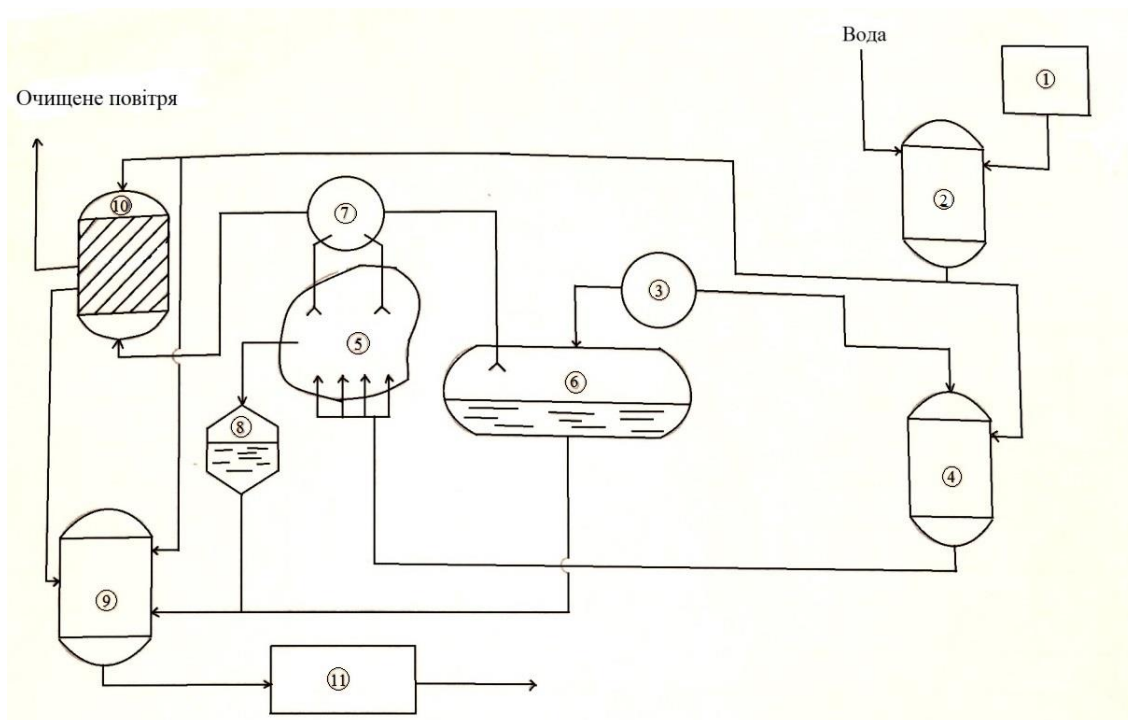


Рис 4.26 – Принципова схема ліквідації аварії з аміаком.

- 1- ємність для зберігання нейтралізуючого компонента (ортофосфорної кислоти)
- 2- реактор змішувач
- 3- компресор
- 4- напірний резервуар
- 5- зона розливу
- 6- пошкоджена цистерна із залишками аміаку
- 7- вентилятор
- 8- фільтр
- 9- реактор – нейтралізатор
- 10- скрубер
- 11- бак – накопичувач продуктів нейтралізації.

Послідовність нейтралізації

Ортофосфорна кислота надходить в реактор – змішувач, куди подається також вода для приготування 50% розчину.

У разі великих масштабів аварій і необхідності витрати значних кількостей нейтралізуючого реагенту подачі кислоти може проводитися

безпосередньо з залізничної цистерни, призначеної для її перевезення. Отриманий розчин надходить в герметичний напірний резервуар звідки під тиском подається в зону розливу.

Після виконання нейтралізації отриманий розчин відокремлюють від зважених часток на фільтрі і направляють в реактор – нейтралізатор, в якому проводиться остаточна нейтралізація і доведення співвідношення елементів до близького в поверхні продукту. В цей же реактор подається залишок рідкого аміаку з пошкодженої цистерни в разі відсутності можливості його збереження.

Забруднене повітря над зоною розливу, а так само повітря з пошкодженої цистерни з допомогою вентилятора подаються в скруббер, зрошувану розчином фосфорної кислоти.

