

УДК 624.074.4

А.В. Ковтун, В.О. Табуненко

Академія внутрішніх військ МВС України, Харків

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ БЕЗПАРАШУТНОГО СКИДАННЯ ВАНТАЖІВ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

Досліджена можливість проведення безпарашутного скидання вантажів при виконанні службово-бойових задач підрозділами внутрішніх військ. Наведені математичні вираження для визначення перевантажень об'єктів при ударах.

Ключові слова: внутрішні війська, спеціальної операції, забезпечення підрозділів військово-технічним майном та пально-мастильними матеріалами безпарашутна доставка вантажів.

Вступ

Постановка проблеми. При виконанні службово-бойових задач підрозділи внутрішніх військ можуть проводити спеціальні операції по роззброюванню незаконних збройних формувань, затримці злочинців, ліквідації масових безладь, наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійних лих. Виконання цих задач характеризується масованим застосуванням озброєння і військової техніки, великою витратою боєприпасів і пально-мастильних матеріалів, підвищеною потребою у військово-технічному майні, що неможливо без налагодженої системи забезпечення підрозділів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досвід проведення спеціальної операції підрозділами внутрішніх військ Російської Федерації в республіці Дагестан показав, що при веденні бойових дій проти банд формувань застосовувалось до 1200 одиниць озброєння і військової техніки, у тому числі, артилерійського озброєння – 320 одиниць, бронетанкового озброєння – 360 одиниць, автомобільної техніки – 580 одиниць. Середньодобова потреба в матеріальних засобах перевищувала 46 тонн, у тому числі: боєприпасів і пально-мастильних матеріалів по 14 тонн, інших матеріальних засобів – 17 тонн [1]. Безперерйне забезпечення підрозділів озброєнням, боєприпасами, військово-технічним майном і пально-мастильними матеріалами прямо впливає на їхню бойову готовність і боєздатність. Поповнення витрат озброєння і військової техніки в ході проведення спеціальної операції здійснюється шляхом їхньої додаткової доставки різними транспортними засобами.

Досвід проведення миротворчих операцій силами ООН показав, що найбільш ефективною є доставка необхідних вантажів за допомогою літальних апаратів. Термінова доставка вантажів у райони проведення операцій можлива лише шляхом їх скидання з літальних апаратів. Однак, скидання вантажів на парашутах знижує точність їх влучення у потрібне місце і підвищує вартість доставки. Недоцільність такого способу доставки була доведена

при наданні гуманітарної допомоги силами ООН у колишній Югославії в 1995 р., (коли вантаж був призначений одній з ворогуючих сторін, а попадав до іншої). Скидання вантажів за допомогою керованих парашутно-вантажних систем вимагає керування цією системою наземним оператором або парашутистом, автономного наведення на радіомаяк, що не завжди можливо здійснити. При проведенні бойових операцій кероване скидання на парашутах є демаскуючою ознакою, яка дозволяє визначити місцезнаходження підрозділів. Тому, найбільш перспективним є спосіб безпарашутного скидання вантажів у спеціальних резервуарах. Такі резервуари виготовляються з високоміцних гумовотканинних матеріалів. Застосування гумовотканинних резервуарів для збереження і доставки рідких і сипучих вантажів обумовлено їхніми перевагами у порівнянні з металевими резервуарами. Основними з переваг є [2]:

- незначна маса відносно маси перевезеного чи збереженого в них вантажу;
- можливість згортання в рулон невеликого обсягу, що обумовлює гарну транспортабельність у порожньому стані;
- малий питомий тиск на ґрунт у заповненому стані, що дозволяє розгортати резервуари на будь-якій місцевості, зокрема болотистій;
- легке переміщення по воді;
- можливість прискореного заправлення транспортних засобів шляхом видавлювання пального в бак транспортного засобу (включаючи наїзд на лежачий резервуар транспортним засобом, що заправляється).

