

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М.
ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: «Підвищення надійності та конструктивної безпеки Білгород-Дністровської фортеці від руйнування»

Виконала: студентка 1 курсу, групи 8.1922-ПЦБ-з

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

(код і назва освітньої програми)

Здебська О. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник ктн, доцент кафедри ПЦБ ЗНУ Данкевич Н. О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістерський рівень
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Арутюнян І.А. ПЦБ
" " " 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТЦІ

Здебська Олександра Юріївна
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Підвищення надійності та конструкційної
безпеки Білгород-Дністровської фортеці від руйнування

керівник роботи Шуваєв А.А., директор ТОВ "АНСТРОЙ"
науковий керівник Данкевич Н.О., доцент кафедри ПЦБ, к.т.н.
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 01 " 05 2023 року № 635- с


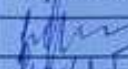

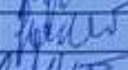

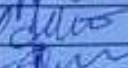



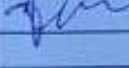
2. Строк подання студенткою роботи 01 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи дані обстеження об'єкту будівництва,
інженерно-геологічні умови будівництва, методи виконання технологічних
процесів, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Аналіз методів берегоукріплення та берегозахисту;
Техніко-економічна оцінка конструктивних рішень захисту берегів навколо об'єкту.
Проектування конструктивного рішення об'єкту будівництва.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
вступ, основні питання дослідження, інженерно-геологічні умови та інфраструктура,
варіантне порівняння методів берегозахисту, організаційні та технологічні рішення, висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Шуваєв А.А. дир. ТОВ «АНСТРОЙ»		
Розділ 2	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Шуваєв А.А. дир. ТОВ «АНСТРОЙ»		
Розділ 4	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 5	Шуваєв А.А. дир. ТОВ «АНСТРОЙ»		

7. Дата видачі завдання

02 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз методів берегоукріплення та берегозахисту	10.09.2023	
2.	Дослідження інженерно-геологічних умов та інфраструктури району будівництва	10.10.2023	
3.	Розрахунок двох варіантів конструкцій берегозахисту	30.10.2023	
4.	Проектування організаційно-технологічних рішень об'єкту будівництва. Дослідження питання екології.	20.11.2023	
5.	Оформлення та підготовка до захисту	30.11.2023	

Студентка


 (підпис)

Здебська О.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту


 (підпис)

Шуваєв А.А.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник роботи/проєкту


 (підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено


 (підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Здебська О.Ю. Підвищення надійності та конструктивної безпеки Білгород-Дністровської фортеці від руйнування.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2023.

Виконано аналіз різноманітних методів берегоукріплення та берегозахисту, взято до розгляду два оптимальних варіанта: кам'яна накидка та кутова підпірна стінка, враховуючи дані природні, інженерно-геологічні умови та інфраструктуру; проведено розрахунки на стійкість, міцність основи та перекидання для кутової підпірної стінки, а також розрахунки на стійкість і міцність основи для кам'яної накидки. Виконано проектування організаційно-технологічних рішень об'єкту будівництва, досліджено питання впливу кам'яної накидки на навколишнє середовище.

Ключові слова: берегозахист, берегоукріплення, Білгород-Дністровська фортеця, Аккерманська фортеця, Дністровський лиман, кам'яна накидка, кутова підпірна стінка, розрахунок на стійкість методом круглоциліндричної поверхні ковзання, розрахунок міцності основи, розрахунок стійкості споруди на перекидання.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Здебська О.Ю. Укріплення Білгород-Дністровської фортеці від руйнування хвилями та дрейфуючими льодовими утвореннями. XVI університетська практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023», м. Запоріжжя, 17-22 квітня, 2023 р.; с. 243-245.

ABSTRAKT

Zdebska O.Y. Increasing the reliability and structural safety of the Belgorod-Dniester fortress against destruction.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in the specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevich. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

The analysis of various methods of coastal fortification and coastal protection was carried out, two optimal options were considered: a stone cape and an angular retaining wall, taking into account the given natural, engineering and geological conditions and infrastructure; calculations on stability, strength of the base and overturning for the corner retaining wall, as well as calculations on stability and strength of the base for the stone cape were carried out. The design of organizational and technological solutions of the construction site was carried out, the question of the impact of the stone cape on the environment was investigated.

Keywords: coastal defense, coastal fortification, Bilhorod-Dniester fortress, Akkerman fortress, Dniester estuary, stone cape, corner retaining wall, calculation of stability by the round-cylindrical sliding surface method, calculation of foundation strength, calculation of overturning resistance of the structure.

