

Існуючі й проектовані штучні острови та їх призначення

Володимир Гришин, Лев Гембарський, Володимир Снісаренко

Науково-дослідний інститут підземного і спеціального будівництва
вул. Нестерова, 3, Київ, Україна, 03057, e-mail: info@undergeo.com.ua

Анотація. В науково-популярній формі стилю надано інформацію про світовий досвід утворення та експлуатації штучних островів. Наведено їх призначення, доцільність використання та фактори, які необхідно враховувати під час їх проектування та будівництва.

Ключові слова: штучний острів, призначення, фактори.

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є викладення досвіду експлуатації та влаштування нових штучних островів, їх призначення, а також факторів, які необхідно враховувати при проектуванні штучних островів.

ВСТУП

Сьогодні все частіше і частіше створюються нові чудеса світу. Так, наприклад, на рис. 1 показано аеропорт Кансай, вартість якого на початок будівництва оцінювалась в \$ 15 млрд. Це величезний комплекс споруд, збудований на штучному острові розмірами 4 км на 1 км і відсипаний в Осацькій затоці неподалік міста Осака в Японії.

Для чого людству потрібні такі штучно утворені на морях та океанах острови, спорудження яких вимагають величезних трудових та фінансових витрат? На сьогодні для всього цього є досить поважні причини та необхідність. Розглянемо деякі з них.

ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ

Відомі публікації щодо створення штучних островів [1-5], але вони носять виключно поверхнево-інформаційний характер і не дозволяють інженерам оцінити складність їх влаштування.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Розвиток сучасних, а в перспективі майбутніх, різноманітних галузей промисловості приведе до різкого збільшення споживання не тільки енергоресурсів, але й інших видів мінеральної сировини. Так, за даними Федерального відомства розвідки ґрунтів (ФРН), на сучасному етапі їх потреба на кожні 15 років буде подвоюватись. Запаси багатьох корисних копалин на суші досить обмежені і їх вистачить на недовгий час. Між іншим 71 % поверхні Землі, або 362 млн. км², вкрито Світовим океаном, який зберігає величезну кількість корисних копалин. Потреба в них може бути вирішена як за рахунок їх вилучення з морської води, так і шляхом видобування на територіях, вкритих морями та океанами. Як варіант, такі дії можуть вестись зі штучно споруджених островів. Наприклад, на Рис.1, 2 зображено штучний острів, намитий в КНР для видобутку корисних копалин.



Рис. 1. Аеропорт Кансай
Fig. 1. Kansai Airport



Рис. 2. Штучний острів в Китаї
Fig. 2. Artificial Island in China

В деяких країнах вже спостерігається нестача територій для проживання людей

та будівництва різних підприємств. Ці проблеми намагаються вирішити ще з XIII ст. в

Нідерландах, де 24 % земель розташовані нижче рівня Північного моря. Тут для відкачування води, починаючи з XVI ст., вперше використали декілька сот вітряків. У Венеції, що стоїть на 118 островах з'єднаних 400 мостами, ще 15 століть тому назад почали створювати канали, земля з яких використовувалась для зведення штучних островів. В 1634 році в Японії збудовано штучний острів Деджима, він слугував морським портом для голландських торгових судів.

На сьогодні проблема нестачі землі реалізується в ширших масштабах. Прикладом цього є створення міста Ейнбург, що є продовженням Амстердаму. Місто збудовано на штучних островах, намитих на озері Ей. Спочатку було влаштовано 4 острови, згодом планується намити ще 4. Після завершення будівництва на островах буде розташовуватися 18000 домоволодінь для 45000 жителів та 12000 людей буде забезпечене роботою.

Сьогодні вже існують, а також створюються нові штучні острови, на яких збудовано порти з добре обладнаними терміналами, що призначені для вантажних операцій з великовантажними суднами.

На штучних островах можна будувати підприємства, які небажано розташовувати поблизу міст на Суші (наприклад атомні станції, заводи з переробки відходів великих міст). Побудова на островах аеродромів, подалі від перенаселених приморських міст, дозволить жителям позбутися шкідливого впливу шумового забруднення створеного літаками, а також збільшити земельні площі.

