

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 624.87-049.7

К. М. ПЕРЕПЕЛИЦЯ<sup>1\*</sup>, С. В. КЛЮЧНИК<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Кафедра «Військова підготовка спеціалістів Державної спеціальної служби транспорту», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (096) 738 54 25, ел. пошта kirill\_perpelitsa@ukr.net, ORCID 0009-0006-4454-7237

<sup>2</sup> Кафедра «Транспортна інфраструктура», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38(050) 667 40 49, ел. пошта s.v.kliuchnyk@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-7771-8377

### ВИКОРИСТАННЯ НАПЛАВНИХ (ПОНТОННИХ) МОСТІВ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ПРИКРИТТЯ ТРАНСПОРТНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Мета.** Метою даної роботи є дослідження теми наплавних (понтонних) систем мостів як варіанта подолання водних перешкод, засобу технічного прикриття об'єктів національної транспортної інфраструктури, аналіз сучасної ситуації по застосуванню наявного майна наплавних систем з метою визначення напрямків подальших досліджень у цьому напрямку. **Методика.** Дослідження наявних наплавних (понтонних) систем мостів, їхньої класифікації та технічних характеристик, в контексті засобів технічного прикриття важливих транспортних об'єктів та подолання водних перешкод в умовах військового сьогодення. **Результати.** Проведено системний аналіз наплавних (понтонних) мостів як варіанту подолання водних перешкод для технічного прикриття об'єктів транспортної інфраструктури, розглянуто всі наявні наплавні (понтонні) засоби, що можуть бути використані за призначенням, визначено необхідність моделювання наплавних (понтонних) систем для розширення можливостей їх застосування. **Наукова новизна.** Науковий інтерес полягає в тому, що провівши аналіз класифікації та технічних характеристик наявних засобів наплавних (понтонних) систем мостів встановлено основні напрямки для проведення подальших досліджень та їх моделювань, що створить умови для їх оптимізованого застосування враховуючи виклики сьогодення в подоланні широких водних перешкод, технічного прикриття об'єктів національної транспортної інфраструктури наведенням дублюючих тимчасових наплавних мостів (паромних переправ). **Практична значимість.** Майно наплавних (понтонних) систем мостів необхідне для забезпечення технічного прикриття об'єктів національної транспортної інфраструктури. Враховуючи обмежену кількість однотипних систем наявних наплавних систем мостів, актуальним є дослідження адаптації різних схем конфігурацій комплектів наплавних систем тим самим розширення можливості їх застосування та забезпечити усі необхідні умови для подолання найширших водних перешкод України.

*Ключові слова:* наплавні (понтонні) мости; подолання водних перешкод; технічне прикриття; функціонування транспортної інфраструктури

#### Вступ

Географічні характеристики країн Центральної Європи показують, що 70 % водних перешкод мають ширину до 50 м і ці перешкоди зустрічаються в середньому кожні 6...7 км (Szelka, & Wysoczański, 2022), відповідно 30 % водних перешкод мають ширину більше 50 м. Враховуючи те, що рельєф України переважно рівнинний (95 % території), річки мають порівняно не високі береги, це є сприятливими умовами для наведення дублюючих наплавних (понтонних) мостів (паромних переправ) при технічному прикритті важливих об'єктів національної транспортної інфраструктури та актуа-

льним методом для подолання водних перешкод в умовах війни та інших кризових ситуаціях.

Документально зафіксованим початком зведення понтонних (наплавних) систем мостів в Україні можна вважати дерев'яний наплавний міст, який був побудований у Києві в XII столітті.

Актуальність теми використання наплавних (понтонних) систем мостів посилюється умовами сьогодення, внаслідок бойових дій з боку зс рф було зруйновано велику кількість штучних споруд. Пошкоджені об'єкти інфраструктури, що перебувають на деокупованій території, підлягають відновленню, але виконання робіт по капітальному відновленню в районах

де рівень небезпеки з боку ворога не спадає не виправдане, натомість наведення (понтонного) мосту виконає завдання з функціонування транспортної інфраструктури при порівняно невеликих матеріальних витратах.

