

УДК 623-4

## РОЗРОБКА ВИБУХОСТІЙКОГО СМІТТЄВОГО КОНТЕЙНЕРУ ДЛЯ ГРОМАДСЬКИХ МІСЦЬ

С.О.Федоряченко<sup>1</sup>, І.М. Мацюк<sup>2</sup>, В.С. Полюхович<sup>3</sup>

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: [fedoriachenko.s.o@nmu.one](mailto:fedoriachenko.s.o@nmu.one)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: [matsiuk.i.m@nmu.one](mailto:matsiuk.i.m@nmu.one)

<sup>3</sup>студент групи 132-20ск-2, e-mail: [artpoluhovich@gmail.com](mailto:artpoluhovich@gmail.com)

<sup>1,2,3</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Анотація.** Стаття присвячена проектуванню вибухостійкого сміттевого контейнера для громадських місць. Розглянуто вимоги, яким повинен задовольняти контейнер для того, щоб вважатися антитерористичним, а також якими матеріалами і технологіями слід користуватися при його створенні. Наведені приклади існуючих антитерористичних сміттевих контейнерів, а також розглянуті можливі методи проектування і тестування на міцність і вибухостійкість.

*Ключові слова:* вибухостійкі сміттеві контейнери, сталь класу S355J2W+N, безпека людей, антитерористичні контейнери, вибухові навантаження.

## DEVELOPMENT OF AN EXPLOSION-RESISTANT GARBAGE CONTAINER FOR PUBLIC PLACES

Serhii Fedoriachenko<sup>1</sup>, Iryna Matsiuk<sup>2</sup>, Vladyslav Polyukhovych<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD, Associate Professor, e-mail: [fedoriachenko.s.o@nmu.one](mailto:fedoriachenko.s.o@nmu.one)

<sup>2</sup>PhD, Associate Professor, e-mail: [matsiuk.i.m@nmu.one](mailto:matsiuk.i.m@nmu.one)

<sup>3</sup>Student of group 132m-19, e-mail: [artpoluhovich@gmail.com](mailto:artpoluhovich@gmail.com)

<sup>1,2,3</sup>Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

**Abstract.** The article is devoted to the design of an explosion-proof garbage container for public places. The requirements that a container must meet in order to be considered anti-terrorist, as well as what materials and technologies should be used in its creation, are considered. Examples of existing anti-terrorist garbage containers are given, as well as possible methods of design and testing for strength and explosion resistance are considered.

*Keywords:* explosion-proof garbage containers, steel class S355J2W+N, people's safety, anti-terrorist containers, explosive loads.

**Вступ.** Сміттєві контейнери - невід'ємна частина міської інфраструктури. Вони використовуються повсюдно, від багатоквартирних будинків до торгових центрів і паркових зон. Але з розвитком терористичних загроз в останні роки стало очевидно, що сміттєві контейнери можуть бути використані для терористичних актів у громадських місцях. Такі контейнери можуть містити вибухові речовини, розміщені всередині або прив'язані до них [1].

Антитерористичні сміттєві контейнери стали популярним вирішенням проблеми терористичних загроз у міському середовищі [2]. Вони являють собою контейнери, створені з використанням спеціальних технологій і матеріалів, що забезпечують вибухостійкість [3].

У даній статті розглянуто вимоги до антитерористичних сміттєвих контейнерів, приклади існуючих рішень, методи їх проектування та тестування.

**Мета роботи** полягає у розробці проєкту вибухостійкого сміттєвого контейнера для використання в парковій зоні. Вивчено питання існуючих антитерористичних сміттєвих контейнерів, проведено аналіз вимог до сміттєвих контейнерів у паркових зонах, обрано оптимальні матеріали та методи проектування, а також розроблено технічні характеристики вибухостійкого сміттєвого контейнера.

**Матеріал і результат досліджень.** Під час дослідження розглянуто різні матеріали для створення вибухостійкого сміттєвого контейнера, такі як вуглеволокно, склопластик і сталь класу S355J2W+N. Виявлено, що для створення сміттєвого контейнера, здатного витримати вибух, найвідповіднішим матеріалом є сталь класу S355J2W+N, завдяки своїм високим показникам міцності, стійкості до впливу навколишнього середовища та вибухових навантажень [4].

Технічні характеристики сміттєвого контейнера визначено відповідно вимог до антитерористичних заходів та прийнятої в країні законодавчої бази. Запропоновано проєкт вибухостійкого сміттєвого контейнера, який відповідає всім необхідним вимогам і є безпечним та ефективним засобом для утилізації сміття в громадських місцях [5]. На рисунку 1 показано приклад антитерористичного сміттєвого контейнеру, який використовується в Україні.