При використанні швидкохідних суден покращиться та скоротиться у часі доставка пасажирів з міста до аеропорту та навпаки. Це також дозволить зменшити небезпеку посадки та зльоту літаків, яка пов'язана з гірським рельєфом місцевості. На рис. 3 показано аеропорт на штучному острові в Макао, що має 24 стоянкових місця для літаків, а також 4-ри перехідні модулі для доставки пасажирів і вантажу із будівлі аеропорту в літаки та навпаки

Людина повинна не тільки працювати, але й відпочивати. Чудовим місцем для цього можуть слугувати штучні морські острови-курорти. Так, біля міста Дубай декілька з них вже створено та продовжують зводитись нові. Дубай — дивовижне місце серед пустелі. Одним із самих амбіційних проєктів цього емірату стали 300 штучностворених насипних островів під назвою The World (Рис. 4), що влаштовані у формі географічної карти світу. Згідно задуму, цей архіпелаг стане елітним співтовариством, загальна чисельність якого разом з обслуговуючим персоналом та туристами складатиме 200000 людей. Його загальна площа складає біля 55 км², що робить його найбільшим штучним архіпелагом в світі.

Для залучення більшої кількості туристів з'явилась потреба в розширенні площ пляжів. Тому виник ще один грандіозний проєкт "Пальмові острови", основу якого складають 3 великих острови в формі пальмового дерева. Вони також створені поблизу узбережжя міста Дубай.

Острів Пальма Дейра є найбільшим з трійки штучних островів. Його будівництво розпочато у 2004 році. Відстань від берега до верха "напівмісяця" – 14 км, ширина Пальми – 8,5 км. Гілки Пальми матимуть різну довжину і розташовуватимуться на відстані 400-850 м одна від одної. Напівмісяць загальною протяжністю 21 км буде найбільшим хвильорізом у світі. На створення острова піде мільярд кубічних метрів каменю та піску. Після завершення будівництва, Пальма Дейра стане найбільшим в історії людства антропогенним островом, який слугуватиме середовищем проживання для 1 млн. людей.

В Дубаї, як відомо, піску більше ніж потрібно. Однак пісок, взятий з пустелі, який покриває Аравійський півострів, не придатний для будівництва штучних островів – він занадто дрібний. Якщо таким піском засипати пляж, туристів він також не задовольнить. Окрім цього, вітер легко переносить цей пісок з місця на місце, тому довго на пляжі він не затримається.



Рис. 3. Аеропорт на штучному острові в Макао
Fig. 3. The airport on an artificial island in Macau

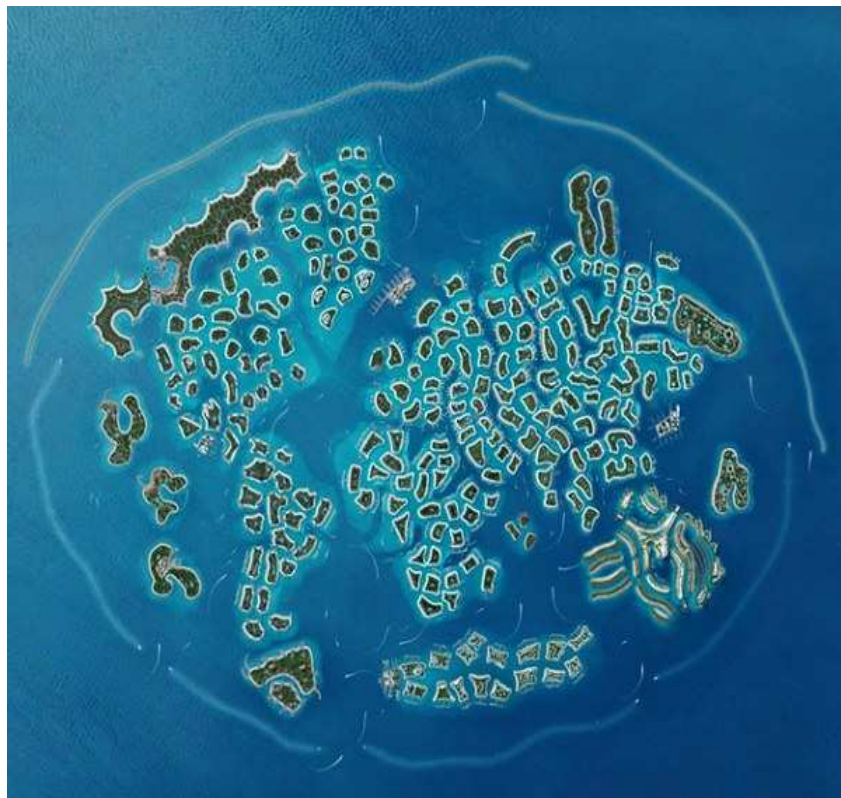


Рис. 4. Острови під назвою Світ
Fig. 4. Islands named The World

Тому пісок для штучних островів привозять з узбережжя Персидської затоки. Для зведення хвилерізів було використано наступну технологію. Спочатку насипали пісок, зверху його вкривали полотном, на яке вкладали гравій та каміння середньої крупності.

