

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**  
**ПОВОДЖЕННЯ З**  
**ВІДПРАЦЬОВАНИМ РАКЕТНИМ**  
**ПАЛИВОМ**

# На сучасному етапі розвитку України її екологічна безпека стає рівноцінною за своїм значенням національній безпеці.

Особливе побоювання викликають токсичні компоненти - окиснювачі, які використовують у ракетах, що працюють на рідкому паливі. До складу азотнокислих окиснювачів - меланжів - входять нітратна кислота та нітроген (IV) оксид (діоксид азоту) у вигляді його димеру  $N_2O_4$  – тетраоксиду динітрогену, що належать до II класу небезпеки. При надходженні в навколишнє середовище меланж активно випаровується, що супроводжується виділенням бурого газу  $NO_2$ , здатного переноситися вітром на великі відстані.

# Вміст компонентів для меланжу типів:

Назва компонента	Вміст компонентів для меланжу типів:	
	АК-20I	АК-27I
Нітратна кислота ( $\text{HNO}_3$ )	не менше 72,90 %	не менше 69,80 %
Тetraоксид динітрогену ( $\text{N}_2\text{O}_4$ )	17,50-22,50 %	24,00-28,00 %
Інгібітор корозії (Йод/ $\text{I}_2$ )	0,15-0,25 %	0,12-0,16 %
Сіль алюмінію ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	до 0,04 %	до 0,03 %
Вода ( $\text{H}_2\text{O}$ )	3,30-4,30 %	до 1,70 %

На цей час меланж зберігається на території військових частин України в сталевих та алюмінієвих ємностях. Зважаючи на закінчення терміну придатності азотнокислого окиснювача, до його складу можливе потрапляння продуктів корозії цих ємностей внаслідок високої реакційної здатності окиснювача.

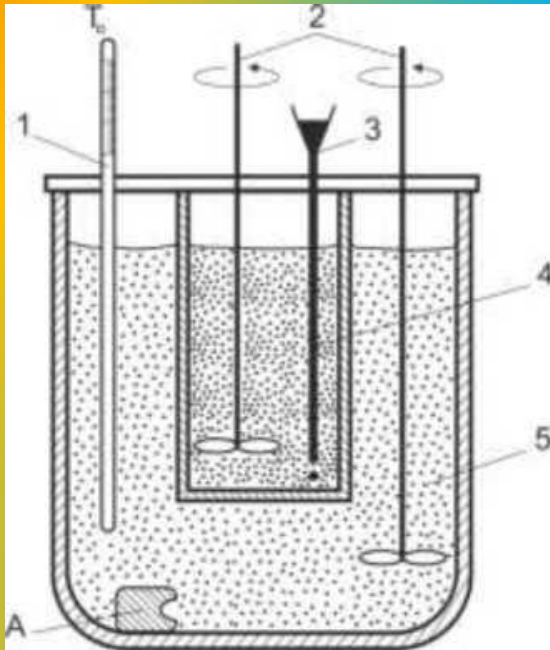
# Основні бази зберігання меланжу на території України розміщені в смт. Шевченкове Харківської області та Любашівці – Одеська область

Основні бази зберігання меланжу на території України розміщені в смт. Шевченкове Харківської області та Любашівці – Одеська область [3]. За час виконання програми меланж був вивезений із 4 баз Івано-Франківської, Львівської, Київської та Вінницької областей. При надходженні в навколишнє середовище меланж активно випаровується, що супроводжується виділенням  $\text{HNO}_3$  та бурого газу  $\text{NO}_2$ , який утворюється при розкладанні димеру  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Кислота при випаровуванні утворює червонувато-коричневі пари з їдким запахом. Вона не горюча, але реагує з водою або водяною парою, що призводить до виділення тепла. При контакті концентрованої нітратної кислоти з горючими матеріалами підвищується небезпека пожежі та вибуху [2].