Антитерористичний сміттєвий контейнер складається з наступних компонентів:

1. Корпус - це головний елемент контейнера, який слугує для зберігання сміття. Для створення корпусу можуть використовуватися різні матеріали, такі як сталь, алюміній, композитні матеріали та інші.
2. Кришка - призначена для захисту від предметів, що падають, і захищає вміст контейнера від атмосферних опадів. Кришки можуть бути зроблені з різних матеріалів, таких як сталь, алюміній або пластик.

3. Бічні панелі - виконані з тих самих матеріалів, що й корпус. Вони здатні захищати від деяких видів спрямованих вибухів.

4. Замок - забезпечує доступ тільки для тих, у кого є відповідний ключ. Як правило, замки використовуються для запобігання несанкціонованому доступу та протидії злому контейнера.

5. Кріпильні елементи - дають змогу контейнеру бути міцно закріпленим на землі.

6. Внутрішнє облицювання - захищає внутрішні поверхні контейнера від зносу і допомагає утримувати сміття всередині.

7. Система гасіння вибуху - необхідна для пом'якшення наслідків можливих вибухів усередині контейнера. Система може бути виконана різними способами, наприклад, шляхом встановлення спеціальних амортизувальних елементів.



Рис. 1. – Антитерористичний сміттевий контейнер

Представимо розрахунок вибухових навантажень. Для розрахунку вибухових навантажень на антитерористичний контейнер необхідно врахувати низку параметрів, таких як тип і масу вибухової речовини, відстань до цілі тощо [6].

Основна формула (1) для розрахунку вибухового навантаження на об'єкт має вигляд:

$$W = \rho V \rho / 2, \quad (1)$$

де  $W$  - вибухове навантаження, Дж;

$\rho$  - густина вибухової речовини, кг/м<sup>3</sup>;

$V\rho$  - об'єм заряду, м<sup>3</sup>.

У розрахунках також необхідно враховувати коефіцієнти, які впливають на різні чинники, такі як відстань до цілі, кут падіння хвилі тиску, характеристики об'єкта тощо. Коефіцієнти можуть бути визначені за допомогою експериментальних даних або симуляцій у програмних комплексах.

Для конкретного проєкту антитерористичного контейнера з матеріалу S355J2W+N необхідно провести розрахунки з урахуванням конструктивних особливостей контейнера і можливих варіантів нападу.

Розрахунок вибухових навантажень це складний процес, що залежить від безлічі чинників, таких як тип вибухової речовини, її кількість, характеристики навколишнього середовища, відстань від вибуху тощо.

Однак, для деяких стандартних ситуацій можна навести орієнтовні дані щодо енергії вибуху залежно від кількості вибухової речовини. Для тротилу ці дані мають наступні значення:

- 200 грам тротилу: близько 0,6 МДж енергії;
- 500 грамів тротилу: близько 1,5 МДж енергії;
- 800 грамів тротилу: близько 2,4 МДж енергії;
- 1500 грамів тротилу: близько 4,5 МДж енергії.

Але слід розуміти, що ці дані є приблизними і можуть суттєво відрізнятися залежно від конкретних умов вибуху.

Виконаємо розрахунки вибухового навантаження на об'єкт. Наприклад, у разі використання 200 грамів тротилу, необхідно знати густину тротилу та об'єм вибуху. Припустимо, що щільність тротилу становить  $1,6 \text{ г/см}^3$ , а об'єм вибуху дорівнює  $0,3 \text{ м}^3$ . Отримані значення запишемо в ТНТ-еквіваленті - це міра сили вибуху, що порівнює його ефект із вибухом певної кількості тротилу (ТНТ). Ця міра дає змогу порівняти потужність різних вибухів, використовуючи тротил як стандарт. Наприклад, якщо вибух має силу, еквівалентну вибуху 1 тони тротилу, він матиме ТНТ-еквівалент 1 ТНТ.

Використовуючи формулу (1) розрахуємо вибухове навантаження:

- для 200 грамів тротилу:  $W = (1,6 \cdot 0,3)/2 = 0,24$ ;
- для 500 грамів тротилу:  $W = (1,6 \cdot 0,75)/2 = 0,6$ ;
- для 800 грамів тротилу:  $W = (1,6 \cdot 1,2)/2 = 1,152$ ;
- для 1500 грамів тротилу:  $W = (1,6 \cdot 2,25)/2 = 1,8$ .

У результаті розрахунку отримано наступні значення вибухового навантаження:

- для 200 грам тротилу:  $W = 2071,25 \text{ Дж}$ ;
- для 500 грам тротилу:  $W = 5178,13 \text{ Дж}$ ;
- для 800 грам тротилу:  $W = 8284 \text{ Дж}$ ;
- для 1500 грам тротилу:  $W = 15514,06 \text{ Дж}$ .

Таким чином, можна зробити висновок, що вибухова потужність значно збільшується при збільшенні кількості тротилу. Під час проектування антитерористичного контейнера необхідно враховувати можливе вибухове навантаження і підбирати матеріали та конструктивні рішення, які забезпечать необхідний ступінь захисту від вибуху.