Ці переваги, разом з можливістю забезпечення безпарашутного скидання, роблять гумовотканинні резервуари незамінними при проведенні бойових операцій, пошуково-рятувальних робіт, ліквідації наслідків стихійних лих і техногенних катастроф. Тому в різних країнах ведуться роботи зі створення такого типу резервуарів. Так, наприклад, американською фірмою “Флекссел” створені резервуари місткістю від 40 до 600 літрів, конструкція яких дозволяє скидати їх з вантажем з висоти не більш 25 мет-

рів. Випробування резервуарів проходили в США й Ізраїлі [3].

Існує два принципових шляхи розв'язання задачі розробки гумовотканинних резервуарів для безпарашутної доставки рідких (сипучих) вантажів. Перший пов'язаний зі створенням нових, більш міцних, матеріалів і вимагає фінансових і трудових ресурсів для проведення дослідно-випробувальних робіт. Другий шлях дозволяє створювати резервуари із вже існуючих матеріалів за рахунок розробки нових конструктивних рішень [4, 5].

При проведенні бойових операцій, пошуково-рятувальних робіт, ліквідації наслідків аварій і стихійних лих виникає необхідність у швидкій доставці, крім рідких і сипучих, таких вантажів, як легке озброєння, спорядження, засоби зв'язку, різні прилади тощо. У зв'язку з цим розглянемо можливості безпарашутного скидання твердого вантажу, наприклад, стрілецької зброї.

Мета дослідження – визначити можливості збереження твердих вантажів при їх безпарашутному скиданні.

Основний розділ

За показник збереженості вантажу при скиданні приймемо величину перевантаження, що виникає у твердих тілах при прямому центральному ударі об поверхню, з урахуванням того, що гранично припустиме осьове перевантаження для елементів озброєння складає $[n] = 10$. Перевантаження будемо визначати як відношення суми поверхневих сил F_{Σ} , що діють на зразок озброєння в момент удару (реакції з боку перешкоди), до ваги зразка [6]:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^k F_{\Sigma i}}{m \cdot g}, \quad (1)$$

де m – маса зразка озброєння; g – прискорення вільного падіння.

Спрощено розглянемо процес удару моделі стрілецької зброї як удар пружного стрижня об абсолютно жорстку (недеформовану) перешкоду. У роботі [7] приведені вираження для визначення напруження σ , що виникають у стрижні при ударі. Поверхневою силою, яка діє на стрижень у момент удару, буде сила реакції з боку перешкоди:

$$F = \sigma \cdot S_c; \quad (2)$$

$$\sigma = V \cdot \sqrt{E \cdot \rho}, \quad (3)$$

де S_c – площа перетину стрижня;

E – модуль Юнга матеріалу стрижня;

V – швидкість падіння;

ρ – густина матеріалу стрижня.

Визначимо перевантаження, яке діє на сталевий ($E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$) стрижень довжиною $L = 0,3$

м і площею поперечного переріза $S_c = 0,002 \text{ м}^2$, масою $m = 5 \text{ кг}$ при зіткненні з перешкодою зі швидкістю $V = 50 \text{ м/с}$. З формул (1)...(3) одержимо $n = 4 \cdot 10^5$.

Зменшити перевантаження, що діє на зразок озброєння, можна змінивши властивості поверхні, з якою відбувається зіткнення. У цьому зв'язку розглянемо процес удару стрижня об воду при вертикальному падінні. У роботі [8] з позицій теорії подоби приведені вираження для визначення сили реакції води. Одна з залежностей, для визначення максимальної сили удару конусоподібного стрижня об воду, має вид:

$$F = C_x \cdot \sqrt{\rho \cdot m \cdot L} \cdot V^2, \quad (4)$$

де C_x – коефіцієнт лобового опору;

L – довжина стрижня.