List of postgraduate publications:

1. Данкевич Н.О., Здебська О.Ю. Укріплення Білгород-Дністровської фортеці від руйнування хвилями та дрейфуючими льодовими утвореннями. XVI університетська практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023», м. Запоріжжя, 17-22 квітня, 2023 р.; с. 243-245.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ.....	11
1.1 Загальні відомості про берегозахист та берегоукріплення.....	11
1.2 Берегозахисні споруди активного типу.....	14
1.3 Берегозахисні споруди пасивного типу.....	16
1.4 Зміцнення берегу природним каменем.....	21
1.5 Зміцнення берегу підпірною стінкою.....	23
2 ПРИРОДНІ, ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ БУДІВНИЦТВА ТА ІНФРАСТРУКТУРА.....	24
2.1 Загальні відомості про природні умови та район будівництва.....	24
2.2 Вітер.....	25
2.3 Хвильовий режим.....	26
2.3.1 Визначення розрахункових параметрів хвиль.....	26
2.4 Температурний режим.....	29
2.5 Льодовий режим.....	30
2.6 Коливання рівня води.....	34
2.7 Течії.....	35
2.8 Інженерно-геологічні умови.....	37
2.9 Інфраструктура району будівництва.....	42
3 РОЗРАХУНОК ВАРІАНТІВ КОНСТРУКЦІЙ.....	44
3.1 Загальна інформація про розглянуті методи берегоукріплення.....	44
3.2 Укріплення Білгород-Дністровської фортеці кам'яною накидкою.....	44
3.2.1 Визначення висоти хвильового нахату.....	45
3.2.2 Визначення маси каміння.....	48
3.2.3 Розрахунок загальної стійкості кам'яної накидки методом круглоциліндричної поверхні ковзання.....	50
3.2.4 Розрахунок міцності основи для кам'яної накидки.....	51
3.3 Укріплення Білгород-Дністровської фортеці кутовою стінкою.....	58
3.3.1 Розрахунок загальної стійкості кутової стінки методом круглоциліндричної поверхні ковзання.....	60
3.3.2 Розрахунок міцності основи для кутової стінки.....	61
3.3.3 Перевірка стійкості кутової стінки на перекидання.....	64
3.4 Порівняння варіантів і вибір основного.....	69

4	ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТУ.....	70
4.1	Підготовчі роботи.....	70
4.1.1	Геодезична прив'язка і розбивка споруд.....	71
4.1.2	Обстеження дна.....	76
4.2	Відсіпка каміння (1 етап).....	77
4.3	Відсіпка каміння (2 етап).....	80
4.4	Визначення об'ємів скельних робіт для зведення кам'яної накидки.....	80
4.5	Визначення об'ємів бетонних робіт для зведення кам'яної накидки.....	82
4.5.1	Контроль якості виконання бетонних робіт.....	86
4.6	Зведення берегозахисних бун.....	89
4.7	Календарний план будівництва.....	94
4.8	Охорона праці. Загальна інформація про будівельний майданчик.....	98
4.8.1	Організація БМ. Огородження, в'їзди на територію.....	98
4.8.2	Місця і способи складання матеріалів і конструкцій.....	98
4.8.3	Визначення меж і способи огороження небезпечних зон.....	99
4.8.4	Організація робочих місць і безпечно виконання робіт.....	99
4.8.5	Експлуатація будівельних машин.....	100
4.8.6	Організація пожежної безпеки.....	100
4.8.7	Підтримка порядку і чистоти на БМ.....	101
4.8.8	Дії у разі нещасного випадку.....	101
4.8.9	Дії у разі пожежі.....	101
4.8.10	Порядок надання невідкладної медичної допомоги.....	102
4.9	Санітарно-гігієнічне та побутове обслуговування працівників.....	103
5	ЕКОЛОГІЯ.....	108
5.1	Екологічна ситуація Дністровського лиману та вплив споруди на навколишнє середовище.....	108
	ВИСНОВКИ.....	109
	ЛІТЕРАТУРА.....	110

ВСТУП

Білгород-Дністровська (Аккерманська) фортеця – це унікальна історична пам'ятка, що зберіглася з епохи середньовіччя. Вона розташована на березі Дністровського лиману в Одеській області.

Протягом свого існування фортеця зазнавала багатьох руйнувань та потребує підвищеної уваги.

Актуальність теми та об'єкт дослідження

На сьогоднішній день північну сторону об'єкту від лиману відділяє дуже вузька смуга пляжу. Через безпосередню близькість стін до вод лиману, її основа постійно піддається впливу штормових хвиль і дрейфуючих крижаних полів. Як результат – абразія берегів, що і стає причиною осаду фундаментної частини фортеці.

Зовнішня стіна невпинно сповзає у лиман, а ті, що залишаються на своєму місці рясно вкриті тріщинами. Достатньо зовнішнього візуального обслідування стану фортеці і надводної частини берегу, щоб підтвердити, що об'єкт потребує негайної допомоги.

В 2011 р. було затверджено проєкт по укріпленню фортеці, а у березні 2017 р. розпочалися роботи. Автор проєкту – Йосип Подольський, підрядчиком виступає компанія «Забудова».

За проєктом зведені три контрфорси, встановлена опалубка під їх нижню частину та під фундаментні балки. Після цього буде нарощена верхня частина і залита бетоном. На ділянці, де відбувся обвал вапнякових блоків, встановлено металеві опори для підтримки скельних блоків під фундаменти стіни. У підніжжя другої вежі відбувся осад ґрунту, що призвело до відшарування фасадної кладки і появи глибоких тріщин. Для попередження руйнування в берегову лінію почали забивати сталеві палі на глибину 12 м у кількості 78 штук. Заявлено, що ці конструкції стануть опорами для аварійної стіни і не дадуть їй нахилитися в сторону лиману.

Є інформація, що через такі радикальні зміни у зовнішньому вигляді фортеці, її не занесуть у список ЮНЕСКО.