### Мета

Метою даної статті є дослідження теми наплавних (понтонних) систем мостів як варіанту подолання водних перешкод. Аналіз наявних наплавних (понтонних) засобів, що використовується для технічного прикриття об'єктів транспортної інфраструктури. Встановлення напрямків подальших досліджень для перспективного розвитку наявних наплавних (понтонних) систем мостів, що забезпечить надійне логістичне забезпечення та стійке функціонування національної транспортної інфраструктури.

### Методика

Дослідження міжнародного досвіду, узагальнення досвіду застосування наплавних (понтонних) систем мостів в Україні в умовах війни, аналіз застосування наявного майна наплавних (понтонних) систем мостів, визначення їх особливостей.

### Результати

Наплавним (понтонним) мостом називається міст, що має плавучі опори-понтони. Розрізняють наступні види наплавних (понтонних) систем мостів ті, що мають плавучі опори, які опираються на воду та з'єднанні між собою прогоновими будовами, по верхній частині яких здійснюється рух навантаження та ті наплавні мости в яких плавучі опори-понтони виконують функції прогонової будови, при з'єднанні між собою вони утворюють наплавний міст (міст-стрічка).

Наведення тимчасових понтонних мостів виконується під час створення дублюючих мостових переходів (паромних переправ) та відновлення руху транспорту на ділянках із зруйнованими транспортними спорудами. Понтони з комплектів наплавних мостів можуть використовуватись в якості майданчиків для встановлення спеціальної будівельної техніки при будівництві (відновленні) транспортних об'єктів.

Наплавні (понтонні) системи мостів для подолання широких та глибоких водних переш-

код зводять також в якості капітальних споруд. Світовим досвідом будівництва наплавних (понтонних) систем мостів є міст Нордхордланд (рис. 1) який знаходиться в Норвегії та перетинає Салхус-фьорд в точці де його довжина складає 1300 м, а глибина 500 м. Плавучий міст має 12 прольотів завдовжки 113 м, кожен із них тримається на воді завдяки 10 понтонам із високоміцного легкого бетону.



Рис. 1. Міст Нордхордланд

Одним кінцем він прикріплений безпосередньо до берега, а іншим кінцем – закріплений за допомогою кесона, зануреного у воду та врізаного у скелю на глибині близько 30 м. Проліт мосту є ортотропною сталеву коробчастою балкою висотою близько 5,5 м. Палуба знаходиться на висоті близько 11 м над водою та з'єднана з нерухомою частиною мосту легким пандусом на одному кінці секції плавучого мосту (Unique combination of floating bridge and cable-stayed bridge).

При виборі варіанту подолання водної перешкоди шляхом зведення наплавного (понтонного) мосту слід розглянути переваги та недоліки наплавних (понтонних) систем мостів. До переваг застосування наплавних (понтонних) систем мостів відносяться:

- зводяться дуже швидко при порівняно невеликих матеріальних витратах;

- глибина водної перешкоди та характеристики її дна не важливі в порівнянні з іншими системами мостів, у зв'язку з відсутністю необхідності зведення фундаментів та опор мосту;

- мобільність та уніфікованість елементів дає можливість до застосування їх в різних варіантах виконання забезпечуючи необхідну довжину прогонової будови та вантажопідйомність відповідно до логістичних вимог на тій чи іншій ділянці дороги;

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

– при правильних умовах монтажу, демонтажу експлуатації та зберіганні мають багатозначність використання.

До недоліків наплавних (понтонних) систем мостів слід віднести:

– експлуатація при збільшенні швидкості течії може бути ускладнена, а в залежності від типу системи при швидкості течії більше 2 м/с міст розводиться та не функціонує;

– засоби з'єднання частин мосту (берегова, річкова) та окремих елементів (понтони, прогоны) потребують постійного контролю за їх станом;

– існують обмеження швидкості руху навантаження у зв'язку із передачею навантаження на поверхню води та пов'язаних з цим нахилів частин мосту;

– суцільний перетин водної перешкоди мостом ускладнює пропуск суден, тому виникає потреба у розведенні частин мосту.

Існують наступні класифікації понтонних (наплавних) систем мостів за відповідними характеристиками.

За видом навантаження бувають: пішохідні; автодорожні; залізничні; комбіновані.

За матеріалом поділяють на: дерев'яні; металеві; залізобетонні; виготовлені з пластмаси; комбіновані.

За методом з'єднання та спирання прогонових будов на опори розділяють на статично визначені та статично невизначені (рис. 2).

