

УДК 699.83

С. Цибульник, к.т.н., доц., П. МIRONENKO, к.т.н., доц., О. Паздрій

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБУ ЗАХИСТУ ВІД ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

S. Tsybulnyk, Ph.D., Assoc. Prof., P. Myronenko, Ph.D., Assoc. Prof., O. Pazdrii

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFICIENCY OF A WIND LOAD PROTECTION MEANS

Abstract. In the conditions of the Antarctic, the problem of ensuring the reliability of critical infrastructure facilities is very acute. One of the structures, which has high requirements for operational safety at the antarctic Vernadsky station, is a vertical steel tank. Therefore, this work presents the results of an experimental study of the effectiveness of a means of protecting the tank against wind load.

Вступ. Українська антарктична станція Академік Вернадський з 1996 року прийняла більше двадцяти п'яти експедицій, які протягом року знаходилися майже в повній ізоляції від зовнішнього світу. Одним з об'єктів критичної інфраструктури станції є вертикальний сталевий циліндричний резервуар для зберігання дизельного палива. Враховуючи складні кліматичні умови в районі станції, а також місце розташування, яке не дає змоги проводити належний моніторинг та поточний ремонт, за роки своєї експлуатації технічний стан резервуару значно погіршився [1]. Отже, проблема забезпечення безаварійної експлуатації вертикального сталевих циліндричного резервуару на станції Академік Вернадський на сьогодні є не вирішеною та актуальною. Саме тому метою даної роботи є проведення експериментальних досліджень макетної моделі засобу захисту циліндричних об'єктів від вітрового навантаження для підтвердження результатів імітаційного моделювання, яке було проведено у попередніх роботах [2, 3].

Результати досліджень. Як показало імітаційне моделювання [2], для ефективного захисту резервуара можна використовувати обтічники круглої та зіркоподібної форми у поперечному перерізі. У якості макетної моделі об'єкту захисту використано вертикальний сталевий резервуар об'ємом 0,04 м³. Враховуючи, що імітаційне моделювання проходило з урахуванням реальних розмірів об'єкта захисту, для експериментального дослідження усі геометричні характеристики (розміри, відстань до місця установки засобу захисту, тощо) були перераховані з урахуванням коефіцієнта подібності.

На основі результатів імітаційного моделювання та отриманих після перерахунку даних створено схеми проведення експерименту для різних варіантів засобу захисту. Усього було розглянуто три наступних випадки: без засобу захисту, із засобом захисту з круглим (діаметр 100 мм та 150 мм) поперечним перерізом, із засобом захисту з зіркоподібним (діаметр вихідного циліндру 100 мм та 150 мм) поперечним перерізом. Схему проведення експерименту з зіркоподібним обтічником із радіусом вихідного циліндру 100 мм зображено на рис. 1.

Для кожного з трьох описаних вище варіантів засобу захисту розроблено методику проведення експерименту. Наприклад, дослідження засобу захисту зіркоподібної форми проходило за наступною методикою:

- 1) Підготувати пульверизатор з водою, попередньо розчинивши у ній водорозчинну фарбу темного кольору.
- 2) Установити та закріпити вентилятор.
- 3) У відповідності до зображеної на рис. 1 схеми, на відстані 1 м (1000 мм) від вентилятора установити та закріпити обтічник зіркоподібної форми з радіусом труби-заготовки 50 мм (75 мм).