Для тих же вихідних даних ($L=0,3 \text{ м}$, $\rho=7800 \text{ кг/м}^3$, $m=5 \text{ кг}$, $V=50 \text{ м/с}$) при $C_x = 0,1$ за допомогою вираження (4) одержимо: $n \approx 3 \cdot 10^3$. Удар і об тверду перешкоду, і об воду приводить до руйнування зразка озброєння.

Визначимо перевантаження, що діє на зразок озброєння, розташований на пружній основі в “міцному” контейнері (рис. 1).

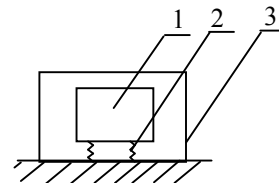


Рис. 1. Схема зразка озброєння (1), розміщеного на пружній основі (2) в “міцному” контейнері (3)

Перевантаження зразка озброєння визначається за формулою з роботи [9]:

$$n = \frac{\ddot{x}_{\max}}{g} = \sqrt{\frac{2h\omega^2}{g} - 1}, \quad (5)$$

де $\omega^2 = \frac{k}{m}$; k – коефіцієнт пружності;

\ddot{x} – максимальне прискорення зразка озброєння;

h – висота падіння контейнера.

При $\omega^2=4000 \text{ 1/с}^2$, $k=20000 \text{ Н/м}$, $h=300 \text{ м}$ - $n=490$.

Істотного зниження величини перевантаження можна домогтися, помістивши контейнер із зразком озброєння в рідину більшої чи рівної з контейнером питомої ваги, тобто забезпечивши плавучість контейнера, і скинувши на поверхню систему “резервуар – рідина – контейнер – зразок озброєння” (рис. 2). У польоті всі частки системи будуть мати однакову швидкість. При зіткненні з поверхнею швидкість нижніх шарів рідини різко змінить свій напрямок. Наступні шари рідини будуть також змінювати свій напрямок і величину швидкості за рахунок тертя шарів рідини одного об другий. На контейнер, по-

міщений в рідину, будуть діяти сила Архімеда і сила тертя контейнера об рідину. Якщо запобігти повному розтіканню рідини по поверхні, наприклад, за допомогою резервуара, то можна домогтися того, що не відбудеться безпосереднього контакту зразка озброєння з поверхнею. У цьому випадку, поверхневими силами, що діють на контейнер із зразком озброєння, будуть:

– сила плавучості (Архімедова)

$$F_{\Pi} = W \cdot \rho_{ж} \cdot g, \quad (6)$$

де W – об’ємне водозміщення контейнера;

– сила тертя

$$F_{\text{тр}} = C_{\text{тр}} \cdot \frac{\rho_{ж} S_K}{2} \cdot V_1^2, \quad (7)$$

де $\rho_{ж}$ – густина рідини (для води $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг/м}^3$);

V_1 – швидкість поглиблення контейнера в рідину;

$C_{\text{тр}}$ – коефіцієнт тертя контейнера об рідину;

S_K – бокова площа контейнера.

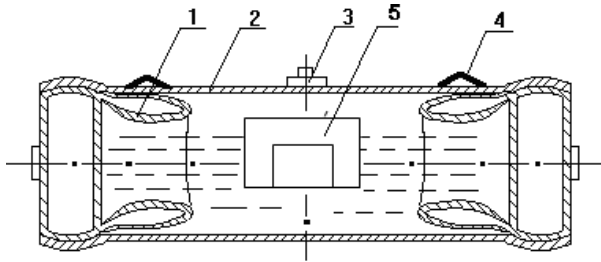


Рис. 2. Схема резервуара з плаваючим в контейнері зразком озброєння (1 – допоміжні рукава; 2 – корпус резервуара; 3 – зливо-наливне пристосування; 4 – кріплення для переміщення резервуара; 5 – контейнер)

Визначимо перевантаження, що діє на зразок озброєння, поміщений в резервуар з водою, за умови, що забезпечено плавучість контейнера і не відбудеться удару контейнера об поверхню, при $W = 0,25 \text{ м}^3$; $V_1 = 3 \text{ м/с}$;

$$S_K = 1,5 \text{ м}^2, \quad C_{\text{тр}} = 1,28, \quad (8)$$

$$n = \frac{F_{\Pi} + F_{\text{тр}}}{m_{\Sigma} \cdot g},$$

де m_{Σ} – сумарна маса зразка озброєння та контейнера ($m_{\Sigma} = 17,5 \text{ кг}$).