Мета магістерської роботи: аналіз та обґрунтування оптимальних конструктивних рішень для попередження повного руйнування північної стіни Аккерманської фортеці, її сповзання у лиман, для збереження історичної пам'ятки з мінімальними змінами у зовнішньому вигляді.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети визначені наступні **завдання**:

1) Проаналізувати існуючі методи берегозахисту та берегоукріплення для зміцнення берегової лінії, що допоможе уникнути надмірного впливу та руйнування хвилями і льодовими утвореннями;

2) Обґрунтувати методи для укріплення північної стіни Аккерманської фортеці, враховуючи дані природно-кліматичних та геологічних умов;

3) Розрахувати та запроєктувати конструктивні та організаційно-технологічні рішення проєкту берегоукріплення та берегозахисту;

4) Визначити порядок впровадження принципів охорони праці і захисту навколишнього середовища;

5) Розрахувати кошторисну вартість загально-будівельних робіт берегоукріплення Білгород-Дністровської фортеці в Одеській області;

Об'єктом дослідження є конструктивні рішення для попередження повного руйнування північної стіни Аккерманської фортеці.

Предмет дослідження: різноманітні методи берегоукріплення з урахуванням підвищеної надійності конструктивних рішень.

Методи дослідження: ознайомлення з літературою та інтернет-джерелами по темі Білгород-Дністровської фортеці, які роботи вже проводяться на даній ділянці та вивчення методів берегоукріплення, які розповсюджені та практикуються, в залежності від заданих умов. Розрахунок параметрів хвиль, розрахунок льодового режиму, розрахунок загальної

стійкості споруди методом круглоциліндричної поверхні ковзання, розрахунок міцності основи, перевірка стійкості споруди на перекидання.

Наукова новизна: проаналізовано становище Аккерманської фортеці та обґрунтовано метод берегоукріплення й берегозахисту, запроєктовано конструктивне рішення для укріплення берегів навколо об'єкту.

Практична цінність: полягає у тому, що на підставі аналізу та техніко-економічного обґрунтування підтверджена економічна ефективність обраного методу берегозахисту Білгород-Дністровської фортеці, який дозволяє зберегти її історичний зовнішній вигляд і потрапити у список історичних об'єктів ЮНЕСКО.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2023 році на XVI університетській практичній конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023» (Запоріжжя, 2023 р.), за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи

Магістерська робота складається з вступу, 5 розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 111 сторінок тексту, у тому числі 32 рисунки, 22 таблиці. Список використаних джерел містить 25 найменувань.

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ

1.1 Загальні відомості про берегозахист та берегоукріплення

Берегоукріплювальними та берегозахисними називають гідротехнічні споруди, які призначені захищати від негативного впливу хвиль, крижаних полів, течій берегову зону водних об'єктів: річок, озер, водосховищ, ставків, заток, лиманів, морів та океанів. Також, важливою метою є забезпечення стійкості берегових укосів.

Основним завданням берегоукріплення є створення сприятливих умов для ефективного функціонування водного господарства, безпечних умов життєдіяльності населення, захисту від шкідливої дії вод населених пунктів, виробничих об'єктів, збереження цілості берегової лінії. Наслідки стосуються не тільки питань естетики, а й викликають перелік інших



Рисунок 1.1 - Буни

проблем: обмелення, руйнування об'єктів транспортної інфраструктури (якщо магістраль проходить по території схилу або укосу), часткове або повне руйнування будівель та споруд через зміщення ґрунтової основи поблизу тощо.

Серед причин пошкодження й руйнування берегозахисних та берегоукріплюючих споруд, їх аварійного стану виділяють:

- підмив нижнього (підводного) краю споруди стоковими течіями;
- виніс ґрунту із основи кам'яних накидок і через шви залізобетонних конструкцій хвилювими швидкостями, а в нижній частині – стокові течії через відсутність або погане виконання зворотних фільтрів;
- дрейфування крижаних полів вздовж берегів;
- розрідження пісків з повним руйнуванням ґрунтової частини споруди і обвалення плит із монолітного армованого бетону;
- застосування некондиційних кам'яних матеріалів, неякісного бетону та грубе порушення технології його укладання

Процес руйнування починає прискорюватися якщо співпадають наступні фактори:

- загальна низька стійкість ґрунтової основи берега на зсув;
- наявність прямовисного схилу безпосередньо на відрізку берега, що руйнується чи поряд (крутий схил при постійному зволоженні не витримує тиску великої маси землі та ґрунт починає сповзати у воду);



Рисунок 1.2 – Хвилеломи (хвилерізи) на морі

- постійний підмив прибережної зони водою (щороку весною та восени рівень води підіймається через танення сніжної маси та провокує сповзання ґрунту з берегів);

- підвищення рівня ґрунтових вод в прибережній зоні (тривала експлуатація ділянки призводить до порушення герметичності дна та границі водоупору. Через порушення гідроізоляції вода починає просочуватися у ґрунт і починається процес ерозії);

- фізичні, динамічні і статичні навантаження;

- вплив сейсміки і вібрацій на ґрунт

Виділяють два основних метода захисту берега: активний і пасивний. В залежності від заданих умов, має місце їх комбінування.