Тетраоксид динітрогену  $N_2O_4$  являє собою нестабільний червонувато-коричневий газ, який сам по собі не займається, але, як сильний окиснювач, підтримує горіння. Він може запалювати горючі матеріали (деревину, папір, масло, одяг та ін.). Внаслідок цього контейнери здатні вибухати при нагріванні, а потім "злітати". При надходженні в навколишнє середовище  $N_2O_4$  перетворюється в  $NO_2$ , що переноситься вітром на великі відстані. При контакті з водою  $NO_2$  утворює нітратну кислоту і частково  $NO$ , при цьому виділяється велика кількість тепла [2].

Перспективним напрямком утилізації окиснювачів з екологічної точки зору є спосіб перетворення їх в азотну кислоту та азотні добрива з використанням водних розчинів карбаміду.

# Схема експериментальної установки для дослідження процесу абсорбції оксидів нітрогену водними розчинами карбаміду

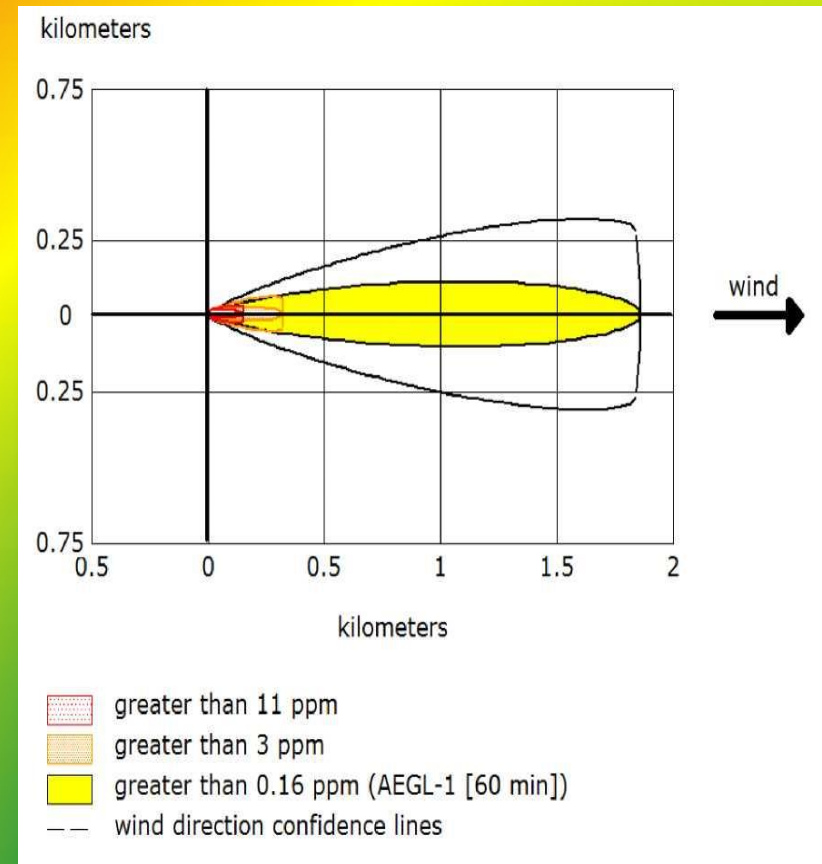
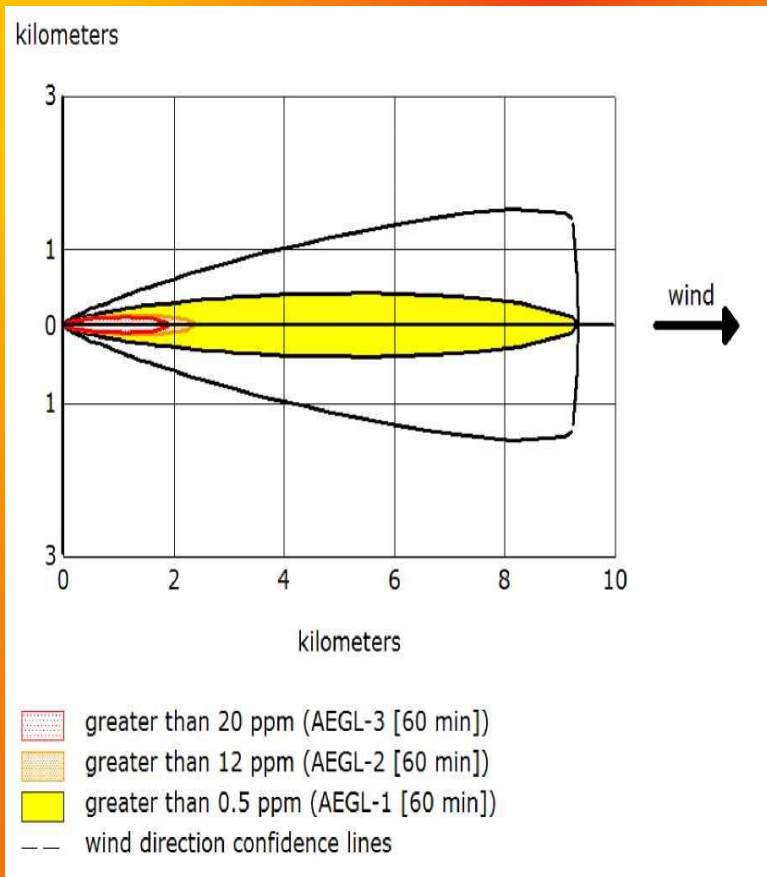


