



УДК 624.012.45

POSSIBILITY OF INCREASING THE BEARING CAPACITY OF SLOPE TRACKS ON A PILE BASE USING MODERN GEOTEXTILE MATERIALS
МОЖЛИВІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ СПРОМОЖНОСТІ СПУСКОВИХ ДОРІЖОК СЛІПА НА ПАЛЬОВІЙ ПІДСТАВИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУЧАСНИХ ГЕОТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Bugaeva S.V. / Бугаєва С.В.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0009-0000-3805-3720

Martyniuk M. / Мартинюк М.*graduate student/ аспірант**Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одеський національний морський університет, Одеса, Мечникова 34, 65029*

Анотація. В роботі розглядається можливість використання сучасних геотекстильних матеріалів для підвищення несучої спроможності споруд для підйому та спуску суден по похилим площинам, які є найпоширенішими при докування суден. Подібні конструкції потребують постійного спостереження за експлуатаційною придатністю, щоб уникнути виникнення аварійних ситуацій. Такі ситуації можуть виникнути за нерівномірних деформацій підстави таких споруд. Викликати деформації можуть слабкі ґрунтові основи, а також лінзи мулів, які залягають у ґрунтах основи всьому узбережжю Чорного моря. Застосування геотуб при будівництві та реконструкції дає можливість значно збільшити надійність та підвищити несучу здатність, а також зменшити та стабілізувати осадку подібних споруд. Одним з основних завдань, що виникають при проектуванні судноремонтних об'єктів, є оцінка несучої здібності фундаментальної частини споруди, зокрема палі та робота всієї конструкції в цілому з урахуванням взаємодії з ґрунтом.

Авторами розглянуто можливість застосування сучасних геотекстильних матеріалів при будівництві, реконструкції або ремонті пальової основи спускових доріжок сліпів та елінгів.

Ключові слова: геотуба, геотекстильний матеріал, спускові доріжки сліпу, елінг, посилення пальової основи.

Вступ.

На території України розташована велика кількість морських та регіональних портів, понад 10 суднобудівних та судноремонтних заводів, що забезпечують нашій країні високий статус провідної морської транзитної держави. У зв'язку з чим виникають підвищені вимоги до надійного забезпечення роботи існуючих та проектованих портових споруд, перевантажувальних комплексів, суднобудівних та судноремонтних споруд. У числі найважливіших складових комплексного вирішення проблеми ефективності судноремонтних споруд є наявність та практичне використання методів їх проектування та



експлуатації на сучасному науково-технічному рівні. Однією з основних завдань, які виникають при проектування судноремонтних об'єктів, є оцінка несучої спроможності конструкції споруди, зокрема палі.

На сьогоднішній день, однією з актуальних проблем є підвищення несучої спроможності вже існуючих споруд під час їх реконструкції або ремонту.

Основний текст

Об'єкти судноремонтних споруд характеризуються великими обсягами капітальних вкладень, складністю неоднорідних ґрунтових умов та навантажень. Тому саме тут нові конструктивні рішення та розрахункові методи, що уточнюють характер роботи споруди, можуть дати суттєвий економічний ефект.

Споруди для підйому та спуску суден по похилим площинам є найпоширенішими під час докування судів. До них відносяться сліпи та елінги. Елінг є похилою площиною, яка обладнана судновозними шляхами, якими судна піднімаються або опускаються, в надводній частини яких їх ремонтують. Сліпи, на відміну від елінгів, мають не тільки похилі судновозні, а й горизонтальні стапельні шляхи, якими підняте судно може бути перевезено в будь-яке місце судноремонтного майданчика – стапеля. Вони зручні при ремонті та будівництві суден у відповідних умовах праці на відкритому майданчику.

Найбільш поширеним способом підйому (спуску) суден по похилій площині є застосування косякових візків. Особливості підводної частини спускових рейкових доріжок споруд вимагають постійного підтримання їх безпеки та експлуатаційної придатності крім ймовірності виникнення аварійних ситуацій під час виробництва суднопідйомних чи судноспускових робіт.