Основними принципами конструювання берегоукріплюючих споруд можна назвати:

- сполучення берегового укріплення з його основою повинно бути надійно захищено від розмиву течіями та хвильовими швидкостями (в підводній частині упорним поясом, а в надводній – опояскою чи зубом). Підмив упорного поясу або надводної частини укріплення починається, коли швидкості течій та хвиль досягають розмиваючих величин. Розрахункову максимальну хвильову швидкість на дні і допустимі значення хвильових нерозмиваючих швидкостей на дні необхідно приймати згідно розділу СНіП «Навантаження та вплив на гідротехнічні споруди (хвильові, льодові та від суден)» для споруд з вертикальною стінкою; ґрунтова частина берегового укріплення, а саме основа укiсного покриття, є працюючою частиною споруди, яка сприймає активні хвильові, льодові та інші навантаження. Його гранулометричний склад і густина повинні задовольняти технічні вимоги, передбачені проектом;

- конструкції, що сприймають тиск ґрунту (особливо, тонкостінні), які зводяться на повзучих ґрунтах, повинні враховувати зміну несучої здатності у часі, пов'язане з появою реологічних властивостей ґрунту основи і релаксації реактивного тиску повзучого ґрунту на стінку;

- конструкції упорного поясу, опоясок, укісного покриття і підпірних стін набережних повинні бути ґрунтонепроникні і не допускати виносу ґрунту течіями, хвильовими швидкостями і ґрунтовими водами, що заходять на береговий виступ;
- берегові укріплення повинні передбачати дренажні системи, що будуть забезпечувати прямий гідравлічний зв'язок потоку підземних вод з водоймою;
- конструкції берегових укріплень, особливо упорного поясу чи опояски, повинні забезпечувати стійкість і міцність споруди при льодових навантаженнях.

1.2 Берегозахисні споруди активного типу

Берегозахисні споруди активного типу здатні змінювати характер водного потоку у прибережній зоні, накопичувати і утримувати перед собою наноси у вигляді смуги берегозахисного пляжу. Вони гасять енергію хвиль на підході до берега.

До таких споруд (рішень) відносять:

- наносоутримуючі буни та поздовжні берегозахисні хвилерізи (переважно для озер і морів);
- напівзагати, кам'яні накидки, берми, регулюючі дамби, струмененаправляючі щити (на річках);
- пляжі, намиті або відсипані штучно (хвилі, розбиваючись, не доходять до корінного берега);
- висадка водних рослин, штучні водорості



Рисунок 1.3 – Хвилевідбійна стінка

Буни розташовують на ділянці, що потребує захисту, на відстані 1-3 їх довжин перпендикулярно до лінії берега. Вони починаються на березі на 1-1,5 м вище рівня моря і доходять до глибини 1,5-2 м. Гребінь головної частини буни височить на рівнем моря на 0,3-0,5 м і підвищується в сторону берега. По конструкції буни розрізняють гравітаційні, палеві, пальново-стінові.

Хвилерізи можуть бути надводними та підводними. Останні застосовують частіше: на 50% відбувається гашення хвильової енергії (решта гаситься за рахунок природного або штучного пляжу), а також відкладення перекинутих через нього наносів. Ефективне комплексне використання хвилерізів та бун.



Рисунок 1.4 – Бухтові пляжі, створені за допомогою уривчастих хвилеломів
(Дубай, парк Аль-Мамзар)

Природній камінь може застосовуватися на не крутих схилах у вигляді накиду або намощування. Обов'язково потрібна підготовка ґрунту. Для збільшення щільності укладають різну несучу основу, яка також виконує функцію зворотного фільтру: геотекстиль, георешітку або геосітку.

Біологічне кріплення з використанням рослин. Таке кріплення включає в себе висадження чагарників і дерев, посів трав, одерновку, розведення водоростей. Рослинами укріплюють надводні частини укосів, а також ті частини, що інколи знаходяться під впливом води. Створене стійке рослинне покриття може витримати швидкості течій до 1,5 м/с.

Штучно намиті «вільні» пляжі виконують роль самостійних хвилегасних споруд. Цей спосіб берегозахисту набув поширення в США та Нідерландах. Вільні пляжі під впливом хвилювання і течії вздовж берега, що виникають при штормах і нагонах, неодмінно втрачають частину піску і зменшуються в об'ємі. При захисті берегів за допомогою вільних пляжів не порушується природний водообмін в береговій смузі моря, що важливо для курортних районів. Вільні пляжі мають естетичніший вигляд на відміну від тих, де застосовуються пляжеутримуючі споруди.

1.3 Берегозахисні споруди пасивного типу

Берегозахисні споруди пасивного типу відрізняються особливою міцністю і стійкістю до руйнування, не порушують природного руху води.

На морях – це хвилевідбійні стінки з вертикальною або криволінійною передньою гранню, накидка з із крупних блоків та фігурних масивів; на річках – кам'яна накидка, укісні кутові стінки з підвищеною шорсткістю, матраци, габіони, бетонні та залізобетонні плити тощо.

Такі споруди укріплюють пологий береговий укіс, для зменшення висоти нахату хвиль поверхню укріплення роблять шорсткою.

Для максимального захисту берега застосовують комплексні рішення із пасивних і активних споруд. Наприклад, поєднання підводних хвилерізів, траверсів та хвилевідбійних стінок або захисних одеж.



