

Саркісов Сергій, студент групи Д-12-23  
Саркісов Микола, студент групи Д-12-23  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **ВИКОРИСТАННЯ ВАНТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МОСТІВ**

Від початку повномасштабної війни в Україні зруйновано 346 мостів, майже половина з них – на дорогах державного значення. Найбільше постраждали переправи на території Київської, Чернігівської, Херсонської, Сумської, Харківської, Миколаївської та Донецької областей. Відбудова на цих територіях почалась у 2022 році. Деякі об'єкти потребували капітального ремонту, ще частину вдалось реконструювати або встановити там тимчасові переправи. Деякі мости нині відбудувати неможливо – через близькість до лінії фронту [1].

Міст – це споруда, яка призначена для перетину природних або штучних перешкод, таких як річки, озера, долини, дороги, залізниці, або інші водоймища та простори. Основна функція моста полягає в забезпеченні шляху для транспортних засобів (автомобілів, поїздів, пішоходів) з одного берега на інший.

Мости мають важливе значення у різних аспектах суспільного життя та розвитку, як стратегічні об'єкти для країни, зокрема це:

– забезпечення зв'язку – мости забезпечують зв'язок між різними районами, об'єктами та територіями, які розташовані по обидва береги водоймища або іншій перешкоді. Вони дозволяють людям, транспортним засобам та товарам легко та швидко перетинати ці перешкоди, що сприяє ефективному руху людей та розвитку економіки;

– розвиток транспортної інфраструктури – мости є важливою складовою транспортної інфраструктури. Вони дозволяють розвивати транспортні мережі, забезпечуючи зручний доступ до різних регіонів та об'єктів;

– економічний розвиток – мости сприяють розвитку економіки, стимулюючи торгівлю, туризм, розвиток місцевих галузей промисловості та послуг. Вони полегшують перевезення товарів та людей, що сприяє росту бізнесу та інвестицій;

– соціальна інтеграція – мости сприяють соціальній інтеграції, сприяючи спілкуванню та обміну між різними групами людей, регіонами та культурами. Вони забезпечують можливість для спільного життя, роботи та розвитку спільнот;

– безпека та зручність – мости дозволяють уникнути довгих об'їздів та скорочують час подорожі, що полегшує життя людей та поліпшує їхню якість життя. Крім того, вони сприяють зменшенню транспортних заторів та аварій, забезпечуючи безпечний та ефективний рух.

Отже, мости відіграють важливу роль у соціальному, економічному та культурному розвитку суспільства, забезпечуючи зв'язок, рух та інтеграцію між різними регіонами та спільнотами.

Мости можуть мати різні конструкції та форми, залежно від їхнього призначення, місцевих умов, матеріалів, доступних технологій та дизайну. Деякі основні типи мостів включають:

- аркові мости, які складаються з арки, яка підтримує мостову дорогу, зазвичай вони будуються з каменю або бетону.
- балкові мости мають прямокутні або прогнуті балки, які підтримують дорожню або залізничну платформу.
- пролетові мости складаються з пролетів, які покладені на опори та підтримують дорожню або залізничну платформу.
- вантові мости мають один або кілька вантів (або кабельних стрижнів), які простягаються від опори до опори і підтримують мостову дорогу.
- ланцюгові мости, які складаються з ланцюгів, які підтримують мостову дорогу, зазвичай вони будуються зі сталі.

Розглянемо більш детально особливості використання вантових конструкцій при будівництві мостів.

Вантові конструкції – це форма інженерних споруд, що складаються з вантів або кабельних стрижнів, які підтримують та утримують мостову платформу, дорожню або залізничну дорогу. Основна риса вантових конструкцій полягає в тому, що вони простягаються від опори до опори, утримуючи мостову споруду у повітрі.