Штучні острови споруджуються і в інших країнах. Так в Бахреїні споруджено острів Durrat Al Bahrain, подібний до проекту Пальмові острови. Він коштував \$1,2 мільярди і полягав в будівництві архіпелагу з 13 штучних островів, розташованих на ділянці 20 млн. м².

В Канаді за 10 місяців посередині ріки Святого Лаврентія споруджено острів Нотр-Дам. Його влаштовано з 15 млн. тонн гірської маси, видобутої при будівництві Монреальського метро в 1965 році. Призначення острова — розміщення та проведення Всесвітньої виставки Ехро-67 на честь 100-річчя Канади.

Тенденція будувати штучні острови — це не вигадки останніх десятиліть. В Чорногорії, наприклад, два брати-рибалки насипали рукотворний острів ще в 1452 році

Сьогодні йде активне будівництво плавучих островів. Так в Нідерландах архітектурна компанія Studio Noach розробила проект штучного плавучого острова, який в якості елітного SPA-курорту повинен плавати десь в околицях Амстердама.

Заможні люди можуть собі дозволити створити плавучий острів-яхту. А для більшої подібності до островів на ньому можна спорудити вулкан та засадити її палубу тропічною рослинністю.

Держава Мальдіви розташовується на 1200 маленьких островах, і підняття рівня Світового океану змушує її непокоїтись про своє майбутнє. Тому німецькі архітектори розробили проект плавучих островів, які зможуть в майбутньому прийняти на себе жителів затонулого архіпелагу і гарантувати їм повноцінне життя.

До плюсів штучних островів належить наступне:

- більша стійкість до льодових, хвильових та сейсмічних впливів;

- спрощення технології будівельних робіт, відносно менші капітальні витрати на будівництво;

- підвищена надійність, довговічність, експлуатація островів менше залежить від погодних умов.

Разом з тим слід мати на увазі, що ґрунтові острови потребують при зведенні великої кількості сипучих матеріалів (піску, гравію) і вартість їх істотно залежить від глибин. Також необхідно влаштовувати капітальний захист відкосів островів від дії криги та хвиль.

Штучні ґрунтові острови в залежності від способу проведення робіт при їх будівництві поділяють на:

- наливні, які споруджуються без захисту або із захистом відкосів;
- насипні, які споруджуються, як правило, із захистом відкосів.

За призначенням, острови розділяють на розвідувальні, експлуатаційні та рекреаційні. Розвідувальні острови призначаються для розвідувального буріння, які мають відносно невеликий термін служби, що враховується при їх проектуванні та будівництві. Експлуатаційні острови призначені для промислового видобутку нафти і газу, і повинні бути більш довговічними, мати посилені конструкції та збільшені розміри, що також враховується при їх проектуванні і будівництві.

На думку частини закордонних спеціалістів, використання штучних ґрунтових островів економічно доцільне при глибинах до 20 м (на думку інших спеціалістів – до 9...12 м). При глибинах більше ніж 20 м потрібно вже таку велику кількість сипучих матеріалів, що їх технічно неможливо доставити за час одного будівельного сезону. При глибинах більше 20 м доцільно влаштовувати острови, береги яких огорожуються стінками вертикального типу, наприклад, з масивів-гігантів.

На Рис. 5 показано штучний острів Моліпак ("велика хвиля") з огороженням із сталевих корпусу у вигляді системи масивів-гігантів для глибин 15...40 м. Острів призначений для розвідувального та промислового буріння нафти на території ка-

надського сектору моря Бофорту. Всі несучі конструкції острова виконані з високоміцних, морозостійких суднобудівних сталей. Будівництво конструкції острова здійснено в 1983 році. Опорний корпус з надбудовою виготовлялись в Японії в сухому доці. Добудова здійснювалась на плаву за допомогою плавкранів. Усі роботи були завершені до осені 1984 року. Острів кригостійкий, буріння з нього можна проводити впродовж цілого року, окрім цього є можливість його

