

*Журавель Дмитро Вікторович,
магістрант I курсу спеціальності,
«Будівництво та цивільна інженерія»
Національний авіаційний університет*

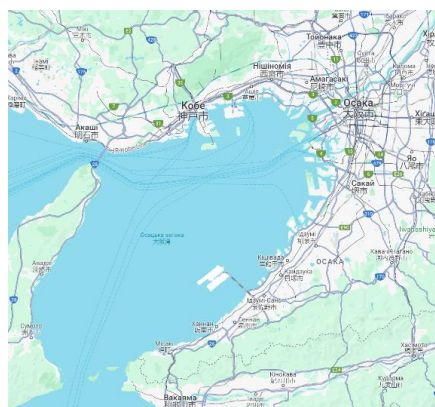
*Науковий керівник:
Агєєва Галина Миколаївна,
доцент кафедри інфраструктури
авіаційного транспорту,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна*

СТВОРЕННЯ ШТУЧНИХ ОСТРОВІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ МІСТОБУДІВНИХ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Аеропорт – один із об'єктів, де неозброєним оком, людина може спостерігати тільки частку від того нагромадження технологічних операцій та процесів, які відбувається насправді. Адже найважливіше для персоналу будь-якого аеропорту – це безпека та комфорт його пасажирів. Не менший виклик несе в собі й вибір місця майбутнього аеропорту, особливо, коли це – водний простір. В якості об'єкта дослідження був обраний Міжнародний аеропорт Кансай (Японія), який розташований на штучному острові (рис. 1).



а



б

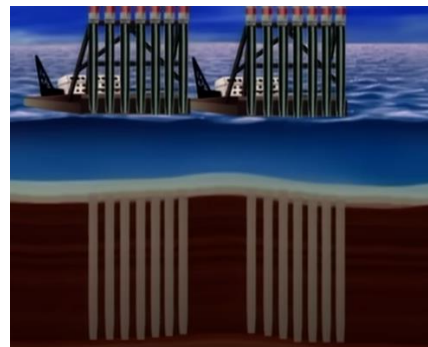
Рис. 1. Міжнародний аеропорт Кансай [1]: а – термінал аеропорту, б – Осацька затока

У другій половині ХХ ст. регіон Кансай почав відчувати транспортні проблеми, розв'язання яких вимагали або розширення аеропорту Осака, або будівництва нового. За умов реалізації першого погіршувались умови проживання в густонаселеному районі, умови будівництва були складними (гірська місцевість). Другий варіант – будівництво нового аеропорту в Осацькій затоці (рис. 1, б) на відстані 3 км від берега з глибиною 20 м, який був реалізований упродовж 1987-1994 роках [2, с. 177].

Серйозну загрозу будівництву складали тайфуни та землетруси; глинисті ґрунти основи з великим вмістом води. Для прискорення стабілізації ґрунтів використали пісок: інженери встановили в ґрунт труби (рис. 2, а), які заповнювали піском. Після чого труби прибирали й залишалися тільки пісок. Ідея була в тому, щоб вивести воду з ґрунту через пісок, яка б видавлювалася з глини під вагою штучного острова. Після такої операції, морське дно з мільйонами 20-ти метрових піщаних колон з інтервалом в 2,5 м і поверхневим шаром піску (рис. 2, б), теоретично було готове прийняти вагу найбільшого штучного острова на планеті.



а



б

Рис. 2. Стабілізація глинистого ґрунту на дні Осацької затоки: а – спеціально розроблені кораблі для забиття труб у глину на дні затоки [3],

б – результат роботи на дні затоки [4]

Для наступного етапу, ділянку загородили 11-ти кілометровою стіною. Спочатку на дні, водолази розмістили велике каміння. Потім насипали каміння менших розмірів до тих пір, поки вони не з'явилися над водою.

Після зведення стіни-огороження, утворилася ділянка розмірами 4 км x 1 км (площа 530 га) (рис. 3, а) і глибиною 20 м – майбутній штучний острів.

На протязі 3 років 80 суден транспортували більше 180 млн. куб. м породи та ґрунту, спускали їх на дно. Цього ґрунту було б достатньо, щоб до країв заповнити 45 футбольних стадіонів. Особлива увага приділялася рівномірному утрамбовуванню ґрунту в районі летовища. Для цього з висоти 30 м, крани скидали 20-тонні трамбувальні блоки (рис. 3, б).



а



б

Рис. 3. Будівництво штучного острова: а – контури майбутнього острова [4],
б – трамбувальний блок [3]

Термінал 1 довжиною 1700 м (рис. 1, а) був зведений у формі крил зі сталі і тривкого скла, має 41 вихід на посадку. Це робить його найдовшим у світі.

Конструктивні рішення будівлі аеропорту забезпечують її сейсмостійкість, захист від штормів та тайфунів. Реалізація проєкту коштувала 15 млрд. доларів за тодішнім курсом. Основні фінансові витрати – боротьба з осіданням острова.