У результаті розрахунків одержимо величину $n \approx 64$.

Зниження величини перевантаження може бути забезпечене шляхом розташування елемента озброєння на пружній основі. Розглянемо елемент озброєння, який зберігається у резервуарі з рідиною, зв'язаний пружною основою з контейнером, що плаває (рис. 3).

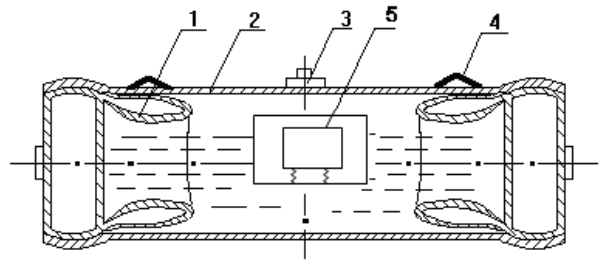


Рис. 3. Схема резервуара з плаваючим в контейнері зразком озброєння на пружній основі (1 – допоміжні рукава; 2 – корпус резервуара; 3 – зливо-наливне пристосування; 4 – кріплення для переміщення резервуара; 5 – елемент озброєння)

Розрахункова схема механічної системи, яка розглядається, наведена на рис. 4.

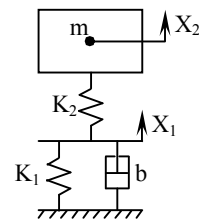


Рис. 4. Розрахункова схема резервуара з плаваючим в контейнері зразком озброєння на пружній основі

Представлена механічна система є системою з 11/2 ступенями свободи.

Математична модель коливань цієї системи має вигляд [10]:

$$-k_1 x_1 - b \dot{x}_1 + k_2 (x_2 - x_1) = 0;$$

$$m \ddot{x}_2 + k_2 (x_2 - x_1) = 0,$$

де k_1 ; k_2 – коефіцієнти пружності;

b – коефіцієнт густини;

x_1 – відхилення пластини від положення рівноваги;

x_2 – відхилення маси від положення рівноваги.

Цю систему рівнянь можна записати у вигляді:

$$m \ddot{x}_2 = -k_2 (x_2 - x_1)$$

$$-b \dot{x}_1 = k_1 x_1 - k_2 (x_2 - x_1).$$

Додавши ці рівняння отримаємо наступне рівняння: $m \ddot{x}_2 - b \dot{x}_1 = k_1 x_1 - 2k_2 (x_2 - x_1)$.

Це рівняння можна записати у вигляді:

$$m \ddot{x}_2 = b \dot{x}_1 + k_1 x_1 - 2k_2 (x_2 - x_1).$$

Якщо $k_1 = 0$, то $m \ddot{x}_2 = b \dot{x}_1 - 2k_2 (x_2 - x_1)$.

Таким чином, перевантаження, що діє на елемент масою m , визначається за формулою:

$$n = \frac{b \dot{x}_1 - 2k_2 (x_2 - x_1)}{mg}.$$

Для механічної системи, яка зображена на рис.3, формула для визначення перевантаження зразка озброєння при скиданні має вигляд:

$$n = \frac{(P_A + P_{TP}) - 2k(x_2 - x_1)}{m_{\Sigma}g}, \quad (9)$$

де k – коефіцієнт пружності (підбирається виходячи з умови $n < n_{\max}$);

m_{Σ} – сумарна маса контейнера і зразка озброєння;

x_1 – зміщення контейнера;

x_2 – зміщення зразка озброєння.