Очищене повітря повертається в атмосферу, рідка фаза надходить в реактор – нейтралізатор.

Таким чином всі продукти нейтралізації об'єднуються в реакторі – нейтралізаторі і накопичується в баку – накопичувачі (тобто цистерні).

ВИСНОВОК

У данній роботі розглянуто перевезення небезпечних вантажів за допомогою залізничного та автотранспорту. Було вивчено фізико-хімічні властивості нітрогеновміщуючих речовин, зокрема азоту, аміаку, аміачної води та карбамідно-аміачної суміші. Досліджено гігієнічне нормування даних речовин в навколишньому середовищі та проаналізовано небезпечний вплив на людину.

Проаналізовано особливості перевезення небезпечних вантажів на залізниці та автотранспортом, особливо в залежності від їх класу небезпеки. Згідно з правил перевезення небезпечних вантажів розглянуто маркування вантажних одиниць. Вивчено умови зберігання та досліджено транспортні одиниці для перевезення. Досліджено причини аварій та аварійних ситуацій, а також розглянуто дії при ліквідації наслідків аварій на транспорті та підприємствах.

Надано рекомендації щодо умов проведення процесу нейтралізації аміачного розливу. Визначено перелік необхідного обладнання: насоси, фільтри, ємності для приготування та зберігання розчину H_3PO_4 , камери реакції (чи пусті цистерни).

Розраховано зміну концентрацій аміаку та його розчинів при впливі на них різних факторів, таких як: температура, швидкість вітру, площа розливу, швидкість фільтрації в залежності від типу ґрунту. Завдяки цим розрахункам можливо визначити наскільки значним буде вплив на навколишнє природне середовище.

Внаслідок реалізації даної схеми нейтралізації аміачних розливів отримуємо продукт, що можна використовувати в сільському господарстві у якості добрив, як у рідкому стані так і у твердому. Отриманий твердий продукт підсушують до сипкого стану при низьких температурах, так як при підвищенні температури буде видалятися газоподібний аміак, або отриману фракцію перед використання потрібно попередньо зневоднити механічним способом.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Справочник азотчика. 2-е изд. перераб. / Под ред. Е. Я. Мельникова. – М.: Химия, 1987. – 464 с.
2. Хенрици-Оливэ, Г. Проблемы фиксации азота. Неорганическая и физическая химия. Биохимия / Г. Хенрици-Оливэ, С. Оливэ, А. Е. Шилов ; [и др.] ; пер. с англ.: Л. А. Никонова, Л. А. Сырцова ; под ред.: А. Е. Шилов, Г. И. Лихтенштейн. – М.: Мир, 1982 . – 734 с.
3. Волынец В.Ф., Волынец М.П. (1977). Аналитическая химия азота. Москва: Наука.
4. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементоорганические соединения. Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и докт. биол. наук проф. И. Д. Гадаскиной. Л., «Химия», 1977.
5. Янковский, Н.А. (2001). Аммиак. Вопросы технологии. Донецк: ГИК Новая печать, ООО Лебедь.
6. Химическая энциклопедия: в пяти томах: т.1: А-Дарзана/Редкол.: Кнунянц И.Л. (гл. ред.) и др. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 623.: ил.
7. Эндрюс Ю.Б. Применение органических и минеральных удобрений (на разных почвах и под разные культуры). Перевод с английского Т.Л. Чебановой Под редакцией и предисловием академика ВАСХНИЛ проф. Н.С. Соколова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1959 г. – 402с.
8. Тупикин, Е. И. Химия. В 2 ч. Часть 1. Общая и неорганическая химия : учебник для среднего профессионального образования / Е. И. Тупикин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 385 с.
9. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия / Под редакцией Б.А. Ягодина.– М.: Колос, 2002.– 584 с.: ил (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