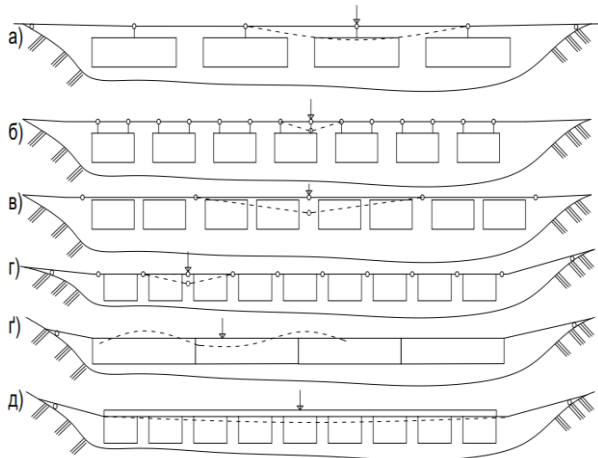


Рис. 2. Схеми наплавних (понтонних) мостів за методом з'єднання

До статично визначених систем відносять:

1) систему зі з'єднанням розрізних прогонів в центрі понтонної опори (рис. 2, а);

2) систему зі з'єднанням розрізних прогонів по краях понтонної опори (рис. 2, б);

3) систему зі з'єднанням розрізних прогонів в прогоні, з посиленними понтонними опорами (рис. 2, в);

4) систему зі з'єднанням розрізних прогонів в прогоні (рис. 2, г).

До статично невизначених систем відносять:

5) міст-стрічка (наплавний міст) (рис. 2, г);

6) нерозрізна прогонова будова на понтонних опорах (рис. 2, д).

Порівнюючи між собою розрізні та нерозрізні системи слід віддати перевагу нерозрізній системі наплавних (понтонних) мостів у зв'язку з прийняттям усією системою навантаження, натомість розрізна система з окремими плавучими опорами-понтонними вимагає підвищеної вантажопідйомності опор через прийняття кожною з них навантаження.

У зв'язку зі збільшенням інтенсивності військових операцій в світі, а також все більш активною участю збройних сил в боротьбі з наслідками стихійних лих, це впливає на конструктивні рішення, що використовуються у системах військових мостів. Найбільш важливим фактором оптимізації є швидкість розгортання, до якої зводяться всі структурні рішення.

Для забезпечення пропуску великовагових транспортних засобів штучними спорудами через водні перешкоди збройні сили НАТО поділяють військові мости на три категорії:

– штурмові мости, так звані мости близької підтримки, перевозяться і встановлюються на гусеничному шасі, з прогонами довжиною близько 20 м;

– загальні опорні мости (GSB – general support bridges) з прогонами близько 40 м, перевозяться на декількох колісних транспортних засобах;

– мости ліній зв'язку (LOC – line-of-communication bridges), які найчастіше є складними або понтонними конструкціями, використовуються для переправи через широкі водойми.

Ця класифікація була створена у відповідь на різні сценарії використання, а також у зв'язку із конструктивними відмінностями між перерахованими трьома категоріями мостів. Мости LOC і GSB часто використовуються в рамках заходів із ліквідації наслідків кризових ситуацій для підтримки місцевого населення,

забезпечення життєдіяльності мережі доріг. Використовуються в якості тимчасових мостів, які замінюють постійні мости, пошкоджені повеннями (Chmielewski, Piechota, & Bawiec, 2020; Fenerci, Kvåle, Xiang, & Øiseth, 2022; Szelka, & Wysoczański, 2022).

Сучасним рішенням для критично важливої інфраструктури є використання наплавних (понтонних) мостів Acrow 700XS (рис. 3).



Рис. 3. Міст Acrow 700XS

Плавучі мости Acrow охоплюють відстань, визначену для виконання необхідних завдань, підтримка військових в якості мосту ліній зв'язку (LOC) або обслуговування гуманітарних цілей та завдань по наданню допомоги при стихійних лихах. Модульні мости Acrow 700XS, встановлені на системи плавучих опор. Розроблені для великих броньованих танків та інших тяжких транспортних засобів з навантаженням до військового класу навантаження (MLC) 120T/150W (WET GAP, 2023).