Рисунок 1.5 – Укріплення крупними блоками і фігурними масивами

Серед найбільш розповсюджених варіантів укріплення берегів можна виділити: проникні хвилегасні споруди (тетраподи, гексабіти, кам'яна накидка тощо); шпунтове огородження; габіонні конструкції; жорсткі хвилегасні споруди; хвилевідбійні підпірні стінки; різноманітні рішення для гасіння енергії хвиль (хвилегасні камери, хвилерізи, буни, пляжі тощо).

До типових рішень забезпечення стійкості укосів відносять: терасування, викладання укосів; нагельне кріплення схилів; анкерне кріплення з притискними плитами; підпірні стінки (різноманітні утримуючі споруди); протиерозійний захист.

Хвилевідбійні стінки у сучасному вигляді – це складні гідротехнічні споруди із залізобетону з глибоко закладеним фундаментом, багатоступеневим профілем, фігурним піддашком. В результаті роботи стін відбувається також розмиття і скорочення ширини пляжу. Хвиля, що накочується на пляж, поступово втрачає свою енергію, а під час удару об хвилевідбійну стінку, особливо там, де пляж вузький і береговий обрив наближений до урізу із усією своєю енергією, віддзеркалюється від неї і з силою відкочується назад. Зникнення пляжів провокує більш інтенсивний розмив підводного схилу, а це, в свою чергу, прискорює деформацію та перекидання стінок. Під час підточування основи стін відбувається їх

обвалення. Щоб доповнити стінку і уникнути негативних наслідків, використовують комплекс із бун і хвилерізів.

Укісне укріплення із фасонних блоків (тетраподів, диподів тощо) використовується для укріплення підводної частини глибоких берегів у важких хвильових та льодових умовах. При укладанні на слабку основу профіль зміцнення збільшують відповідно до очікуваного осаду.

Габіони – це спеціальна сітка із оцинкованого крученого дроту. Така сітка складається у вигляді короба, який наповнюють великим каменем. Для того, щоб конструкція не рухалася і не роз’їжджалася, такі короба фіксують



Рисунок 1.6 – Укріплення габіонами та матрацами

за допомогою анкерної системи, а для більшої надійності з’єднують між собою. Щоб стінки габіонів не розходилися від ваги каменів, використовують спеціальні розпірки. Якщо правильно змонтувати габіони, вони не дозволять воді розмити ґрунт. Такі конструкції часто застосовують на річках, ставках і каналах, при цьому створюється безперервна берегова лінія, що робить всю берегову смугу більш затишною. Габіони згладжують енергію хвиль і не руйнуються при невеликих рухах ґрунту. З плином часу крізь сітку проростають рослини і ще більше скріплюють конструкцію. Не дивлячись на велику кількість переваг, габіони мають наступні недоліки: неможливість застосування на крутих берегах з великими глибинами біля берега, сильними течіями; необхідність підготовки основи під водою; застосування трудомісткої ручної роботи; необхідність залучення техніки.

Георешітки схожі на габіони своєю сітчастою структурою, але вони зроблені із полімеру з осередками, розташованими в шаховому порядку. Такий вид берегоукріплення добре витримує перепади температур, не боїться



Рисунок 1.7 – Укріплення плитами

вологи і води. Георешітками укріплюють некруті схили, заповнюючи її різними матеріалами, в залежності від поставленої задачі. Наповнення щебенем підходить при усіх видах течії, наповнення клітин галькою, мармуровою крихтою, родючим ґрунтом застосовують при слабкій течії або при її відсутності.

ПВХ шпунт відрізняється надійністю, довговічністю, може використовуватися повторно, підходить для будь-якої крутизни берега, застосовується навіть в агресивному водному середовищі. Такі конструкції забивають або вдавлюють глибоко в ґрунт за допомогою гідравлічного устаткування. ПВХ шпунти експлуатують до 100 років, вони не деформуються від нагрівання сонячними променями, досить вогнетривкі, у них висока несуча здатність. що дозволяє витримувати великі обсяги ґрунту, його відносно просто монтувати, можна вибрати колір виробів, висока гнучкість використання, що дозволяє розміщувати під кутами і з плавними закругленнями, відносно невелика вартість. Шпунтове кріплення перешкоджає підмиву берегів, тим самим запобігає небезпеці обвалів та зсувів. Така небезпека може бути викликана сильною течією, зміною рельєфу дна, штормовими хвилями, ураганними вітрами. Шпунт не схильний до корозії та гниття, не потребує додаткових обробок і постійного догляду.

Дерев'яні палі монтуються вручну або з застосуванням техніки, можуть прослужити до 50 років. Такий вид неможна використовувати, якщо основа складається з рихлого або рухливого ґрунту, в них є обмеження по висоті,



Рисунок 1.8 – Укріплення дерев'яними палями

дереву притаманне старіння, виступаючий над поверхнею брус з часом темніє, відносно низька стійкість до хвильового та льодового навантаження. Ціна на укріплення деревом буде нижчою порівняно з технологіями, де застосовані полімери або метал. Дерево простіше і швидше оброблювати, що спрощує виробництво дерев'яних палей і монтаж огороження.