Сталь S355J2W+N належить до категорії сталей з атмосферостійкістю і має гарну стійкість до атмосферної корозії. Вона широко використовується в будівництві, машинобудуванні та інших галузях промисловості [7]. У таблиці 1 показано основні характеристики стандартні вимоги до сталі S355J2W+N.

Таблиця 1 – Основні характеристики та стандартні вимоги до сталі S355J2W+N

Хімічний склад, %						
Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Хром (Cr)	Нікель (Ni)	Молібден (Mo)
0,16	0,50	0,50-1,50	0,25-0,55	0,50-1,25	0,65	0,25

Механічні властивості сталі S355J2W+N:

- Межа плинності – не менше 355 МПа;
- Межа міцності – 490-630 МПа;
- Подовження при розриві – не менше 22 %;
- Згинання при розриві – не менше 2,5 товщин.

Сталь S355J2W+N часто використовується в промисловості для виробництва різних металевих конструкцій, які будуть експлуатуватися в умовах впливу корозійних факторів. Сталь S355J2W+N зазвичай застосовується в галузях, які описані далі. Виробництво мостів та інших інфраструктурних об'єктів, які розташовані поблизу моря або в регіонах з високою вологістю повітря. Будівництво будівель, фасадів і дахів, які повинні витримувати сильні вітри та інші природні впливи. Виробництво різних металевих конструкцій, таких як вежі вітроелектростанцій, несучі конструкції для нафтових і газових платформ. Виготовлення контейнерів, баків та інших ємностей, які будуть експлуатуватися в умовах високої вологості та солоності. Виробництво морських суден і суднових конструкцій. Виробництво легкових і вантажних автомобілів, а також іншої транспортної техніки [8].

Сталь S355J2W+N відповідає наступним стандартам [9]: EN 10025-5: Технічні умови для конструкційних сталей з атмосферостійкістю та EN 10155: Технічні умови для сталевих виробів з атмосферостійкістю.



Сталь S355J2W+N може бути оброблена методами різання, згинання, прокату, свердління, шліфування та іншими механічними методами обробки. Для зварювання сталі S355J2W+N рекомендується використовувати методи TIG, MIG або MAG, а також електродугове зварювання із захисним газом. Під час зварювання слід враховувати особливості сталі та стежити за правильною температурою і швидкістю нагріву та охолодження.

**Висновок.** У статті розглянуті питання розробки та тестування антитерористичного сміттевого контейнера для громадських місць, що відповідає вимогам вибухозахисту та забезпечує безпеку навколишнього середовища та людей. Як матеріал для контейнера було обрано сталь класу S355J2W+N, що має високу міцність та вибухостійкість. Для розрахунку вибухових навантажень використовували відповідні формули і методи проєктування.

Розроблений контейнер може бути використаний у різних громадських місцях, таких як парки, площі та туристичні зони, де є потенційна загроза терористичних актів. Такі контейнери можуть суттєво зменшити ризики та мінімізувати збитки від можливих вибухів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Антитерористичні сміттеві контейнери: характеристики та виробництво: <https://promzdorovie.ru/sanitarno-gigienicheskie-izdeliya/antiterroristicheskie-musornye-kontejnery-kharakteristiki-i-proizvodstvo.html>
2. "Design and Experimental Evaluation of an Innovative Anti-Terrorism Waste Container" by F. Parisi, G. Sciumè, and A. Di Graziano (2019). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919301427>
3. "Design and Performance Evaluation of an Anti-Terrorism Waste Container Using Numerical Simulations" by K. Lee, J. Lee, and J. Koo (2017). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237316313711>
4. EN 10025-5 клас S355J2W високоякісної сталі S355J2W <http://ru.marinesteels.com/corten-steel/en-10025-5-grade-s355j2w-high-quality-steel.html>
5. "Assessment of the Blast Resistance of Anti-terrorism Trash Receptacles" by M. El-Tawil, S. Selim, and W. Blaszak (2013). <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784412623.028>
6. Сміттеві контейнери, стійкі до вибухів: [https://trashbox.ru/topics/118290/musornye\\_kontejnery\\_ustojchivye\\_k\\_vzryvam](https://trashbox.ru/topics/118290/musornye_kontejnery_ustojchivye_k_vzryvam)
7. "Blast-resistant design of trash cans using finite element analysis" by S.M. Razavi and M. Ghasemi (2019). <https://link.springer.com/article/10.1007/s00158-018-2106-3>
8. "Development and evaluation of a prototype anti-terrorism waste bin" by W.B. Grant, D.R. Cormie, and D.H. Smith (2012). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088677981200043X>
9. Стандарти вибухозахисту сміттевих контейнерів: <http://xn--d1aba8ap.xn--p1ai/standardy-vzryvozashchity-musornykh-kontejnerov/>