- Процес відбувався в термостатованому апараті з мішалкою в періодичному режимі з використанням експериментальної установки (рис. 2.1). Остання складається із термостата зі скляним циліндричним реактором, в який заливали модельний розчин (водний розчин карбаміду різної концентрації) і додавали мірною піпеткою (3) з дозатором певний об'єм окиснювача.



Спосіб виробництва полягає у процесі взаємодії окиснювача (меланжу) з розчином карбаміду та подальшій нейтралізації отриманої нітратної кислоти аміачною водою з одночасним уведенням карбаміду. Особливістю процесу є запобігання забрудненню повітря оксидами азоту під час перероблення окиснювачів. Технологія передбачає можливість коригування складу добрива до планованого карбамідом та аміачною водою.

# Забруднення від діоксиду нітрогену при розливі меланжу



Забруднення від нітратної  
кислоти при розливі меланжу

# Висновки

- У результаті аналізу літературних джерел охарактеризовані токсичні властивості компонентів азотнокислого окиснювача (меланжу), що становлять серйозну екологічну небезпеку для навколишнього середовища та негативно впливають на здоров'я людини. Визначено основні напрямки існуючих технологій утилізації токсичних речовин, що містять окиснювач ракетного палива. Показано, що одним із перспективних є спосіб утилізації меланжу з метою отримання цінних продуктів, таких, як азотна кислота та азотні добрива.
- Визначені механізм процесу взаємодії в системі «окиснювач - розчин карбаміду» та умови ефективного вилучення токсичного  $N_2O_4$  з азотнокислих окиснювачів. Доведено, що в системі проходять паралельно дві реакції: одна - з утворенням продукту реакції (нітратної кислоти), друга - з утворенням суміші нетоксичних газів ( $N_2$  і  $CO_2$ ). Отримані значення енергії активації (100,1 кДж/моль) свідчать про те, що цей процес проходить досить активно вже за кімнатних температур. Показано, що оптимальними режимними параметрами є температура не вище 298 К, вміст карбаміду в розчині на рівні 5-6 %, та внутрішньооб'ємний спосіб уведення окиснювача в реактор.
- Удосконалено методику інженерного розрахунку реактора, що дозволяє проводити розрахунки його конструктивно-технологічних параметрів. Універсальність алгоритму розрахунку дозволяє отримати оптимальні технологічні параметри проведення процесу окиснення і розміри апарата для досягнення максимального виходу продукту реакції.
- Розроблено апаратурно-технологічну схему процесу екологічно безпечної технології утилізації компонентів азотнокислого окиснювача шляхом перероблення його на мінеральне азотне добриво. Проведено дослідно-промислові випробування технології перероблення токсичних компонентів окиснювача на мінеральне добриво «Добриво азотне рідке (КАС)».

• ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!