Бетонування берегу надійне, але не естетичне і дорого коштує. Його використовують у рідких випадках (будівництво гребель, ГЕС тощо).

Вибір способу захисту берега, типу і розміру берегоукріплюючої конструкції визначається крутістю підводного і надводного схилів, гранулометричним складом берегових наносів, геологічною будовою берега, наявністю місцевих матеріалів, режимом рівнів й хвилювання, течіями, паводками й іншими природними явищами і умовами.

Зазначені данні можуть бути отримані в результаті ретельно проведених вишукувальних робіт.

Під час розробки конструкції та вибору варіантів необхідно віддавати перевагу типу споруди, зведення якої при інших рівних умовах можлива при меншій тривалості робіт.

Остаточний вибір варіанту проводиться на основі їх техніко-економічного порівняння. В залежності від конструктивних особливостей затвердженої до будівництва берегоукріплюючої споруди встановлюють організацію робіт і технологію зведення.

Враховуючи задане місцезнаходження, початкові дані, найоптимальнішими варіантами для розгляду будуть укріплення каменем та підпірною кутовою стінкою.

1.4 Зміцнення берегу природним каменем

Зміцнення каменем дозволяє створити берегове укріплення криволінійної форми, яке буде зливатися з природним ландшафтом.

Переваги укріплення каменем:

- доступність матеріалу;
- хороша міцність та морозостійкість;
- гарні дизайнерські якості;
- порівняно невисока складність робіт;
- невеликий об'єм підготовчих робіт;
- при використанні фракції каміння до 500 мм, роботи по укладенню можна проводити вручну

Недоліки укріплення каменем:

- максимальний кут укосу 30°;

- неможливість використання на крутих берегах;
- низька стійкість до льодових навантажень;
- в складнодоступних місцях великий об'єм транспортування

каміння вручну

Робиться підготовка схилу, його надводної та підводної частини. Укладається шар зворотного фільтру з геотекстилю, який попереджує



Рисунок 1.9 – Кам'яна накидка

просідання матеріалу в ґрунт і затримує ріст рослинності. На нього за допомогою спецтехніки або вручну, якщо під'їзд неможливий, насипається і вирівнюється каміння.

Механізація робіт дозволяє значно знизити вартість реалізації проєкту, але її не завжди виходить використати.

Кам'яне кріплення виконують у вигляді накиду або намощування. Даний варіант простий, надійний і гнучкий. Не піддається окисленню і гниттю.

1.5 Зміцнення берегу підпірною стінкою

Підпірна стінка – це споруда, яка призначена для огороження ґрунту або сипучих тіл від обвалення. Підпірні стінки використовують для вирішення наступних задач: для підтримки насипів; огороджувальні; стінки для зміцнення берегів річок, морів тощо. Такі споруди можуть бути залізобетонними, бетонними, бутобетонними, цегельними, дерев'яними та металевими.

Конструкції з/б підпірних стінок: кутові, контрфорсні, анкерні.

Кутові бувають із цільних блоків довжиною 2-3 м та лобової стінки з фундаментною плитою. Контрфорсні та анкерні застосовуються при умові висоти підпору ґрунту більше 4,5 м. Вони складаються із плит, які встановлені в бази контрфорсів або рам. Контрфорсні зазвичай встановлюються з кроком 2-3 м на збірну фундаментну плиту. Всі стики збірних елементів виконуються зварюванням закладних деталей або випуском арматури.

Підпірні стінки за принципом роботи ділять на:

- масивні, стійкість яких забезпечуються їх власною вагою (матеріал – бутон, бутова або цегляна кладка) сприймають переважно стискаючі напруги;
- напівмасивні, стійкість яких забезпечується як власною вагою стінки, так і вагою ґрунту, що лежить на фундаментній плиті (є конструкцією з армованого бетону);
- тонкоелементні – конструкції із пов'язаних один з одним залізобетонних плит; стійкість забезпечується в основному вагою ґрунту над фундаментною плитою.

Саме ці два варіанти, кам'яну накидку та підпірну стінку, буде взято на розгляд та розрахунки у конструктивному розділі.

2 ПРИРОДНІ, ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ БУДІВНИЦТВА ТА ІНФРАСТРУКТУРА

2.1 Загальні відомості про природні умови та район будівництва

Дністровський лиман - відкритий прісноводний лиман в північно-західній частині Чорного моря, на узбережжі Одеської області. Від моря відділений піщаною насипом (шириною від 40 до 500 м), з'єднується з морем через штучно поглиблене Дністровсько-Царгородське гирло і судноплавний канал до Білгород-Дністровського. Довжина лиману близько 42 км, ширина від 4,2 до 12 км, площа 360 км² (з плавнями 408 км²), глибина від 0,6 до 2,7 м, місцями глибше 5 м. У лиман впадає річка Дністер, яка перед впаданням розділяється на два рукави - Глибокий Турунчук і Дністер. Вони утворюють Дніпровські плавні. На південній косі розташовані курорти Кароліно-Бугаз і Затока. Через гирло побудований міст, через який проходять автомобільна та залізнична магістралі.

Щоб розробити проект укріплення, було проаналізовано цілий ряд природньо-кліматичних умов.



