

УДК 621.9.04-868

Прогнозування впливу дії куль, осколків, вибухів та інших ударних навантажень на мобільні роботи військового призначення

Струтинський В.Б., Родін Р.П., Парненко В.С.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація. Визначено фактори, що впливають на ймовірність безвідмовної роботи мобільних роботів військового призначення при влученні в них куль, осколків, дії вибухів та інших ударних навантажень. Встановлено, що ділянками найбільшої небезпеки мобільних роботів спеціального призначення є ствольна група, приводи, система наведення, магазини боєприпасів, тощо. На цій основі розроблені рекомендації по підвищенню ступеня живучості мобільних роботів військового призначення.

Ключові слова: мобільний робот, кулі, осколки, вибухи, ділянки небезпеки, рекомендації.

Мобільні роботи військового призначення є основною ударною силою при веденні бойових дій в сучасних умовах [1]. При цьому важливе значення має надійність мобільних роботів військового призначення.

Виконано значний обсяг досліджень в даному напрямку [2]. розроблені дослідні зразки мобільних роботів військового призначення та проведена їх апробація [3].

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що в даний час існує науково-технічна проблема забезпечення живучості мобільних роботів військового призначення.

До невіршених раніше частин загальної проблеми відноситься визначення факторів, що впливають на живучість мобільних роботів.

Метою досліджень поставлено підвищення ступеня живучості мобільних роботів військового призначення

Завданнями досліджень є встановлення факторів, що впливають на ймовірність безвідмовної роботи мобільних роботів у бойових умовах, визначення ділянок найбільшої небезпеки робота та розроблення рекомендацій по підвищенню ступеня живучості мобільних роботів військового призначення.

Для прогнозування живучості мобільних роботів військового призначення проведені системні дослідження дії на них різноманітних факторів. Для цього використано сформульовані в технічних умовах параметри.

Визначені характеристики процесів у мобільних роботах, що визначають їх живучість. При цьому розглядаються в основному вплив ударних навантажень різного виду. Ударні навантаження спричинені дією осколків, ударної хвилі, проникаючих та рикошетних дій куль при прямому влученні в мобільний робот. Також розглянуті впливи при вибухах, які відбуваються в безпосередній близькості від мобільного робота.

Для мобільних роботів військового призначення фактори, що впливають на його відмови умовно розділені на окремі групи: малої небезпеки, середньої небезпеки; високої небезпеки. (рис. 1).

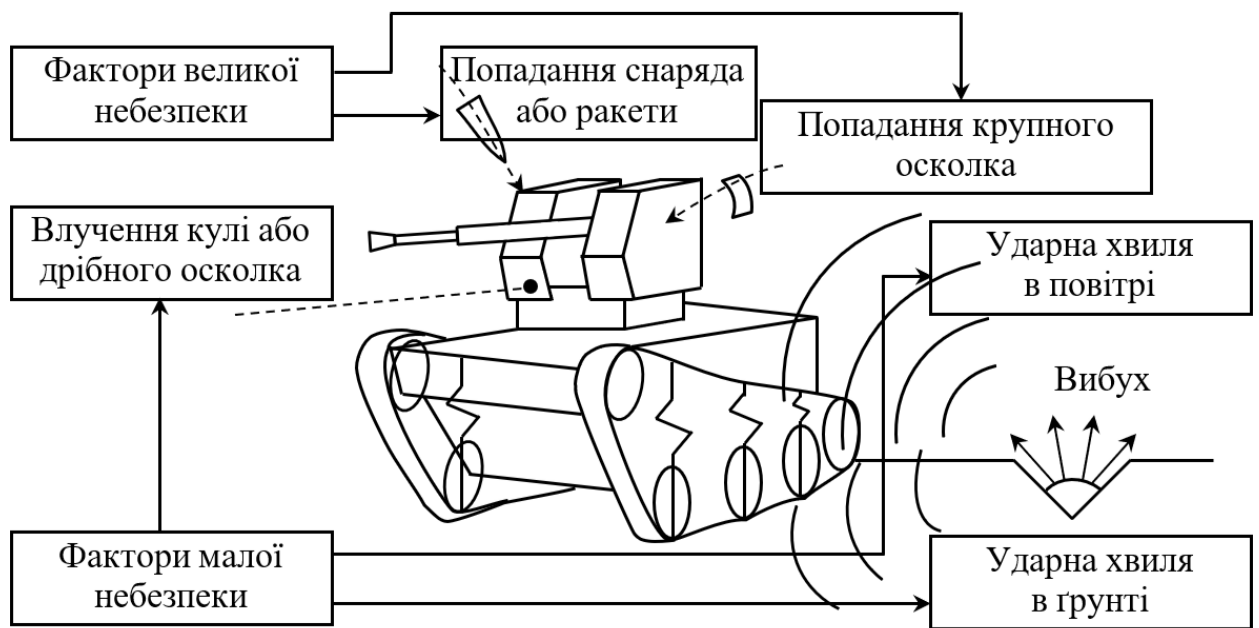


Рис. 1. Фактори, що впливають на ймовірність безвідомної роботи мобільних роботів військового призначення