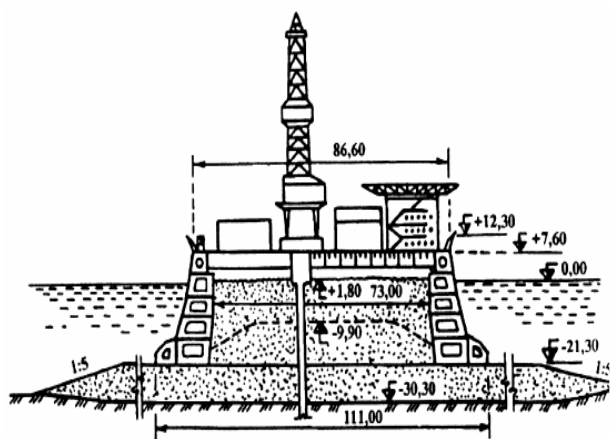


Рис. 5. Штучний острів Молікпак
Fig. 5. Artificial island of Molikpak

передислокації.

Можна навести багато прикладів вже реалізованих об'єктів або тих, що лише проєктуються.

Далі розглянемо як практично будуються такі острови. Проілюструємо це питання на прикладі створення штучного острова під аеропорт Кансай (див. Рис. 1). Міжнародний аеропорт Осака, що знаходиться в густонаселеній місцевості, не міг бути розширеним через причину нестачі землі та зашумленості. Тому аеропорт вирішили змістити на південь, в Осацьку затоку. Тут, подалі від населених районів, аеропорт може бути відкритим 24 години на добу, а шум від сідаючих та злітаючих літаків не заважатиме мешканцям. Проєктувальники запропонували посеред затоки відсипати штучний острів довжиною 4 км та шириною 1,2 км. Ця споруда мала витримувати жорсткі тайфуни, сильні землетруси та ви-

сокі хвилі цунамі. Процес наміву показано на рис. 6.

Будівництво розпочалось в 1987 році. Морська стіна, зведена з великих каменів та 48000 бетонних блоків, була закінчена до 1989 року. Вона визначила контури майбутнього острова. 1000 робітників, 10 мільйонів годин роботи та 80 суден знадобилось для того щоб утрамбувати 21 млн. м³ ґрунту на морському дні та звести насип висотою в 30 м над рівнем моря. До 1990 року було завершено будівництво дворівневого мосту (вартістю \$ 1 млрд.) по нижньому рівню якого прокладено залізницю, а по верхньому – шосе. Він довжиною в 3 км з'єднає штучний острів з передмістям. Острів спеціально спроектовано таким чином, щоб він міг поступово занурюватись в ґрунт по мірі осідання та ущільнення ґрунту. Однак, на сьогодні, осідання поверхні острова перевищила заплановану величину на 8 м.

В 1991 році розпочалось будівництво терміналу. Для компенсації просідання його будівлю обладнано спеціальними підтримувальними колонами, під які, за необхідності, можна влаштувати металеві підпорки і таким чином зберегти будівлю.



Рис. 6. Намив штучного острова
Fig. 6. Alluvium of artificial island

Аеропорт відкрився в 1994 році. Загальна вартість будівництва склала \$ 15 млрд. Головною статтею витрат стала боротьба з осіданням острова. Відразу після завершення будівництва зниження рівня острова йшло з такою швидкістю, що аеропорт вважали техногенним лихом. Однак на сьогодні затоплення острова уповільнилось і тепер можна сказати, що аеропорту нічого не загрожує. Швидкість осідання острова уповільнилась з 50 см до 7 см на рік.

В 2003 році розпочалось будівництво другої злітно-посадкової смуги довжиною в 4 км. Для цього, поруч з першим, спорудили другий штучний острів. Другу смугу введено в експлуатацію у 2007 році. В подальшому планується відкрити другу будівлю терміналу та відкрити третю злітну смугу.

Приведений короткий аналіз будівництва аеропорту Кансай показує, що начебто проста задача з наміву штучного острова, містить в собі багато дороговартісних складнощів, особливо пов'язаних з деформаціями та переміщенням ґрунтів в водному середовищі. Це також підтверджується процесами, які відбуваються з намитими островами The World. Після завершення їх будівництва та продажу приватним особам 70 % всіх островів під дією незначних підводних течій почали зливатись один з одним та занурюватись в море.