Аналіз структури формули (9) дозволяє зробити висновок про можливість зниження перевантаження зразка озброєння за рахунок вибору пружних та демпфуючих характеристик відповідних елементів системи.

Визначимо перевантаження, що діє на зразок озброєння на пружній основі, розміщений у контейнері, який знаходиться у резервуарі з водою, за умови, що забезпечено плавучість контейнера і не відбудеться удару контейнера об поверхню, при:

$$k = 2 \cdot 10^4 \text{ н/м},$$

$$x_1 = 0,01 \text{ м},$$

$$x_2 = 0,26 \text{ м},$$

$$P_{TP} = 8640 \text{ н}.$$

У результаті розрахунків одержимо величину $n \approx 7$.

Експериментальні дослідження по скиданню макетів зразків озброєння, розміщених на пружній основі у контейнері, який знаходився у резервуарі з водою з висоти 25 м підтвердили можливість збереження твердих вантажів при їх безпарашутному скиданні.

Висновки

Подальшим розвитком даного напряму досліджень є визначення співвідношення між характеристиками елементів механічної системи “резервуар – рідина – контейнер – зразок озброєння”.

Список літератури

1. Техническое обеспечение подразделений МВД Российской Федерации / под ред. П.Н. Ровенского. Часть первая. – Пермь: Стиль - МГ, 2000. – 490 с.
2. Резинотканевые резервуары. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: ВИ МО СССР, 1980. – 54 с.
3. Митрич В. Мягкие контейнеры для заправки горючим / В. Митрич // Зарубежное военное обозрение. – 1986. – № 5. – С. 78.
4. Пат. № 23698. Украина, МКИ В 65 D 88/16 Резервуар / А.В. Ковтун, С.И. Нестеренко; заявитель и патентообладатель Ковтун А.В. – № 93006582/21; Заявлено 02.06.98; Опубл. 31.08.98. – Бюл. № 4. – 5 с.
5. Ковтун А.В. Конструкция резервуара для беспарашютной доставки грузов / А.В. Ковтун // Вестник ХГПУ. – Х.: ХГПУ, 1999. – Вып. 62. – С. 60-63.
6. Феодосьев В.И. Введение в ракетную технику / В.И. Феодосьев, Г.Б.Синярев. – М.: Оборонгиз, 1960. – 506 с.
7. Пановко Я.Г. Введение в теорию механического удара / Я.Г. Пановко. – М.: Наука, 1977. – 233 с.
8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1972. – 449 с.
9. Цзе Ф.С. Механические колебания / Ф.С. Цзе, И.Е. Морзе, Р.Т. Хинкл; пер. с англ. М.В. Истомина. – М.: Машиностроение, 1966. – 508 с.
10. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний / Я.Г. Пановко. – М.: Наука, 1991. – 255 с.

Надійшла до редколегії 14.06.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.С. Воробйов, Інститут проблем машинобудування НАН України, Харків.

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ БЕЗПАРАШУТНОГО СКИДАННЯ ВАНТАЖІВ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

А.В. Ковтун, В.О. Табуненко

Досліджена можливість проведення безпарашутного скидання вантажів при виконанні службово-бойових задач підрозділами внутрішніх військ. Наведені математичні вираження для визначення перевантажень об'єктів при ударах.

Ключові слова: внутрішні війська, спеціальної операції, забезпечення підрозділів військово-технічним майном та пально-мастильними матеріалами безпарашутна доставка вантажів.

POSSIBILITIES OF WITHOUT-PARACHUTE-AIR-DROPPING OF CARGOES IN PROVIDING SPECIAL OPERATIONS

A.V. Kovtun, V.A. Tabunenko

The possibilities of without-parachute-air-dropping of cargoes in carrying out combat operations by Interior Forces units are investigated. Mathematical grounds are given to define overloading of cargoes on impact.

Keywords: interior forces, special operations units of the military-technical property and lubricants bezparashutna cargo delivery.