Використання розрахункових моделей гідротехнічних споруд, розроблених у середині минулого століття не відображають їх специфічну роботу в період будівництва та експлуатації, вони не враховують спільну роботу конструкції, ґрунтової основи та водного середовища, які працюють в умовах складного навантаження. Ці методи розрахунків не дозволяють з єдиних позицій реалізувати закладені у нормативних документах дві групи граничних станів за



несучою здатністю та деформаціями, з урахуванням пружних та пластичних властивостей матеріалів конструкції та ґрунтової основи.

Нині інтенсивно розвиваються перспективні наукові напрями, пов'язані з розробкою та всебічним обґрунтуванням чисельних методів розрахунку орієнтованих на сучасні ЕОМ. Ці методи відкривають якісно нові можливості керування процесами проектування та технічної експлуатації споруд.

Чинні нормативні документи рекомендують проводити розрахунок споруд, що взаємодіють з ґрунтом у пружній стадії їх роботи або по граничним станам. Такий підхід не дозволяє простежити одночасно за напружено – деформативним станом системи «споруда - ґрунт», починаючи з моменту його навантаження до втрати несучої здатності, оскільки пружний розрахунок не враховує пластичних деформацій матеріалу, а розрахунок за граничним станом дозволяє визначити лише руйнівні навантаження.

Багато авторів [1,2], що використовували у своїх дослідженнях різні ґрунтові моделі (лінійно-деформовані середовища, деформаційну теорію пластичності, теорію пластичного перебігу та ін), розглядають на початку тільки напружено-деформований стан взаємодіючого ґрунту при різних навантаженнях і переміщеннях, а потім, використовуючи отримані дані, що розраховують конструкцію споруди. Зазначені підходи не дозволяють визначити напружено-деформативний стан споруди та контактуючого ґрунту в їх реальній спільній роботі. Врахування спільної роботи ґрунту та споруди розглянуто у роботі Бугаєвої С.В. [1].

Пропонується розроблена методика спільного розрахунку палі та взаємодіючого з нею деформованого ґрунту з урахуванням реальних властивостей їх матеріалів, таких як, пружність та пластичність.

Основні рівняння отримані на основі теорії пластичного перебігу, базуються на принципі максимуму Мізеса, а також розроблений алгоритм для чисельного розрахунку спускових доріжок сліпу, у якому дискретизація крайової задачі виконана методом скінчених елементів, а ітераційний процес побудований методом Ньютона – Кантаровича.



Основні конструкції спускових доріжок елінгів та сліпів представлені на рис.1, рис.2

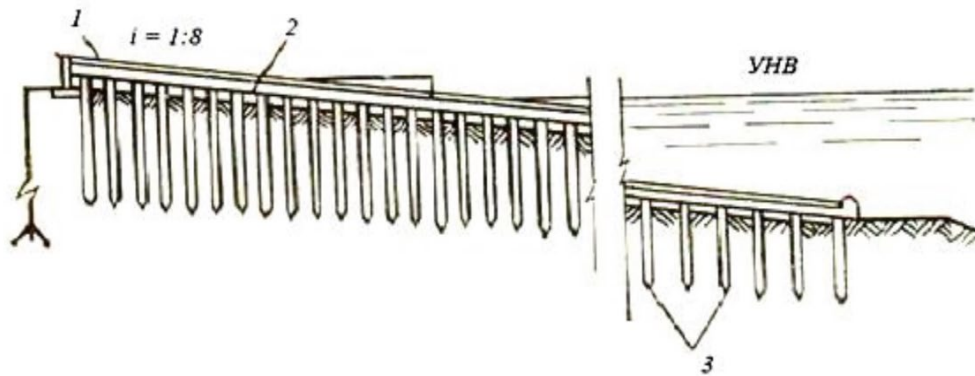


Рисунок 1. Нерозрізні залізобетонні балки на палях:

1 – рейка, 2 – залізобетонні балки, 3 – палі

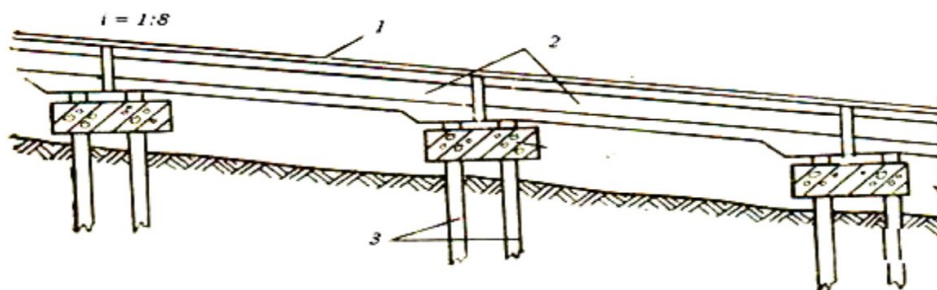


Рисунок 2. Розрізні балки на опорах у вигляді куців паль

1 – рейка, 2 – залізобетонні балки, 3 – палі

Оскільки основним конструктивним елементом судноремонтних споруд є пальова основа, як пальові основи застосовують залізобетонні та сталеві палі, що розташовуються рівномірно по всій довжині доріжки з монолітного залізобетону або куцями по дві – чотири палі під кінцями збірних балок судновозних шляхів (рисунок 1, 2). Голови паль у куці омонолічують капітеллю із заставними частинами на верхній площині для кріплення балок.

На сьогоднішній день не розроблені ефективні методи та технічні засоби визначення напружено-деформованого стану конструкції та пальної основи судновозних доріжок сліпу.

Удосконалення існуючих методів та засобів вимірювання є актуальним завданням для якісного проектування, будівництва та експлуатації конструкцій, що розглядаються.



Багаторічний досвід досліджень показує, що подібні споруди в процесі експлуатації знаходяться під впливом різних факторів: технологія будівництва, режим експлуатаційних навантажень, локальні ушкодження, реологічні явища у матеріалі конструкції та ґрунтах основи, вплив навколишнього середовища та часу, які впливають на величину несучої можливості споруди. Раціональна експлуатація конструкції вимагає призначення корисних навантажень відповідно до величиною несучої здатності споруди, яка може змінюватися в період експлуатації.

У ряді випадків, особливо за складних геологічних умов, на слабких ґрунтах основи або у разі нерівномірних деформацій ґрунту основи для зменшення виникаючих деформативних напруг у пали можливо використання геотекстильного матеріалу. Для цього геотекстильний матеріал можна використовувати у вигляді полотнищ, які укладаються між пальовими рядами або у вигляді геотуб [4]. Туби розташовують у шаховому порядку, чергуючи залізобетонну палу з геотубою (рисунок 3).

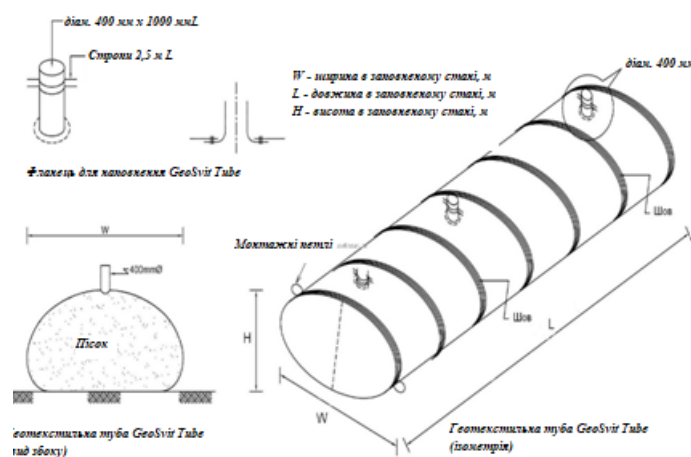


Рисунок 3. Геотекстильна туба.

Установка геотуби починається вдавлювання (одночасно з вібрацією) круглої сталевий обсадки через слабкий шар ґрунту аж до міцних шарів.

Майбутня паля має бути закріплена у міцному шарі як мінімум на глибину 0,5 м. Обсадка має конусоподібний наконечник, що складається з двох



клапанних затворів, які під час вдавлювання закриті та одночасно дозволяють вдавлювати обсадку і витіснити навколишній ґрунт.

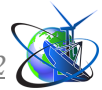
Геотуба коротшає на необхідну довжину, відповідно до необхідної довжини щебеневої палі залежно від віддаленості від міцної підшви. Один кінець «шланга» кріпиться до стрижня сталеві лійки, інший кінець закривається у вигляді зав'язування. Завантажувальна вирва встановлюється на обсадку, а шланг спускається всередину обсадної труби. Після цього геотуба за допомогою екскаватора наповнюється піщано-гравійною сумішшю – не подрібненим щебенем. При постійній вібрації обсадна труба поступово витягується. Процес вібрації забезпечує ущільнення піщано-гравійної суміші та відповідно натяжку геотекстильної упаковки – таким чином виникає елемент з багаторазовим поліпшенням властивостей міцності по порівнянню з навколишнім ґрунтом.