Вантажопідйомність тимчасових мостів в країнах членах НАТО описано в стандарті STANAG 2021 (AEP-3.12.1.5/STANAG 2021, 2017). За останні два десятиліття вимоги до вантажопідйомності значно зросли, від MLC 70T до MLC 100T і MLC 110W (рис. 4) (Donaldson, 2017) (T означає гусеничні машини та W означає колісні транспортні засоби), а в особливих випадках, таких як понтонні мости, навіть до MLC 120W.

В Україні транспортні споруди повинні витримувати навантаження, у тому числі тимчасові, на напрямках розгортання військ, що відповідають визначеним вітчизняним навантаженням НГ-60, НК-80, НК-100 (ДБН В.1.2-15:2009, 2009) (рис. 5).

Ведення бойових дій на території України підкреслило необхідність застосування понтонних систем мостів для підтримання функціонування транспортної інфраструктури держави.

MLC	Tracked vehicle (T)	Wheeled vehicle (W)
50	Weight, total: 43.36 tonnes 	Weight, total: 52.62 tonnes 
70	Weight, total: 63.50 tonnes 	Weight, total: 73.02 tonnes 
100	Weight, total: 90.72 tonnes 	Weight, total: 104.33 tonnes 

Рис. 4. Вимоги до вантажопідйомності за стандартами НАТО

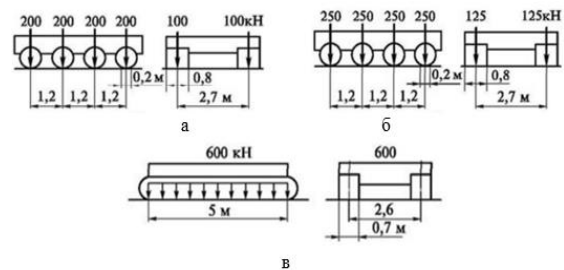


Рис. 5. Схема тимчасового навантаження:  
 а – НК-80, б – НК-100, в – НГ-60

На території України було застосовано багато варіантів наплавних (понтонних) систем мостів, дослідження їх можна розглянути на основі наведеної наплавного мосту НЖМ-56 (НЖМ-56, 1977).

Наплавний міст НЖМ-56 призначений для наведення залізничних та автомобільних наплавних мостів та влаштування поромних переправ через широкі та глибокі водні перешкоди. Матеріальна частина парку НЖМ-56 включає майно розбірних конструкцій наплавних мостів і поромних переправ, а також допоміжні засоби та обладнання. Майно складається з двох основних частин: опор та прогонових будов.

Варіантом застосування штатної наплавної (понтонної) системи є міст підвищеної пропускної спроможності (рис. 6) через р. Десна (Гернич, & Ключник, 2022).

Сьогодні наплавні (понтонні) системи мостів використовуються в якості відновлення зруйнованих штучних споруд, а також для перетину водних перешкод в ході наступу або штурму Силами безпеки й оборони України. Інженерні та понтонно-мостові підрозділи Сил безпеки і оборони України на озброєнні мають штатні засоби для подолання водних перешкод,

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

але після повномасштабного вторгнення зс рф їх чисельність була доповнена тими, що були надані країнами-партнерами, а також наплavnими системами, що були використані військами ворога та залишені на території України під час відступу (трофейні мости).



Рис. 6. Автостроїний наплавний міст НЖМ-56 через р. Десна біля м. Чернігів

До штатних наплавних (понтонних) систем мостів відносяться: НЖМ-56, ПМП (рис. 7), плашкоут ПМ-70 (рис. 8) секції якого можна використовувати в якості плавучих опор понтонних мостів.



Рис. 7. Переправа з майна ПМП через р. Оскіл в Харківській обл.

Нідерланди передали Україні шість понтонних машин М3 Amphibious Rig, які дозволяють створити прогін довжиною 40 метрів. Також їх можна використовувати як транспортні пороми.

Моторизований наплавний міст (МФВ). МФВ відрізняється від інших машин-мостоукладчиків тим, що це комбінований засіб – і понтонний міст, і автомобіль-амфібія одночасно. Це дозволяє швидше переміщати конструкцію мосту і додатково використовувати його як переправу. Кілька МФВ можна з'єднати разом, щоб створити традиційний понтонний міст.



Рис. 8. ПМ-70 під час відновлення мосту через р. Інгулець Бериславського р-ну Херсонської обл.