Використання вантових конструкцій є дуже поширеним при будівництві мостів, оскільки ці конструкції мають кілька переваг:

- висока міцність і стабільність. Вантові конструкції здатні переносити великі навантаження, оскільки вони базуються на принципі розподілу сил. Це робить їх ідеальними для будівництва мостів, які перетинають широкі водні корпуси або об'єкти з великою кількістю транспортних засобів;
- естетичний вигляд. Вантові мости мають естетичний вигляд і можуть бути використані для створення вражаючих архітектурних споруд. Їх граційність та легкість вигляду роблять їх популярними серед дизайнерів.
- економія матеріалів. Вантові мости можуть бути побудовані з використанням меншої кількості матеріалів порівняно з іншими типами мостів. Це робить їх більш економічними та придатними для будівництва на великі відстані.
- швидкість будівництва. Будівництво вантових мостів може бути швидшим і ефективнішим порівняно з іншими типами мостів, оскільки вони можуть бути збудовані за допомогою передових технологій і механізмів монтажу.
- можливість пристосування до різних умов. Вантові мости можуть бути спроектовані і побудовані з урахуванням різних умов експлуатації, таких як сейсмічна активність або погодні умови.

Загалом, вантові конструкції є ефективним та надійним вибором для будівництва мостів, які вимагають перетину великих просторів та навантажень (рис. 1).

Вантові мости можуть мати різні форми та конфігурації, в залежності від специфіки проекту, архітектурних вимог та умов місцевості.

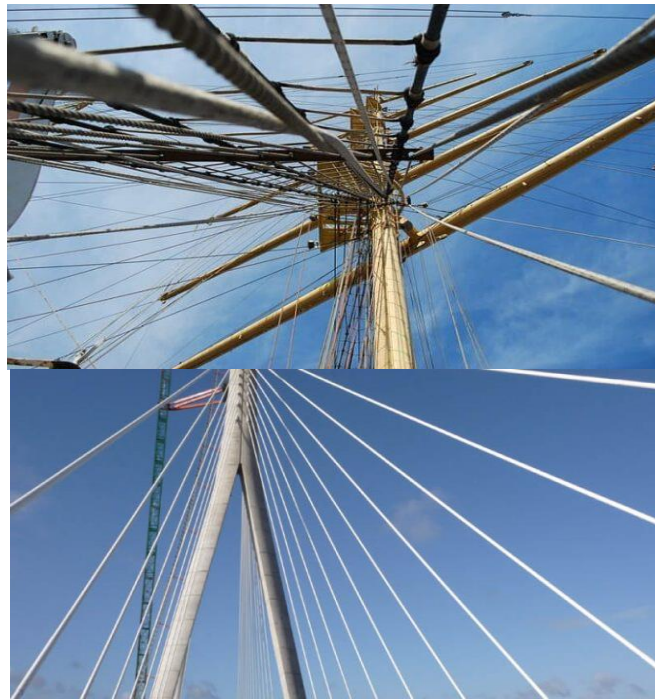


Рис. 1. Вантові конструкції

Основні компоненти вантової конструкції включають (рис. 2) [2]:

1. Ванти (кабельні стрижні) – це троси або кабелі, які простягаються від опори до опори та підтримують мостову платформу. Вони можуть бути виготовлені зі сталі, алюмінію або інших міцних матеріалів.
2. Опори (стовпи) – вертикальні структури, на яких встановлюються ванти. Опори можуть мати різні форми та розміри в залежності від архітектурного та інженерного дизайну моста.
3. Мостова платформа – частина моста, яка переносить дорожній або залізничний трафік. Вона може бути зведена зі сталевих балок, бетонних плит або інших матеріалів.
4. Підтримуюча конструкція – це додаткові елементи, які підтримують мостову платформу та забезпечують її міцність та стійкість. Вони можуть включати в себе балки, стійки, зварні частини та інші деталі.