За прогнозами, після стабілізації ґрунту острів припускали просідання острову впродовж 40 років на 6 м. Але через 5 років він вже заглибився на 8 м, і просідання не зупинялися.

Для розв'язання подібних проблем й попередженню тріскання та осідання будівлі, в підвалі терміналу розташовано 900 колон (рис. 4, а) з гідравлічними підйомниками. Їхня функція – виправлення нерівномірності просідання. Процес контролю автоматизований.

Сталеві пластини товщиною 10 – 15 см, які за необхідності підкладають під колону (рис. 4, б, в), що піднімається гідравлічними підйомниками, допомагають підтримувати секції терміналу на потрібній висоті й вирівнювати їх.

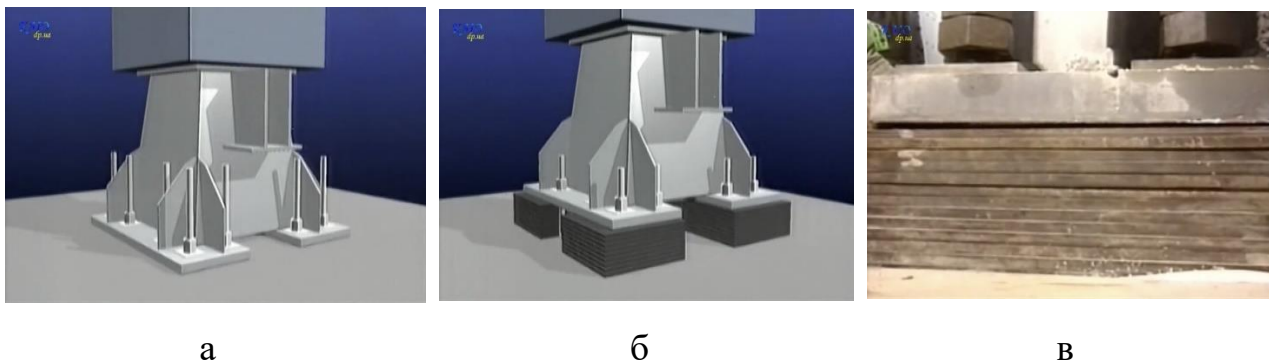


Рис. 4. Колони для протидії осіданню остова [4]: а – колона до підймання, б – колона після підймання та підкладання сталевих пластин

Хоча через 10 років, ґрунт почав стабілізуватися. Станом на 2004 рік, острів просідає не більше як на 5 см на рік, порівняно з 5 см на місяці під час будівництва.

По-завершенню підлога підвалу, де розташовані колони, залишається на тому самому рівні, а перший поверх і відповідно всі поверхи вище – піднімаються вгору. Для протидії наслідкам, які виникали б вище підвалу через подібні маніпуляції, було вжито заходів. Наприклад, на першому та другому поверхах встановили подвійні стіни, якщо підлога на першому поверсі підіймається, то стіни теж підіймаються. Щоб дроти і труби не пошкодилися в процесі «росту» будівлі, вентиляційні канали були прикріплені до стелі. До сходів на першому поверсі додали одну чи дві додаткові сходинки.

Аеропорт, завдяки розташуванню в затоці, не чинить критичного шумового впливу на населення. У 2016 році найвищий показник шуму склав 49 дБ при максимально-допустимому – 57 дБ (рис. 5) [5, с. 8].

Будівництво штучного острова, а потім і аеропорту тривали 7 років. Розробка проєкту, підготовка планів та проведення всіх необхідних досліджень та розрахунків потребували 20 років. Тодішній світ не бачив проєктів такого масштабу й замаху. Без сумніву, всі творці аеропорту, взяли участь у одній з найбільших авантур другої половини ХХ ст.



Рис. 5. Карта шумів, 2016 рік [5]

Далі практика будівництва аеропортів на штучних островах та півостровах була поширена іншими країнами, зокрема Туреччиною.

Список використаних джерел:

1. Airports finalises the acquisition of the two Kansai airports in Japan and enters the world's top five airports operators. VINCI. URL: <http://surl.li/ryozg> (дата звернення: 25.03.2024).
2. Журавель Д., Агєєва Г. Особливості технологічних рішень будівництва аеропортів на штучних островах. Build Master Class : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, м. Київ, 29 листопада – 1 грудня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С. 177-178. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/61570> (дата звернення: 25.03.2024).
3. Spark. (2019, 28 серпня). Kansai International Airport: Japan's Incredible Engineering Success | Super Structures | Spark [Відео]. YouTube. URL: <http://surl.li/ryisi> (дата звернення 25.03.2024).
4. PromosiWeb Dot Biz. (2020, 5 листопада). Megastructures - Kansai Airport | The Island Airport [Відео]. YouTube. URL: <http://surl.li/rxstp> (дата звернення 25.03.2024).
5. Kansai International Airport Environmental Report 2017. January 2018. Kansai Airports Technical Department, Smart Island Group. URL: <http://surl.li/rxswa> (дата звернення 25.03.2024).