Рисунок 2.1 – Географічне розташування Дністровського лиману

2.2 Вітер

Спираючись на дані рози вітрів ГМС порту (рис. 2.2) у Білгороді-Дністровському максимальним значенням швидкості вітру є 25 м/с. У холодну пору року переважають північно східні, північні вітри, в теплу пору - південно-східні, південні і північно-західні. Число днів з сильними вітрами до 15 м/с коливається від 7 до 30 на рік. Серед року більшим вітровим вважається жовтень, менш – липень.

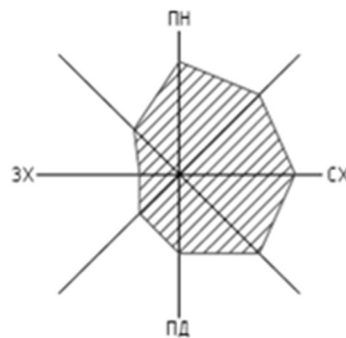


Рисунок 2.2 – Роза вітрів району будівництва (м. Білгород-Дністровський)

Найбільш небезпечними для проектованої берегоукріплювальної споруди будуть північний, північно-східний та південно-східний напрямки вітрів. Вони створюють благодотворні умови для виникнення великої кількості вітрових хвиль, що спрямлені безпосередньо на споруду. Це означає, що у теплі місяці основа знаходиться у стані підмиву і поступово сповзає у бік лиману, а взимку льодове поле атакує берег і знищує всю флору.

Берегоукріплювальні споруди відносяться до III класу відповідальності і підкласу наслідків (відповідальності) СС2-2, тобто розраховується з урахуванням швидкості вітру забезпеченістю 2%. Для розрахунку параметрів хвиль приймаємо за розрахункову швидкість вітру, що дорівнює 25 м/с.

2.3 Хвильовий режим

Більшість хвиль на Дністровському лимані поширюється з півночі, сходу і південного сходу. Хвилі прибережних акваторій за походженням в основному вітрові. Це дає можливість робити розрахунки хвиль і їх енергії по вітровим характеристиками, але вони у 2 рази менші, ніж у Чорному морі за рахунок місцезнаходження у напівзамкненому контурі затоки, а також через невеликі глибини та малу довжину розгону. Лиман мілководний, тому на його акваторії дуже мало жорстких штормів.

2.3.1 Визначення розрахункових параметрів хвиль на невеликих глибинах

Розрахунки проєктованих гідротехнічних споруд проводять за рекомендаціями СНіП 2.06.04-82* та потребують визначення параметрів хвиль у системі розрахункового шторму певної повторюваності. Як відомо, розрахункові параметри хвиль (висота h , м довжина λ , м та період T , с) залежать від ряду факторів, а саме, від довжини розгону шторму, швидкості вітру, глибини води та топографії дна.

У тих випадках, коли акваторії не глибоководні, а глибини води приблизно однакові по довжині розгону шторму (наприклад, Азовське море, озеро, водосховище), то середні параметри нерегулярних хвиль визначають також за допомогою безрозмірних параметрів $\frac{g \cdot L}{v^2}$ та $\frac{g \cdot d}{v^2}$. При цьому використовується не верхня огинаюча крива на рис. 2.3, а та, що відповідає $\frac{g \cdot d}{v^2}$.

де g - прискорення вільного падіння, м/с²;

L - довжина розгону хвилі, м;

V - розрахункова швидкість вітру, м/с;

d - глибина води, м.

