

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ НАПЛАВНИХ МОСТІВ З РОЗВІДНИМ ПРОГОНОМ

*Федоров П.Б., ст. гр. ДМ-41-20,  
Науковий керівник: д.т.н., проф. каф. МКіБМ Бугаєвський С.О.  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Hood Canal Floating Bridge* [1-3] – плавучий міст через канал Худ. Міст через протоку Худ-Канал розташований у штаті Вашингтон в США і з'єднує Олімпійський півострів та півострів Кіцап через протоку Худ-Канал. Його довжина становить – 2398 м, плавуча частина – 1972 м, що робить його найдовшим плавучим мостом у світі, розташованим у приливно-відливному басейні з солоною водою, і третім за довжиною плавучим мостом загалом. Це був другий залізобетонний плавучий міст, побудований у штаті Вашингтон і вперше відкритий у 1961 р. (рис. 1).



Рисунок 1 – Hood Canal Floating Bridge, США (а-в)

З того часу він став життєво важливою сполучною ланкою для місцевих жителів, вантажоперевізників, пасажирів і туристів. Ця зручність суттєво вплинула на економічний розвиток, особливо у східній частині округу Джефферсон.

Деякі з технічних аспектів наведені нижче:

- центральний прогін складає 183 м;
- східний прогін важить понад 3800 т, а західний – понад 1000 т;
- середньодобовий трафік через міст Худ-Канал складає близько 15000 автомобілів. Пікова інтенсивність руху досягає 20000 автомобілів у літні вихідні;
- глибина води під понтонами варіюється від (24 до 104 м). У морському середовищі міст схильний до приливних коливань на 5 м.

Під час негоди розвідний прогін забирається (закриваючи міст для руху транспорту), коли вітер (64 км/год) або більше тримається протягом 15 хв., хоча він розрахований на максимальну швидкість вітру 133 км/год.

Процес проєктування і планування мосту через Худ-Канал тривав майже десять років, незважаючи на критику з боку деяких інженерів протягом усього цього часу. Критики ставили під сумнів використання плавучих понтонів над солоною водою, особливо в місці, де коливання припливів і відливів сягають 5 м, а воронкоподібний ефект каналу Худ може посилити інтенсивність вітрів і припливів. Глибина води, однак, зробила будівництво проміжних опор для інших типів мостів непомірно дорогим.

*Yumetani Floating Bridge* [1-3] – Юмемайський міст. Міст Юмемай довжиною 878 м включає 410-метрову розвідну секцію плавучого мосту і був завершений у 2000 р. в м. Осаки, Японія (рис. 2). Міст побудований через водний канал і плаває на двох порожнистих сталевих понтонах розміром 58×58×8 м кожен. Міст може повертатися навколо поворотної осі біля одного з кінців балки, коли необхідно забезпечити прохід дуже великих кораблів у каналі.



Рисунок 2 – Yumemai Floating Bridge, Японія

Варіанти навігаційного відкриття наплавних мостів (рис. 3).

F1. Варіант (F1) представляє собою навігаційний отвір для плавучого моста, що застосовується на мілководді. Палі утримують опорний міст на одному місці і стабільно підтримують обидва кінці фіксованих частин плавучого мосту в отворі. Крім того, палі запобігають їх коливанням, спричиненим морськими хвилями. Баскюлеві мости, що складаються з двох полотен, зазвичай повинні бути спрямовані один до одного і з'єднані між собою на кінцях, де вони з'єднуються над судноплавним отвором. Баскюльський міст приводиться в дію системою гідравлічних механізмів.

F2. Частина плавучого мосту може бути перетворена на криволінійний тунель, що занурюється, варіант (F2), на відповідну глибину, щоб відповідати розмірам морського судна. Цей тип підходить для глибокої води.

F3. Варіант (F3) зазвичай використовується на великих глибинах. Він

схожий на варіант (F1) з компенсацією пальної системи понтоном, що опускається, для забезпечення безперервності плавучого мосту. Відстань опускання і ширина проходу визначаються розміром морських суден. Необхідна система гідравлічних механізмів. Рухома частина може підтримуватися легкою конструкцією, яка спирається на понтон, що опускається.