До факторів малої небезпеки відносяться динамічні впливи від вибухів які здійсненні на значній відстані від робота, результатом дії яких є ударна хвиля в повітрі та в ґрунті. Також факторами малої небезпеки є влучення в робот куль малого калібру та дрібних осколків.

Влучення куль середнього калібру та снарядів невеликого калібру, а також попадання в комплекс крупних осколків, віднесені до факторів середньої небезпеки.

Факторами високої небезпеки є пряме влучання снаряда, кулі великого калібру, міни, ракети. Значну небезпеку створюють крупні осколки, засоби блокування системи керування робота.

Фактори різних груп можуть змінювати рівень небезпечності в залежності від конкретних умов дії фактора: області попадання, інтенсивності дії, тощо

В результаті досліджень встановлено вплив окремих факторів на статистичні характеристики надійності функціонування мобільних роботів військового призначення (рис. 2).

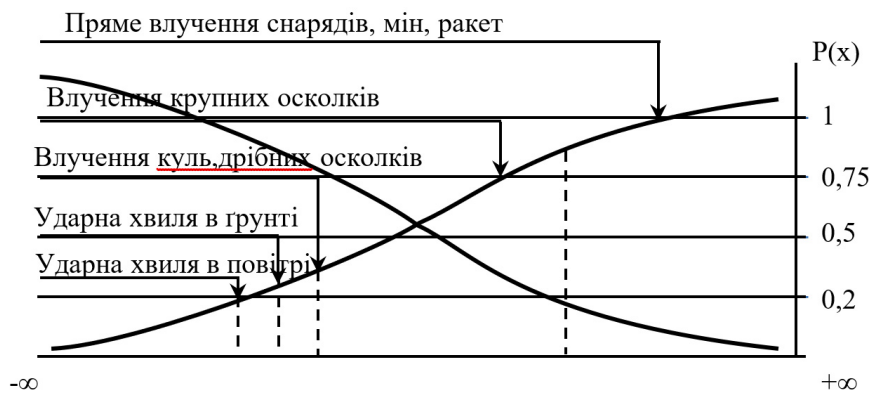


Рис.2. Ймовірність відмови мобільних роботів військового призначення та фактори які на це впливають

Ймовірність безвідмовної роботи мобільних роботів військового призначення визначається процесами при влученні в нього кулі, дрібного осколка, а головне процесами при влученні в нього крупних осколків, мін, снарядів, ракет, вибухів поряд з комплексом.

Влучення кулі або осколка в мобільний робот значною мірою залежить від місця куди попала куля або осколок (рис. 3).

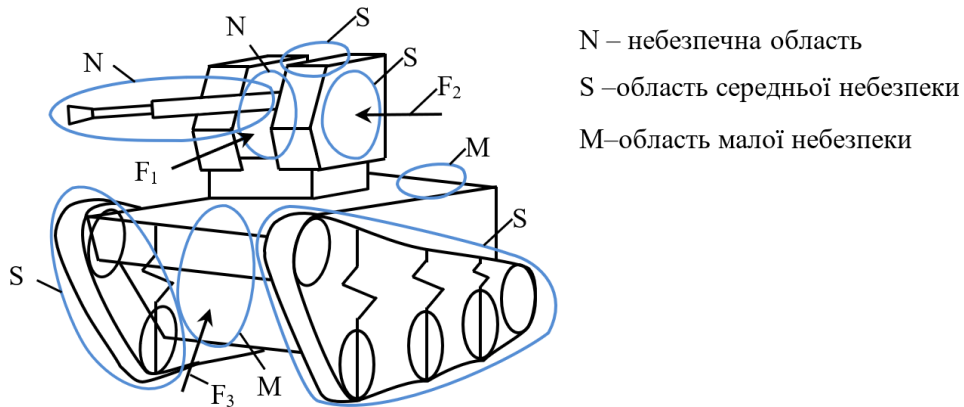


Рис. 3. Области влучання кулі або осколків різного ступеня безпеки

Ділянками найбільшої безпеки є ствольна група, приводи, система наведення, магазини боєприпасів, тощо.