Франція поставила Україні чітко невказану кількість своїх систем PFM (pont flottant motorisé) (Kyiv Post Ukraine's global voice, 2023).

Наплавну (понтонну) систему Ponton 100 (рис. 9) надали Швецькі іноземні партнери яку застосовують в якості наведення понтонних мостів та поромних переправ.



Рис. 9. Понтонна переправа Ponton 100 через р. Оскіл в Харківській обл.

Підрозділами зс рф на території України були використані частини комплектів наплавних систем МЛЖ-ВТ (рис. 10) та ПМП різних років виробництва, а в ході відступу залишені на території деокупованих регіонів.

У зв'язку з різноманітністю конструкцій призначених для наведення наплавних переправ для забезпечення технічного прикриття важливих транспортних об'єктів через широкі водні перешкоди доцільно розглянути питання адаптації до спільного застосування різних схем конфігурацій комплектів наявних наплавних (понтонних) систем мостів в одній переправі.



Рис. 10. Тимчасова мостова переправа МЛЖ зс рф

### Моделювання плавучих систем

Сучасні розрахункові комплекси дозволяють змоделювати роботу реальних систем. Для створення моделей наплавних (понтонних) систем мостів необхідно визначити параметри які будуть фундаментальними: плавучість понтонної опори; довжина прогону; жорсткість прогонової будови; вантажопідйомність понтонного мосту; метод з'єднання та спирання прогонових будов на плавучі опори розраховуючи які, відповідно до завдання, можна отримати варіанти влаштування необхідних мостових переходів, та встановити шляхи подальших досліджень наплавних (понтонних) систем.

Створення варіантів мостових конструкцій, наприклад, з наявного майна НЖМ-56 можна виконати за допомогою використання програмних комплексів, що реалізують метод скінчених елементів. Для цього необхідно порівняти результати роботи секцій понтону (кормової, середньої, носової) мосту НЖМ-56 окремо та разом в складі цілого понтону відображені у довідковій літературі з результатами моделювання.

Під час створення середовища секцій понтону обов'язковим елементом є відтворення

плавучості опори. Понтон моделюється як тонкостінний елемент коробчастого перерізу з відповідними розмірами, що спирається на ряд рівномірно розподілених пружних опор (для імітації плавучості). Для отримання значення відповідної повздожньої жорсткості пружних опор, які залежать від густини води, слід врахувати всі параметри, що впливають на неї. Густина прісної води при температурі 20 °С становить 998,2 кг/м<sup>3</sup>. Існує залежність значення густини води відповідно до її температури та солоності, для порівняння густина води при температурі 28 °С та солоністю 3,8 % становить 1024,67 кг/м<sup>3</sup>.

Враховуючи вже відомі параметри (розміри та масу) секцій понтону, задані навантаження та відповідні осадки секцій їх було порівняно вже з задалегідь відомими значеннями технічної документації понтонного мосту (Книга «Наплавний залізничний міст НЖМ-56» 1977). Виконавши всі необхідні етапи побудови моделі (рис. 11) за допомогою програмного забезпечення, що реалізує МСЕ отримали результати, що відповідають технічними характеристиками секцій понтону НЖМ-56 (табл. 1).

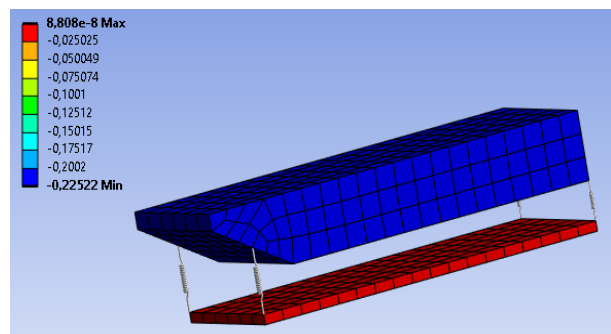


Рис. 11. Модель носової секції НЖМ-56

Таблиця 1

Назва таблиці

№ з/п	Назва секції понтону	Тиск від власної ваги (задане навантаження)	Осадка від власної ваги (від навантаження) згідно технічної документації	Осадка від власної ваги (від навантаження) отримана за допомогою програмного забезпечення	Різниця %
1.	Кормова	1718 Па (2256 Н)	0,18 м (0,19 м)	0,175 м (0,184 м)	2,8 % (3,2 %)
2.	Середня	1551 Па (2256 Н)	0,16 м (0,17 м)	0,158 м (0,167 м)	1,25 % (1,7 %)
3.	Носова	1676 Па (2256 Н)	0,2 м (0,21 м)	0,213 м (0,225 м)	6,1 % (6,7 %)
4.	Понтон з 3х секцій	4945 Па (6762 Н)	-	0,171 м (0,181 м)	-