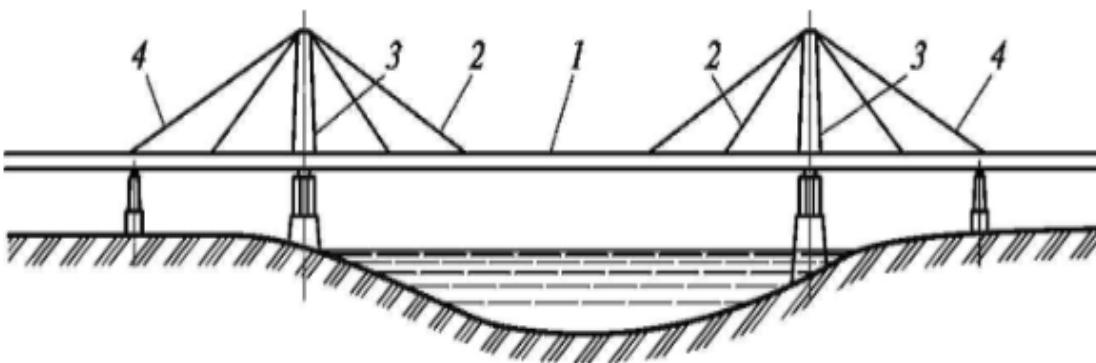


Рис. 2. Елементи вантового моста  
(1 – балка жорсткості; 2 – ванта; 3 – пілон; 4 – крайня ванта)

Вантові конструкції часто використовують у будівництві мостів через їхню ефективність, міцність та естетичну привабливість (рис. 3). Вони дозволяють перетинати великі водні простори або глибокі ущелини, забезпечуючи швидкий та безпечний рух транспорту та людей.



Рис. 3. Вантовий міст у Києві

Вантовий міст – це тип моста, який складається з одного або декількох вантів (або кабельних стрижнів), що простягаються від опори до опори і підтримують дорожню або залізничну платформу. Основна ознака вантових мостів – це велика пролітність, що дозволяє їм перетинати великі водні простори або глибокі ущелини без потреби встановлення стовпів у воді або на дні ущелини (рис.4).



Рис. 4. Вантовий міст в Ризі в Латвії через Даугаву з прольотом 312 м  
Основні компоненти вантового моста включають ванти (кабельні стрижні), які підтримують мостову платформу, опори (або стовпи), на яких встановлені ванти, і мостову платформу, яка переносить транспортні засоби або пішоходів. Вантові мости можуть мати різні конструкції і форми, включаючи прості вантові мости з одним вантом і складніші конструкції з декількома вантами і додатковими підтримками (рис. 5).

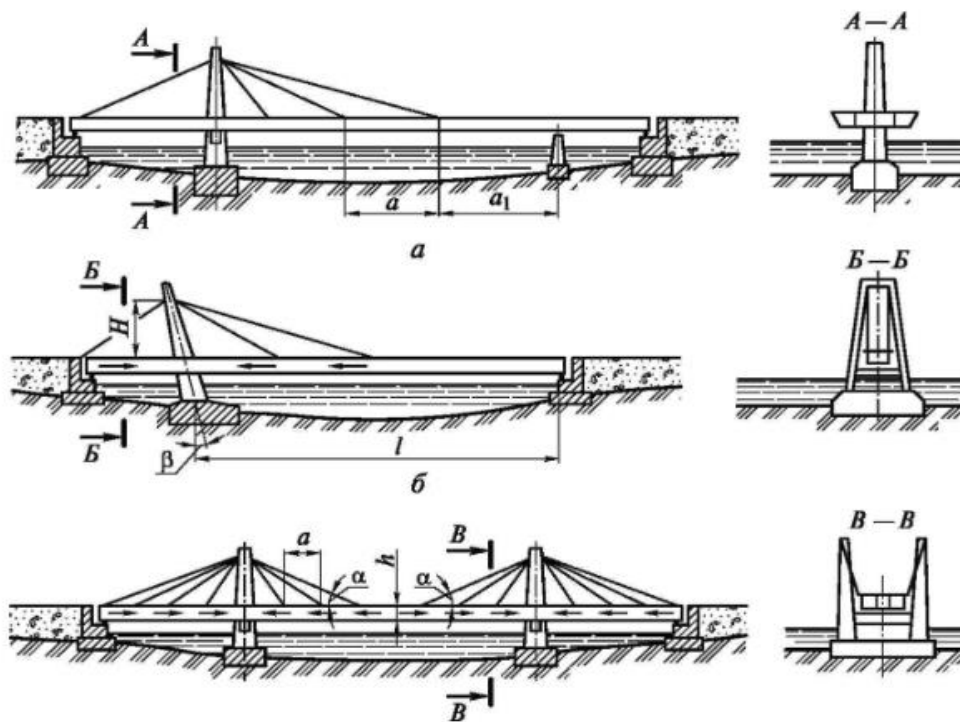


Рис. 5. Схеми вантових мостів розрізняють залежно від кількості пілонів, системи і кількості площин вант (з одним (а, б) і двома (в) пілонами) Вантові мости є дуже популярними через їхню велику пролітність, естетичний вигляд і високу міцність. Вони використовуються для перетину річок, проток, ущелин, а також для підвішення доріг і залізниць через великі водні простори (рис. 6).