Прогнозування впливу ударної хвилі на живучість мобільних роботів військового призначення утруднене невизначеністю параметрів ударної хвилі та особливістю її взаємодії із динамічною системою робота.

Для прогнозування динамічних процесів, що виникають при дії ударних хвиль застосовані спрощені методи. Прийнято, що основним силовим фактором дії ударної хвилі є динамічний тиск на фронті хвилі. Для уданої хвилі в повітрі динамічний тиск $P_{\partial 1}$ діє на всю відкриту поверхню мобільного робота. В результаті взаємодії поверхні з ударною хвилею на робот діє результуюче імпульсне (ударне) навантаження, яке приведене до головного вектора \vec{F}_{y1} та головного моменту \vec{M}_{y1} .

Аналогічно при дії ударної хвилі в ґрунті на якому знаходиться мобільний робот військового призначення на нього діє розподілене ударне навантаження у вигляді $P_{\partial 2}$. Результуючим імпульсним навантаженням при дії ударної хвилі в ґрунті є головний вектор \vec{F}_{y2} та головний момент \vec{M}_{y2} . Дія імпульсних навантажень приведе до зміни просторових координат мобільного робота $x, y, z, \psi, \theta, \phi$. В наслідок динамічних змін координат зміниться поперечно кутове положення ствола, яке буде мати динамічну та статичну складову. Динамічна складова проявляється у переміщеннях дульного зрізу в площині y_1z_1 . Статична складова визначається похибками повернення положення ствола в початкову позицію.

Розроблені рекомендації по підвищенню ступеня живучості мобільних роботів військового призначення включають конструктивні заходи по підвищенні міцності окремих вузлів робота при дії динамічних навантажень. Передбачено необхідний броньовий захист окремих вузлів робота. Особливу увагу приділено захисту вузлів та комунікацій, що знаходяться на ділянках найбільшої безпеки робота визначених в процесі досліджень.

В результаті проведених досліджень розроблені методи прогнозування надійності функціонування мобільних роботів військового призначення. Загрозу живучості (втрати працездатності) робота являють влучення в нього крупних осколків, мін, снарядів, ракет гранат. Визначені ділянки найбільшої небезпеки робота, а також вплив вибухів, в безпосередній близькості до мобільного робота. Розроблені рекомендації по підвищенню ступеня живучості мобільних роботів військового призначення

Проведені роботи дозволяють суттєво поліпшити надійність мобільних роботів військового призначення. Результати робіт мають велике значення для Збройних Сил України.

Список літератури

1. Чепков І.Б. Концептуальні засади створення вітчизняних ударно-розвідувальних наземних роботизованих комплексів важкого класу /І.Б. Чепков, А.С. Довгополий, О.М. Гусяков // Озброєння та військова техніка. - Київ: ЦНДІ ОБТ. –2019. – №3 (23).- С. 16–25.
2. Jun Qian, Bin Zi, Daoming Wang, Yangang Ma, Dan Zhang The design and development of an omni-directional mobile robot oriented to an intelligent manufacturing system / Sensors 2017, 17, p. 2073.
3. Ho-Seung Jeong, Jong-Rae Cho Optimal design of head expander for a lightweight and high frequency vibration shaker / *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, July 2016, Volume 17, Issue 7, pp 909–916.

Predicting the effect of bullets, shrapnel, explosions and other shock loads on military mobile robots

Strutinsky V., Rodin R., Parnenko V.

Abstract. The factors that influence the probability of failure-free robots of mobile robots for military purposes are determined when they are hit by bullets, fragments, explosions and other shock loads. It has been established that the areas of greatest danger for special-purpose mobile robots are the barrel group, actuators, guidance system, ammunition stores, etc. On this basis, recommendations have been developed to improve the survivability of military mobile robots.

Keywords: mobile robot, bullets, shrapnel, explosions, areas of danger, recommendations

Прогнозирование влияния действия пуль, осколков, взрывов и других ударных нагрузок на мобильные роботы военного назначения

Струтинский В.Б., Родин Р.П., Парненко В.С.

Аннотация. Определены факторы, которые влияют на вероятность безотказной работы мобильных роботов военного назначения при попадании в них пуль, осколков, действия взрывов и других ударных нагрузок. Установлено, что участками наибольшей опасности мобильных роботов специального назначения является ствольная группа, приводы, система наведения, магазины боеприпасов и т.д. На этой основе разработаны рекомендации по повышению степени живучести мобильных роботов военного назначения.

Ключевые слова: мобильный робот, пули, осколки, взрывы, участки опасности, рекомендации.