### Наукова новизна та практична значимість

Науковий інтерес полягає в проведенні аналізу наявного матеріального ресурсу наплавних (понтонних) систем мостів та проведенні деяких етапів моделювання за допомогою використання програмних комплексів, що реалізують МСЕ. Сучасні програмні комплекси дозволяють змоделювати роботу систем різного типу та з високою точністю отримати параметри напружено-деформованого стану та їх зміни. Перспективним напрямком досліджень є адаптація різних схем конфігурації наявних наплавних (понтонних) систем до їх спільного застосування для подолання широких водних перешкод, технічного прикриття об'єктів національної транспортної інфраструктури.

### Висновки

Було досліджено питання подолання водних перешкод за допомогою наплавних (понтонних) системи мостів. У результаті проведених досліджень можна зробити висновки:

1. Географічні умови території України сприятливі для застосування наплавних (понтонних) систем мостів для подолання водних перешкод в якості тимчасових мостів.

2. Рациональне використання наявного майна наплавних (понтонних) систем мостів, що є на озброєнні Сил безпеки й оборони України здатне забезпечити надійне наведення дублюючих мостових переправ для технічного прикриття транспортної інфраструктури України в умовах військового стану.

3. Моделювання варіантів улаштування наплавних (понтонних) систем за допомогою використання програмних комплексів, що реалізують МСЕ сприятиме диференціації напрямків подальших досліджень.

4. Зважаючи на різноманітність конструкцій наявних наплавних (понтонних) мостів, існує обмеженість по кількості (довжині), тож доці-

льним кроком буде розгляд можливостей використання в одній переправі різні схеми конфігурацій комплектів наплавних систем. Це дозволить наводити наплавні мости через найширші річки України.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- AEP-3.12.1.5/STANAG 2021 (2017). Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles (ed. 8).
- Chmielewski, R., Piechota, M., & Bawiec, B. (2020). Emergency use of a floating bridge within a large urban conurbation. *Engineering Expert*, 1, 24-34. DOI: <https://doi.org/10.37105/enex.2020.1.1.04>
- Donaldson, P. (2017). Combat engineering update. *Military Technology*, 12, 29-32. DOI: <https://doi.org/10.1002/au.30103>
- Fenerci, A., Kvåle, K. A., Xiang, X., & Øiseth, O. (2022). Hydrodynamic interaction of floating bridge pontoons and its effect on the bridge dynamic responses. *Marine Structures*, 83, 103174.
- Kyiv Post Ukraine's global voice (2023). «Як понтони можуть допомогти Україні обійти мінні поля, окопи та танкові пастки», Стів Браун, 17.08.2023. URL: <https://www.kyivpost.com/uk/analysis/20652>
- Szelka, J., & Wysoczański, A. (2022). Modern structures of military logistic bridges. *Open Engineering*, 1, 1106-1112. DOI: <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0391>
- WET GAP (2023). WET GAP Acrow floating bridges support mission-critical long-span water crossings. URL: <https://acrowbridge.co.uk/solutions/military-bridges/wet-gap-bridges/>
- Гернич, М. В., & Ключник, С. В. (2022). Використання майна наплавного мосту НЖМ-56 зважаючи на виклики військового сьогодення. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 2022, 22, 27-32.
- ДБН В.1.2-15:2009 (2009). *Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи*. Київ: Мінрегіонбуд України.
- НЖМ-56 (1977). Наплавний залізничний міст НЖМ-56. Технічний опис та інструкція по монтажу, перевезенню, зберіганню та експлуатації.