Висновки.

Були розглянуті питання щодо впливу на надійність гідротехнічних споруд використання сучасних геотекстильних матеріалів.

Були отримані дані які визначили, що застосування даного способу дає значну перевагу за рахунок того, що фундамент досягає рівномірної усадки; після установа палі досить швидко досягаються безпечні величини опору зсуву та палю можна піддавати навантаженню через короткий проміжок часу; немає необхідності мати таку ж густу мережу палей, яка застосовується, наприклад, при закладці залізобетонних палей, безшовне виконання, рівень підземних вод не впливає на вбивання палей (якщо в трубу потрапляє вода, геотуба із щебенем по контуру «витіснить» її назовні); палі також можна встановлювати взимку приблизно до -10°C , завдяки цьому значно прискорюється реконструкція та ремонт судноремонтних об'єктів; піщано-гравійні геотуби покращують фундаментальні умови, проводять дренаж, підвищують модуль пружності фундаменту.

В даний час немає необхідних експериментальних досліджень та немає математичного моделювання подібних конструкцій. Розрахунок палей, виконаних з геотуб найкраще здійснюється при завданні вихідних характеристик, як



композитного матеріалу, з урахуванням форми та розміру осередків геотекстильного матеріалу.

Порівняння розрахунків конструкцій без використання геотуб та при їх застосуванні дають підставу стверджувати про підвищення надійності спускових доріжок сліпу більш, ніж на 5 %, а також можливості економії бетону та залізобетону понад 7 – 10%.

Застосування сучасних геоматеріалів у спускових конструкціях доріжок сліпу веде і до підвищення безпеки під час будівництва, реконструкції, ремонту та експлуатації.

Література:

1. Бугаєва С.В. Обґрунтування методики розрахунку тонкостінних конструкцій, взаємодіючих з ґрунтовим середовищем з урахуванням пружнопластичних властивостей їх матеріалів: дис. на здобуття наукового ступеня к.т.н: 05.23.01: захищена затв. 1999 / Бугаєва Світлана Вікторівна. - Одеса., 1999. - 146 с.

2. Баранова А.А. Тонкостінні конструкції типу «больверк», що взаємодіють із ґрунтом, армованим геотекстильним матеріалом: /дис. на здобуття наукового ступеня к.т.н: 05.23.01: захищено 2015 затв. 2016 /Баранова Ганна Олександрівна - Одеса., 2015, - 218 с.

3. Гідротехнічні споруди. За редакцію д.т.н., професора А.Ф. Дмитрієва. Рівне, 1999, 328 с.

4. Застосування геотуб GeoSvit TUBE у гідротехнічному будівництві/
<https://geosvit.com.ua/gidrotehnichne-budivnyctvo/zastosuvannya-geotub-geosvit-tube-u-gidrotehnichnomu-budivnyctvi>

Abstract. *The work examines the possibility of using modern geotextile materials to enhance the load-bearing capacity of structures for the ascent and descent of vessels on inclined planes, which are the most common during ship docking. Such constructions require constant monitoring of operational suitability to avoid emergency situations. These situations may arise from uneven deformations of the base of such structures. Deformations can be caused by weak soil foundations, as well as lenses of silt that lie within the foundation soils throughout the coast of the Black Sea. The application of geotubes in construction and reconstruction allows for a significant increase in*



reliability and improvement of load-bearing capacity, as well as reduction and stabilization of settlement for such structures. One of the main tasks arising during the design of ship repair facilities is the assessment of the load-bearing capacity of the foundational part of the structure, particularly the piles and the operation of the entire structure as a whole, considering the interaction with the soil. The authors considered the possibility of using modern geotextile materials in the construction, reconstruction, or repair of the pile foundation of slipways and dry docks.

Key words: geotube, geotextile material, slipway trails, dry dock, strengthening of pile foundation.

Статтю надіслано: 19.03.2025 г.

© Бугаєва С.В., Мартинюк М.