10. <http://agropost.ru>
11. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основы охраны труда. Учебник. – 2-е изд., доп. – Львов: Афиша, 2000. – 351 с.
12. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. СанПіН 4630-88.
13. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксиантов – М.: Химия. 1996. 319 с: ил.
14. АЗОТ // Фармацевтична енциклопедія.
15. Інформаційний бюлетень OstChem Advanced Chemical Solutions.
16. Вильдфлуш И.Р., Кукреш С.П., Ионас В.А. Агрохимия: Учебник – 2-е изд., доп. И перераб. – Мн.: Ураджай, 2001 – 488 с., ил.
17. Мязин Н.Г. Система удобрения: учебное пособие. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009.- 350 с.
18. <https://sudact.ru>
19. Правила перевезення небезпечних вантажів (зі змінами). – К.: Основа, 2012. – 548 с.
20. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» 18.01.2001 р. Із змінами, внесеними згідно із Законами №762-IV (762-15) від 15.05.2003, ВВР, 2003, №30, ст.247 № 2562-VI (2562-17) від 23.09.2010, ВВР, 2011, №6, ст.47 №5459-VI (5459- 17) від 16.10.2012, ВВР, 2013, №48, ст.682 №1193-VII (1193-18) від 09.04.2014, ВВР, 2014, №23, ст.873.
21. Посібник для курсу спеціального навчання з питань перевезень небезпечних вантажів на залізничному транспорті [Електронний ресурс] Ч. 3 Навчання заходам безпеки / Ю. В. Зеленько, В. Г. Лоза, А. Л. Лещинська, Л. Д. Тарасова. – Електрон. текстові дан.. – : , 2015. – 91с. : – (ДІІТ. Каф. Хімія та інженерна екологія).
22. Безопасность резервуаров и трубопроводов / В.А. Котляревский, А.А. Шаталов, Х.М. Ханухов. М., Изд-во «Экономика и информатика», 2000 г. – 555 с.

23. <https://ecoportal.su>
24. <https://glavred.info>
25. Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №2 (47) 2010.
26. Андреев В, А., Савастинкевич В.М. Гражданская оборона химического предприятия. Учебное пособие, РХТУ, 1998г.
27. Андреев В.А., Савастинкевич В.М. Защита рабочих и служащих химического предприятия Учебное пособие, РХТУ, 1999г.
28. Харитонов В. П. Пособие для машинистов холодильных установок. – М.: Пищевая промышленность, 1997, 343 с.: ил.
29. Закон України «Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів» від 26 липня 2004 року №822.
30. https://xn--80aaahpr6aegphgefgd9d.xn--p1ai/uslugi_gruzoperevozok/
31. <http://urozhai.ua/>
32. Перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом: підручник / М. І. Данько, С. В. Панченко, А. О. Каграманян та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 428 с.
33. <https://dioksid.ru>
34. Разделение воздуха методом глубокого охлаждения. Технология и оборудование. В двух томах. Под редакцией д-ров техн. наук, проф-ров Епифановой В. И. и Аксельрода Л. С. Т. 2. Промышленные установки, машинное и вспомогательное оборудование. Изд. 2-е, переработаное и дополненное. М., «Машиностроение», 1973, 568 с.
35. Ведерников М. И. Техника безопасности при производстве, хранении и транспортировке аммиака. М., «Химия», 1977, 128 с.
36. Андреев Ф. А., Каргин С. И., Козлов Л. И., Приставко В. Ф. технология связанного азота. Изд. 2-е, пер. М., «Химия». 1974, 464 с.
37. Закон України «Правил безпечної експлуатації наземних складів синтетичного рідкого аміаку».

38. Берлинер Ю. И., Балашов Ю. А. технология химического и нефтяного аппаратостроения. М., «Машиностроение», 1976, 256 с.
39. Бесчастнов М. В., Соколов В. М., Кац М. И. Аварии в химических производствах и меры их предупреждения. М., «Химия», 1976, 368 с.
40. Салтанова В. П., Торочешников Н. С. Технология связанного азота: Учеб. пособие для средних проф.-техн. учеб. заведений. – М.: Высш. Школа, 1981, 205с.
41. Клевке В. А., Поляков Н. Н., Арсеньева Л.З. Технология азотных удобрений, М., Госхимиздат, 1963, 392 с.
42. Позин М. Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), ч 1, изд. 4-е, испр. Л., Изд-во «Химия», 1974, 768 с.
43. <https://howtostore.ru/ammonia/>