

Ю. Н. Убайдуллаєв¹
Ю. В. Ольшевський¹

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ГОРЮЧИХ І ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН У СПЕЦІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТАХ ТА ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУДАХ

¹Національний університет оборони України ім. Івана Черняховського

Анотація

Результати даної роботи дають можливість розробити рекомендації щодо підвищення захисту особового складу, озброєння та військової техніки, удосконалення конструктивних рішень та застосування нових тріщиностійких матеріалів у спеціальних об'єктах та фортифікаційних спорудах

Ключові слова: особовий склад; стійкість захисту; суббоєприпас; фортифікаційна споруда

Abstract

The results of this study provide an opportunity to develop recommendations to improve the protection of personnel, weapons and equipment, improvement of design solutions and the application of new materials in trischinostiykyh specific targets and fortifications

Keywords: personnel; resistance protection; subboeyeprypas; fortifications

Рішення проблеми захисту особового складу, озброєння та військової техніки варто шукати в комплексних заходах, серед яких вкрай важливе місце належить фортифікації, що забезпечує надійний захист від сучасних звичайних засобів ураження. Варто зазначити, що і сьогодні захист військ не тільки і не стільки від ядерної зброї, але, насамперед, від дії сучасних високоточних суббоєприпасів, потребує удосконалення існуючих, розробку нових видів фортифікаційних споруд та конструкцій.

При недостатній стійкості захисту на деякій площі поверхні бетонних/залізобетонних конструкцій спеціальних об'єктів і фортифікаційних споруд або наявності локальних ослаблених зон, можливо пробиття конструкції при дії суббоєприпасів, унітарних і тандемних бетонобійних боєприпасів цих місць з утворенням потоку кумулятивного струменя, газоповітряного середовища.

Як відомо, дія високоточних бетонобійних боєприпасів, що мають властивості об'ємного вибуху, на військові фортифікаційні споруди (ВФС) характеризується навантаженням захисних конструкцій і зміною стану газоповітряного середовища у внутрішньому об'ємі споруд і формування газових зарядів, що може призвести до зниження або повної втрати її

захисних властивостей, ураження особового складу, бойової техніки і обладнання.

Метою роботи являється розробка рекомендації щодо підвищення захисту особового складу, озброєння та військової техніки на основі моделі зміни концентрації вибухонебезпечних вуглеводневих горючих і токсичних речовин у спеціальних об'єктах та фортифікаційних спорудах.

Для одержання математичного опису уявимо собі фортифікаційну споруду чи її окрему частину: ділянка у вигляді декількох взаємозалежних ділянок. Кожна ділянка містить деяку кількість вибухонебезпечних (чи токсичних) речовин (ВР-ТР), що завдяки визначеним механізмам постійно переходить з однієї ділянки на іншу.

Мета побудови такої схеми полягає в тім, щоб спрогнозувати, яка кількість ВР-ТР буде в кожній ділянці в залежності від часу.

Ділянки побудованої схеми можуть відповідати дійсним об'єктам, таким, як підвали, склади і т.д. чи можуть являти собою лише зручну математичну абстракцію, що виникає, можливо, унаслідок застосування якої-небудь стандартної аналітичної процедури. Лінійність процесу дозволяє стверджувати, що миттєва концентрація є сумою двох ефектів, обумовлених початковою концентрацією і швидкістю надходження ВР-ТР.

Дослідження надходження через тріщини або щілини конструкцій одиничної «дози» ВР-ТР в момент часу $t=0$ можна описати рівнянням

$$\begin{aligned}x_1'(t) &= -k_1 x_1(t), \\x_1(c) &= 1\end{aligned}$$

що має рішення $x_1 = e^{-k_1 t}$. Тут передбачається, що часом досягнення ВР-ТР охоплення певної ділянки можна знехтувати.

Тепер можливий перехід до деяких основних аналітичних властивостей більш складних “багатокамерних” процесів. Для найпростішого випадку двокамерної (дводілянкової) системи і динаміку ВР-ТР, що розглядається:

$$\begin{aligned}x_1(t) &\text{ – концентрація ВР-ТР при } t \geq 0 \text{ на ділянці 1;} \\x_2(t) &\text{ – концентрація ВР-ТР при } t \geq 0 \text{ на ділянці 2.}\end{aligned}$$

Якщо допустити, що зміна концентрації ВР-ТР на ділянках обумовлено рухом рідини однієї “камери” в іншу і без нейтралізації, то як перше наближення вважаємо, що потік ВР-ТР у тому чи іншому напрямку прямо пропорційний концентрації ВР на ділянці – “камері”, що створює цей потік і що інших взаємодій між ділянками немає.