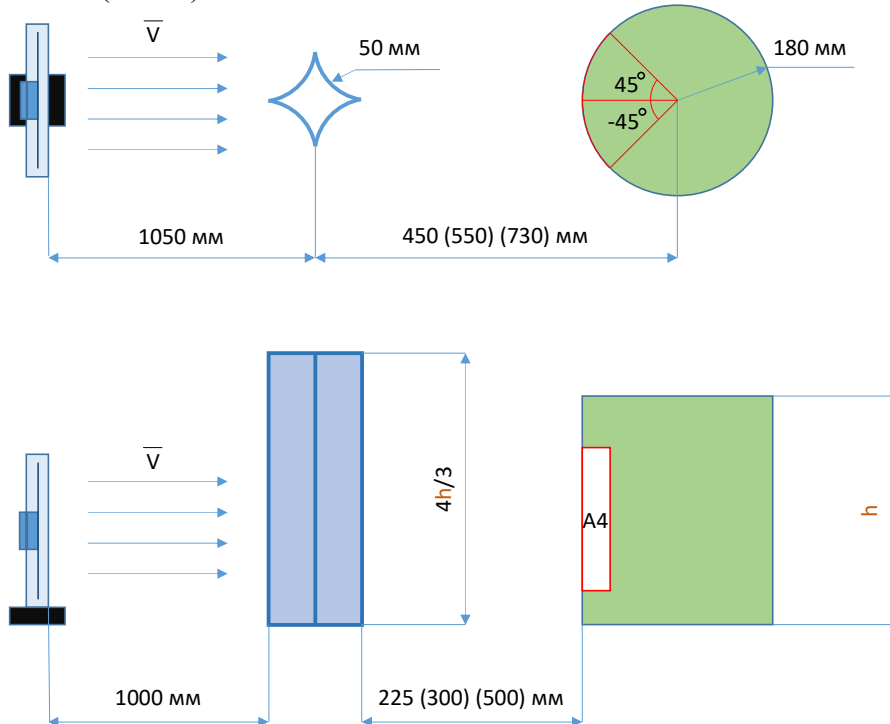


Рис.1. Схема проведення експерименту

4) У відповідності до зображеної на рис. 1 схеми, установити вертикальний циліндричний сталевий резервуар з радіусом 180 мм на відстані 225 мм між крайніми точками обтічника та резервуара. Крайні точки обтічника та резервуара визначаються за умови паралельності дотичних до радіусів (які є нормальними у точках дотику) цих об'єктів.

5) У відповідності до зображеної на рис. 1 схеми, наклеїти на резервуар листи білого паперу формату А4 таким чином, щоб була покрита позначена червоним кольором область (сектор).

6) Увімкнути запис відео.

7) Увімкнути вентилятор на максимальні оберти.

8) Крізь задню сітку вентилятора обережно розпилити воду з фарбою з пульверизатора на лопаті, які обертаються. **Застереження:** вода не має потрапити на відкриті частини двигуна, щоб виключити можливість виникнення короткого замикання!

9) Повторити етап 8) необхідну кількість разів для забезпечення повноти та однозначності визначення областей розподілу фарби по паперу.

10) Вимкнути вентилятор.

11) Зафіксувати на фото та відео результати експерименту, завершити запис відео.

12) Етапи 4)-11) повторити для відстаней між крайніми точками обтічника та резервуара 300 мм та 500 мм.

Аналогічні методики використовувалися для проведення експериментів з обтічником з круглим поперечним перерізом та без засобу захисту. Якісні результати експериментів зображено на рис. 2.

Отримані в ході експерименту якісні результати добре узгоджуються з імітаційним моделюванням і доводять високу ефективність використання обтічників для захисту об'єктів циліндричної форми. Обтічник зіркоподібної форми з діаметром труби-заготовки 150 мм показав найбільшу ефективність, проте в реальних умовах експлуатації не завжди є можливим зведення поруч з об'єктом захисту конструкції, яка за своїми розмірами аналогічна самому резервуару. Саме тому рекомендується використовувати для захисту зіркоподібний обтічник з діаметром труби-заготовки 100 мм, який показав не на багато гірший результат.



Рис. 2. Результати експерименту: а) без використання засобу захисту; б) з використанням засобу захисту

Окрім зображених на рис. 2 якісних характеристик розподілу вітрового навантаження за допомогою термоанемометра FLUS ET-961 додатково було проведено вимірювання величини швидкості повітряного потоку. У ході вимірювання визначено, що максимальна швидкість повітряного потоку зменшується в 4 рази при використанні обтічника зіркоподібної форми у порівнянні з випадком відсутності засобу захисту. Отже, кількісні показники фізичного експерименту також підтверджують результати імітаційного моделювання і дають змогу зробити висновок про високу ефективність розроблених засобів захисту резервуара.

У подальших дослідженнях необхідно провести імітаційне моделювання елементів інфраструктури станції Академік Вернадський зі встановленим засобом захисту вертикального сталевого циліндричного резервуару з урахуванням актуальної рози вітрів. Це дасть змогу визначити місце розміщення обтічника для забезпечення ним найбільшої ефективності зниження навантаження від повітряного потоку.

Література.

1. Жук Г.В., Мороз И.В., Барвинко А.Ю., Барвинко Ю.П., Посыпайко Ю.Н. Особенности строительства и эксплуатации резервуара РВС-200 для хранения дизельного топлива в Антарктиде на станции «Академик Вернадский». *Автоматическая сварка*, 2017, № 2, С. 36-40.
2. Tsybulnyk S., Komenchuk I., Tymchenko A. Simulation of airflow at the Vernadsky station for multi-site damage identification. *Ukrainian Antarctic Journal*, 2017, № 16, С. 210-217.
3. Цибульник С.О., Накорик В.В., Рупіч С.С., Півторак Д.О. Моделювання повітряного потоку в районі української антарктичної станції. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях, 2022, № 2 (12), С. 61-68. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.02.09>