Таким чином під час проектування морських штучних островів і будівництві на них гідротехнічних, промислових або курортних споруд повинен враховуватись великий комплекс факторів, які характеризують природні умови району їх зведення. До них відносять: гідрологічні; геологічні; геоморфологічні; метеорологічні та інші. До гідрологічних умовам відносять наступні основні фактори: морські хвилювання; криговий режим; коливання рівня моря; припливно-відливні явища; морські течії; цунамі та інші. Вони кардинальним чином впливають на діяльність людства в освоєнні морів та океанів. До гідрографічних умов в першу чергу відносять: глибини та рельєф дна морів та океанів. Геологічні та геоморфологічні умови включають: геологічну

будову дна; властивість гірських порід; змінність форми дна; рух наносів та можливі тектонічні явища. До метеорологічних умов відносять: вітровий режим; температура повітря; осадки і тумани. Ґрунтові острови повинні протистояти хвильовій ерозії літом та впливу криги взимку. Тому на них повинні зводитись берегозахисні споруди.

Крім природних умов необхідно також враховувати призначення острова, наявність ґрунтових матеріалів і способи їх транспортування, наявність плавзасобів та іншої будівельної техніки; віддаленість острова від виробничої бази тощо.

Територія України включає до себе частину Чорного та Азовського морів. В умовах окупації в 2014 році АР Крим, наша держава втратила на невизначений термін значну кількість рекреаційних територій. Окрім цього, шельф Чорного моря багатий на корисні копалини. Все це та інші фактори ставлять питання про можливе створення в Україні штучних островів різноманітного призначення. Чи дозволяють це природні умови морів України і чи є обґрунтованим для нашої держави створення штучних островів? Це є темою інших публікацій.

ВИСНОВОК

В статті в популярній формі стисло надано інформацію про світовий досвід утворення та експлуатації штучних островів. Наведено їх призначення, доцільність використання та фактори, які необхідно враховувати під час їх проектування та будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. **АКИМІСНІ Томоа, 1991.** Sea Tenure and Its Transformation in the Lau of North Malaita, Solomon Island. South Pacific Study, 12(1): 7-22, 17.
2. **Международный аеропорт Кансай на искусственном острове** [Електронний ресурс]: http://archive.is/20120716090811/aminpro.narod.ru/origin_0005.html. – Назва з екрану.
3. **Искусственный остров.** [Електронний ре-

супс]:<http://www.miningenc.ru/i/iskusstvennyj-ostrov>. — Назва з екрану.

4. **Назаренко И.В., 2008.** Черепаха остров. Энциклопедия. Таганрог, Антон, 780.
5. **Тарасов В.В. Петрашев С.В.** Применение массивов-гигантов для защитных ограждений при возведении искусственных островов-нефтеплатформ в море Бофорта на примере сооружения "Моликпак" [Электронный ресурс]: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/component/content/article/29-development-of-minerals-and-geodesy/3783-tarasov-vv-petrashevsky-ne>. — Назва з екрану.

REFERENCES

1. **AKIMICHI Tomoya, 1991.** Sea Tenure and Its Transformation in the Lau of North Malaita, Solomon Island. South Pacific Study, 12(1): 7-22, 17.
2. **Kansai international airport on an artificial island** [electronic resource]: http://archive.is/20120716090811/aminpro.narod.ru/origin_0005.html. Name of the screen (in Russian).
3. **The Artificial island** [electronic resource]: <http://www.miningenc.ru/i/iskusstvennyj-ostrov>. Name of the screen (in Russian).
4. **Nazarenko I.V., 2008.** The Turtle Island. Encyclopedia. Taganrog, Anton, 780 (in Russian).
5. **Tarasov V.V., Petrashev S.V.** The use of arrays of giant for the guards in the construction of artificial islands-oil platform in the Beaufort Sea in the example structures "Molikpак" [electronic resource]: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/component/content/article/29-development-of-minerals-and-geodesy/3783-tarasov-vv-petrashevsky-ne>. Name of the screen (in Russian).

EXISTING AND PROJECTED ARTIFICIAL ISLANDS AND THEIR PURPOSE

*Volodymyr Gryshyn, Lev Gembarskyi,
Volodymyr Snisarenko*

Underground and Special Construction
Research Institute
Nesterova street, Kyiv, Ukraine, 03057,
e-mail: info@undergeo.com.ua

Summary. In the scientific and popular form provided brief information on the global experience of formation and operation of artificial islands. An appointment, and appropriateness of factors that must be considered during their design and construction The aim is to describe the experience of operation and installation of new artificial islands, their purpose, and presenting factors that must be considered in the design of artificial islands. Researches in this work are of analytical character. In an article in a popular form provided brief information on the global experience of formation and use of artificial islands. An appointment, and appropriateness of factors that must be considered during their design and construction. The results obtained may be used in the future to refine and improve existing engineering methods of artificial islands including in Ukraine. Work has popular science and practical interest.

Key words: Artificial islands appointment, factors, experience of construction and operation.