Рис. 6. Вантовий міст Erasmus Bridge, Rotterdam

Конструктивні форми пілонів з двома і однією площинами вант представлено на рис. 7.

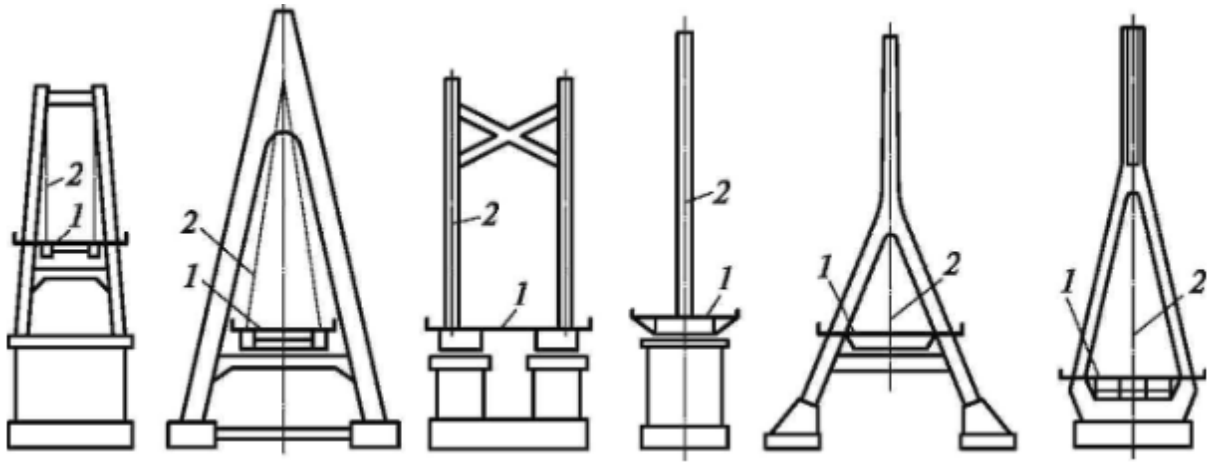


Рис. 7. Конструктивні форми пілонів  
(1 – балка жорсткості; 2- площина розташування вант)

При розташуванні вант в двох площинах використовують П-подібні, А-подібні і двустійкові пілони, проїжджаюча частина розміщується між ними, а тротуари виносяться на консолі за площини вант.

Споруди з вант вражають уяву грандіозністю і масштабами (рис. 8), а також технічними характеристиками [3]:

- ✓ міцність і довговічність матеріалів;
- ✓ низька матеріаломісткість;
- ✓ безпеку споруд;
- ✓ економічність;
- ✓ легкість і хороша транспортабельність елементів;
- ✓ простота в монтажі, без витрат на ліси і додаткове обладнання;
- ✓ можливість створення довгих безопорних прольотів.

Вони можуть бути виконані з різних матеріалів, таких як сталь, бетон або комбінації різних матеріалів.



Рис. 8. Вантовий міст Pont de Normandie, Франція

Схеми розташування вант в мостах: «пучок» та «арфа» зображено на рис. 9. У системі «пучок» ванти сходяться у верхній частині пілона в одній горизонтальній площині. У системі «арфа» ванти кріпляться до пілону в декількох рівнях і мають однаковий нахил до балки жорсткості.