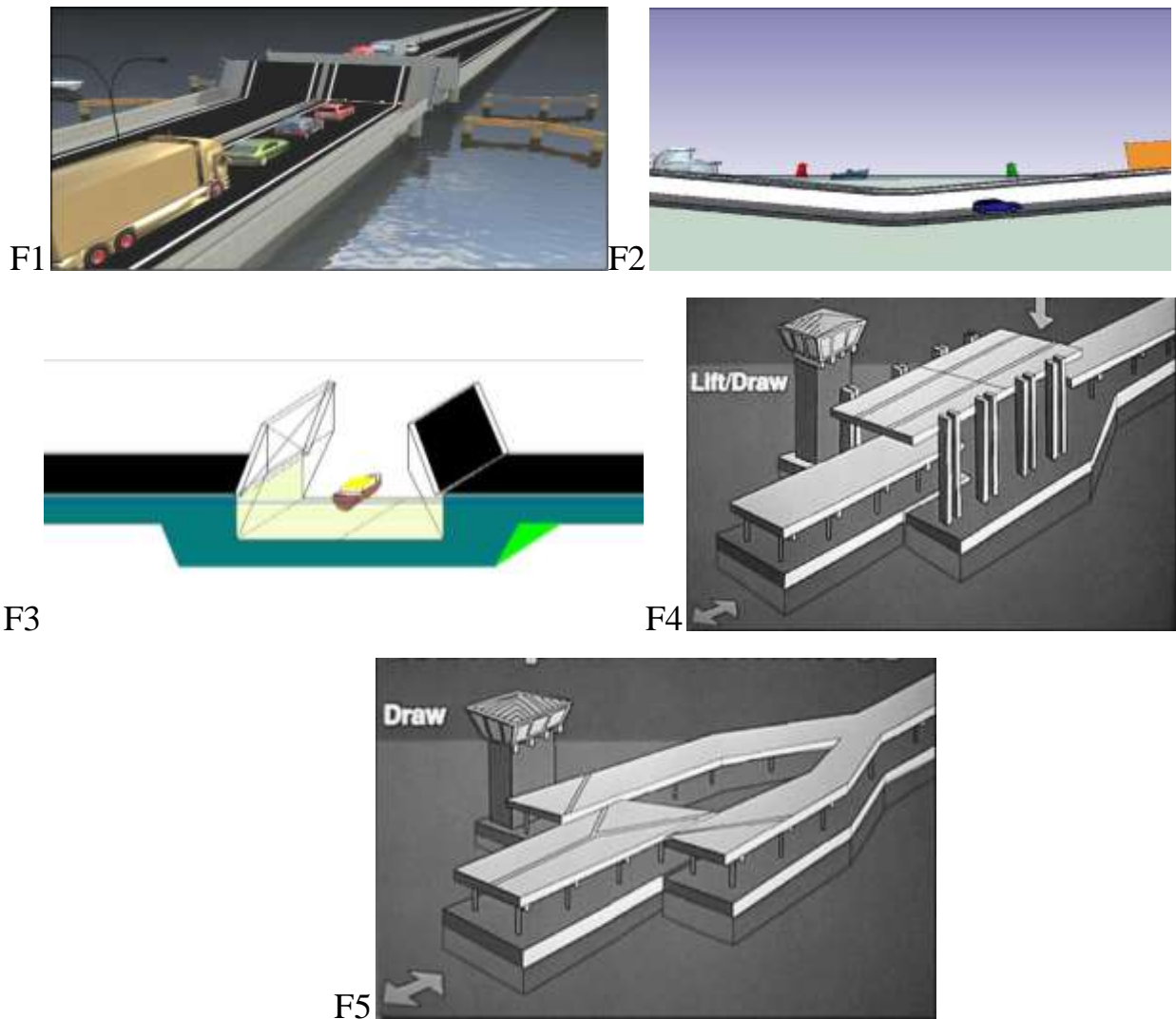


Рисунок 3 – Варіанти відкриття навігації [1]

F4. Варіант (F4) називається «Рухомий прогін з витяжним понтоном». У рухомому прогоні витяжного типу витяжний понтон втягується в "лагуну", утворену фланговими понтонами. Він підходить для глибокої води. Потрібна

гідравлічна система.

F5. У підйомно-опускному рухомому прогоні частина проїзної частини буде піднята, щоб втягнути під неї втягувальні понтони. З точки зору безпеки руху та потоку, рухомий прогін типу «підйом / втягування» має перевагу над витяжним типом. Транспорт ефективно рухається на прямій ділянці без кривих, з якими потрібно боротися. Рухомі прогонові будови можуть управлятися механічно або гідравлічно.

#### *Оцінка варіантів відкриття навігації.*

- Глибоководне море: глибина води визначає тип швартовної системи: швартовний трос і якір або розсувні палі. Якщо неможливо встановити розсувні палі через велику глибину води, слабкість ґрунту морського дна або високі хвильові сили, що діють на міст, виникає необхідність використання лінійно-якірної швартовної системи не тільки через її технологічність, але і через її гнучкість для поглинання енергії морських хвиль.

- Помірна висота хвилі: висота хвилі визначає не тільки вільний борт понтона, але і тип з'єднувача. З'єднувач є дуже жорстким і має обмежену гнучкість. Для сильних хвиль рекомендується використовувати більш гнучкий з'єднувач, щоб забезпечити поглинання енергії хвиль і зменшення внутрішніх сил.

- Твердий ґрунт морського дна: гравітаційний якір завжди використовується для твердого ґрунту, коли забивання паль є дорогим або неможливим через глибину води або жорсткість ґрунту.

#### **Перелік посилань:**

1. Master Thesis of Ali Halim Saleh Mega Floating Concrete Bridge. Final report. 2010. 229 p.
2. Sergio Tattoni Pontoon Bridges / Conference: Int. Seminar EVOLUZIONE NELLA SPERIMENTAZIONE PER LE COSTRUZIONI. 2016. 26 p. <https://www.researchgate.net/publication/303685309>
3. Kristine Senderud Modeling and Analysis of Floating Bridge Concepts Exposed to Environmental Loads and Ship Collision. Norwegian University of Science and Technology. 2018. 210 p.