К. М. PEREPELYTSA<sup>1\*</sup>, S. V. KLIUCHNYK<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Department «Military Training of Specialists of the State Special Service of Transport», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana Str., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (096) 738 54 25, e-mail kirill\_perepelitsa@ukr.net, ORCID 0009-0006-4454-7237

<sup>2</sup> Department «Transport infrastructure», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana Str., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (050) 667 40 49, e-mail s.v.kliuchnyk@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-7771-8377

## USE OF FLOATING (PONTOON) BRIDGES FOR THE ENGINEERING COVER OF TRANSPORT FACILITIES

**Purpose.** The purpose of this work is to investigate the topic of floating (pontoon) bridge systems as an option for overcoming water obstacles, a means of technical cover for national transport infrastructure facilities, and to analyze the current state of application of existing floating system property in order to determine the directions of further research in this area. **Methodology.** Research of existing floating (pontoon) bridge systems, their classification and technical characteristics, in the context of means of technical cover of important transport facilities and overcoming water obstacles in the conditions of modern warfare. **Findings.** Provision of temporary pontoon bridges is carried out during the creation of duplicate bridge crossings (ferry crossings) and the restoration of traffic in areas with destroyed transport facilities. Pontoons from sets of floating bridges can be used as platforms for installing special construction equipment during the construction (restoration) of transport facilities. A systemic analysis of floating (pontoon) bridges as an option for overcoming water obstacles for the technical cover of transport infrastructure facilities was conducted. All available floating (pontoon) means that can be used for their intended purpose were considered, and the need for modeling floating (pontoon) systems to expand their application possibilities was determined. **Originality.** The scientific interest lies in the fact that after conducting an analysis of the classification and technical characteristics of the available means of floating (pontoon) bridge systems, the main directions for further research and their simulations have been established, which will create conditions for their optimized application, taking into account the challenges of today in overcoming wide water obstacles, technical cover objects of the national transport infrastructure by laying duplicate temporary floating bridges (ferry crossings). **Practical value.** Pontoon systems for bridges are essential for providing technical cover for national transport infrastructure objects. Given the limited number of identical systems available for pontoon bridge systems, it is relevant to research the adaptation of different pontoon systems in one crossing, thereby expanding their application possibilities and providing all the necessary conditions for overcoming the widest water obstacles in Ukraine.

**Keywords:** floating (pontoon) bridge; crossing water obstacles; engineering cover; operation of transport infrastructure

### REFERENCES

- AEP-3.12.1.5/STANAG 2021 (2017). Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles (ed. 8).  
Chmielewski, R., Piechota, M., & Bawiec, B. (2020). Emergency use of a floating bridge within a large urban conurbation. *Engineering Expert*, 1, 24-34. DOI: <https://doi.org/10.37105/enex.2020.1.1.04> (in English)  
Donaldson, P. (2017). Combat engineering update. *Military Technology*, 12, 29-32. DOI: <https://doi.org/10.1002/au.30103> (in English)  
Fenerci, A., Kvåle, K. A., Xiang, X., & Øiseth, O. (2022). Hydrodynamic interaction of floating bridge pontoons and its effect on the bridge dynamic responses. *Marine Structures*, 83, 103174. (in English)  
Kyiv Post Ukraine's global voice (2023). «Yak pontony mozht dopomohty Ukraini obiity minni polia, okopy ta tankovi pastky», Stiv Braun, 17.08.2023. URL: <https://www.kyivpost.com/uk/analysis/20652> (in Ukrainian)  
Szelka, J., & Wysoczański, A. (2022). Modern structures of military logistic bridges. *Open Engineering*, 1, 1106-1112. DOI: <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0391> (in English)  
WET GAP (2023). WET GAP Acrow floating bridges support mission-critical long-span water crossings. URL: <https://acrowbridge.co.uk/solutions/military-bridges/wet-gap-bridges/> (in English)  
Hernych, M. V., & Kliuchnyk, S. V. (2022). Vykorystannia maina naplavnoho mostu NZhM-56 zvazhaiuchy na vyklyky viiskovoho sohodennia. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 2022, 22, 27-32. (in Ukrainian)  
DBN V.1.2-15:2009 (2009). *Sporudy transportu. Mosty ta truby. Navantazhennia i vplyvy*. Kyiv: Minrehio-nbud Ukrainy. (in Ukrainian)  
NZhM-56 (1977). *Naplavnyi zaliznychnyi mist NZhM-56. Tekhnichniy opys ta instruktsiia po montazhu, perevezenniu, zberihanniu ta ekspluatatsii*. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 09.09.2024.

Прийнята до друку 14.10.2024.