Вибираючи Δ досить малим і, з огляду на приведені вище зауваження, приходимо до співвідношення

$$x_1(t + \Delta) = x_1(t) - \Delta k_1 x_1(t) + \Delta k_2 x_2(t) + O(\Delta)$$

де $O(\Delta)$ – кількість ВР-ТР, що прямує до 0 при $\Delta \rightarrow 0$; k_1 і k_2 – постійні швидкості.

Таким чином запишемо систему лінійних диференціальних рівнянь явне рішення якого буде

$$x_1(t) = \frac{k_2(c_1 + c_2)}{k_1 + k_2} + \frac{k_1 c_1 - k_2 c_2}{k_1 + k_2} e^{-(k_1 + k_2)t}$$

$$x_2(t) = \frac{k_1(c_1 + c_2)}{k_1 + k_2} + \frac{k_2 c_2 - k_1 c_1}{k_1 + k_2} e^{-(k_1 + k_2)t}$$

Далі розглянемо більш загальну хімічно-кінетичну ситуацію. Припустимо, що існує N різних ділянок – “камер” (рис. 1).

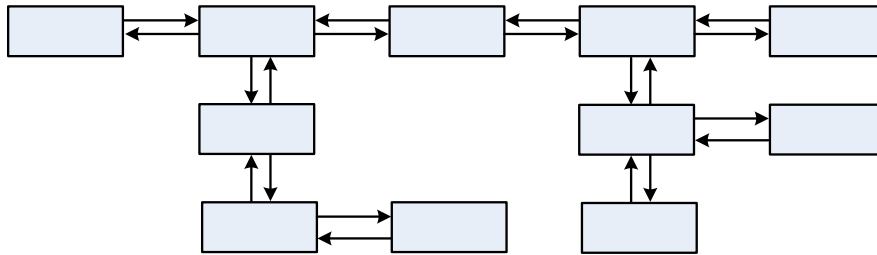


Рисунок 1 – Топологія взаємопов’язаних N ділянок

Якщо розглядати цю задачу, як й для двокамерної, тоді для багатокамерної $X(t)$ являється рішенням диференційного рівняння:

$$X' = AX,$$

$$X(0) = I,$$

Де $X(t)$ матриця, що складається з N стовпчиків рішення рівняння $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(N)}$, I – одинична матриця.

Це буде лінійне диференційне рівняння N -го порядку, для рішення якого можна користуватися стандартними методами.

У такий спосіб отримане численно-аналітичне рішення дозволяє одержати (наприклад, для двокамерної) ряд важливих якісних результатів:

1. Функції $x_1(t)$ і $x_2(t)$ позитивні для $t > 0$ у області параметрів, що нас цікавить $c_1 \geq 0, c_2 \geq 0, k_1 \geq 0, k_2 \geq 0$ та $c_1, c_2 > 0$ – однією з характерних особливостей газового вибуху буде широкий діапазон часу протікання

хімічної реакції в різних за складом сумішах з урахуванням тиску, температури і вологості.

2. При збільшенні часу t концентрації ВР-ТР прагнуть до своїх стаціонарних значень – формування газових зарядів без додаткових заходів і часу, як правило, призводить до нерівномірного розподілу концентрації ВР-ТР за обсягом.

3. Ці стаціонарні значення, природно, залежать від загальної початкової кількості ВР-ТР, а не від співвідношення початкових концентрацій ВР-ТР у різних “камерах”, тобто має місце перемішування.

Отримані результати дають можливість розробити рекомендації щодо підвищення захисту особового складу, озброєння та військової техніки, удосконалення конструктивних рішень та застосування нових тріщиностійких матеріалів у спеціальних об’єктах та фортифікаційних спорудах, що забезпечують захист від впливу спеціальних високоточних бетонобійних боєприпасів, які мають властивості об’ємного вибуху.

Убайдуллаєв Юсуфжон Нуруллайович, кандидат технічних наук, професор, професор кафедри військово-технічної та військово-спеціальної підготовки Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ

Ольшевський Юрій Вікторович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник наукового відділу Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м Київ, e-mail: uvo@ukr.net

Ubidullaev Yusuphgon, Ph. D., professor, professor at the department of military-technical and military-special preparation of the National Defense University of Ukraine named by Ivan Chernyakhovskiy, Kyiv

Olshevskiy Yuriy, Ph. D., Senior Research Fellow, head of scientific department of the National Defense University of Ukraine named by Ivan Chernyakhovskiy, Kyiv, e-mail: uvo@ukr.net