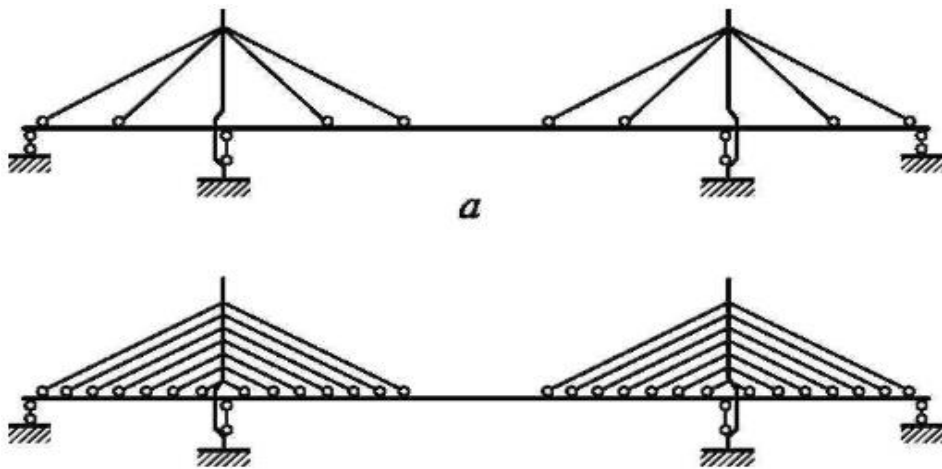


Рис. 9. Схеми розташування вант в мостах: «пучок», «арфа»

Завдяки можливостям вантових конструкцій різновиди пристроїв все частіше використовуються при будівництві мостів.



Рис. 10. Міст Акасі в Японії найдовший з усіх підвісних в світі (3911 м)

Покриття проїжджої частини вантових мостів є найважливішим елементом прогонової будови автодорожнього моста з ортотропної плитою. Воно повинно бути довговічним, трещиностойким, стійким проти зсуву, відповідати загальним вимогам, що пред'являються до дорожнього покриття (рис. 11).



Рис. 11. Мост Стоункаттерс

Покриття бувають товстими і тонкими. Від тонких в останні роки відмовляються через їх швидкого зносу і труднощів при усуненні нерівностей плити. Крім того, тонке покриття гірше розподіляє зосереджене тиск від колеса. Найбільш відповідальними елементами є шари захисту і зчеплення, безпосередньо укладаються на плиті.

Вантові мости продовжують залишатися символом інженерної майстерності та вражають своєю красою та ефективністю (рис. 12-14).



Рис. 12. Слауэрхофбруг. Був побудований в 2000 році. Ця унікальна споруда піднімається і опускається 10 раз за день за допомогою гідравліки.



Рис. 13. Міст Нормандія був побудований в 1995 році у Франції. Він перетинає річку Сену між Нормандією і Гавром. Центральний проліт становить 935 м. Вся довжина – більше 2-х км



Рис. 14. Міст без єдиного цвяха – Шеньян. Міст Вітру і Дощу Шеньян, розташований серед китайських рисових полів і гір, знаходиться в провінції Гуангкси.



Рис. 15. Вантові мости в Україні

Отже, вантові мости відіграють важливу роль у забезпеченні зв'язку між різними районами, розвитку транспортної інфраструктури та економічному зростанні. Вони є символами інженерної майстерності та архітектурної краси.

Література:

1. <https://sviydim.media/articles/rebuilt/yak-v-ukrayiny-vidnovlyuyut-mosty-zrujnovani-vijnoyu/>
2. <https://studfile.net/preview/7516846/page:27/>
3. <https://metallservice.com.ua/uk/vantovi-konstruktsiyi.html>

Науковий консультант: д.т.н., проф. Воропай О. В., зав. каф. деталей машин та теорії механізмів і машин.

Ткаченко А, студентка групи ДЕ-16т-23,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## МЕХАНІЗМИ ВПЛИВУ ЗМІН У НАДХОДЖЕННІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА КЛІМАТИЧНІ СИСТЕМИ

Навіть короткий опис моделей механізму впливу змін у надходженні сонячної енергії на кліматичні системи виходить за межі курсу кліматології, тому розглянемо тільки окремі приклади на тему про те, яку інформацію і яке розуміння може дати якісний аналіз простих математичних моделей клімату. Зосередимося на проблемах оледеніння у четвертичному періоді і на механізмах, які дозволяють кліматичній системі посилювати слабкі змінення у надходженні сонячної енергії.

Розглянемо випадок, коли сонячне випромінювання, що надходить на Землю, не врівноважується інфрачервоним випромінюванням, що повертається у космосічний простір. Температура випромінювання Землі описується рівнянням теплового балансу