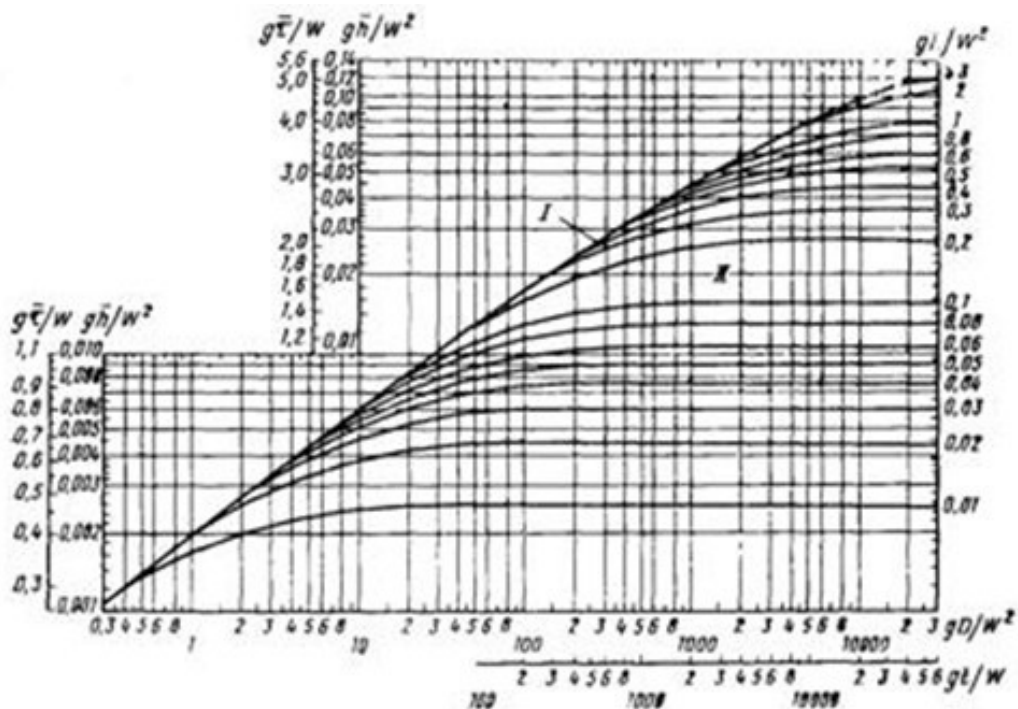


Рисунок 2.3 - Сімейство кривих для визначення параметрів нерегулярних хвиль

Розрахунки хвильових параметрів, як і масу каміння та штучних бетонних блоків накидних конструкцій, проводять від висоти хвилі 2% забезпеченості у системі розрахункового шторму заданої повторюваності.

У відповідності з рекомендаціями СНіП 2.06.04-82*/1/ вона визначається по наступній залежності:

$$h_{1\%} = \bar{h} \cdot k_{1\%}, \quad (2.1)$$

де \bar{h} - середня висота у системі розрахункового шторму, м;

$k_{1\%}$ - коефіцієнт, залежний від параметрів $\frac{g \cdot L}{V^2}$ та $\frac{g \cdot d}{V^2}$, прийнятий за графіками рис. 2.4.

Коефіцієнт $k_{1\%}$ приймається для кожного безрозмірного параметру окремо. У подальших розрахунках приймається менший з них.

В нашому випадку вихідними даними для розрахунку параметрів хвиль на невеликих глибинах є розрахункова швидкість вітру $V = 25$ м/с, довжина

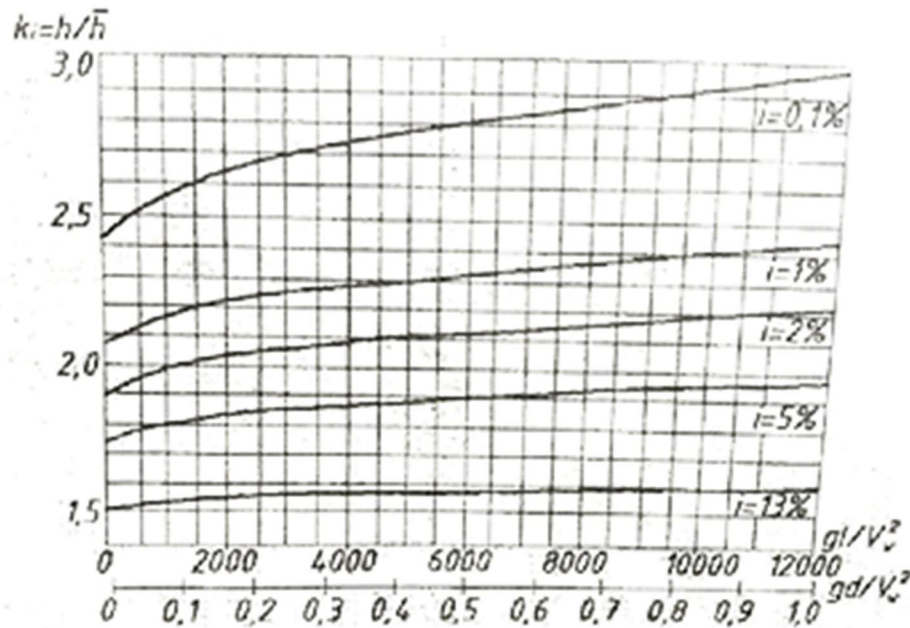


Рисунок 2.4 - Графіки значень коефіцієнта k_i розгону шторму $L = 4$ км , глибина води $d = 2,6$ м.

Для визначення середньої висоти хвилі \bar{h} та середнього періоду хвилі \bar{T} розраховуються вхідні безрозмірні параметри:

$$\frac{g \cdot L}{V^2} = \frac{9,81 \cdot 4000}{25^2} = 63 \quad (2.2)$$

$$\frac{g \cdot d}{V^2} = \frac{9,81 \cdot 2,6}{25^2} = 0,04 \quad (2.3)$$

Далі, використовуючи ці параметри у відповідності з графіком на рис. 2.1, по огинаючій кривій визначаються значення $\frac{g \cdot \bar{h}}{V^2} = 0,015$ та $\frac{g \cdot \bar{T}}{V} = 0,39$, а потім параметри вітрових хвиль в мілководній зоні.

Звідси, середня висота хвилі \bar{h} становить:

$$\bar{h} = \frac{\frac{g \cdot \bar{h}}{V^2} \cdot V^2}{g} = \frac{0,015 \cdot 25^2}{9,81} = 0,95 \text{ м} \quad (2.4)$$

а середній період хвилі \bar{T} :

$$\bar{T} = \frac{g \cdot \bar{T} \cdot V}{g} = \frac{1,39 \cdot 25}{9,81} = 3,54 \text{ с} \quad (2.5)$$

Середня довжина хвилі $\bar{\lambda}$ за формулою:

$$\bar{\lambda} = \frac{g \cdot \bar{T}^2}{2\pi} = \frac{9,81 \cdot 3,54^2}{2 \cdot 3,14} = 18 \text{ м}$$

$$h_{1\%} = \bar{h} \cdot k_{1\%}$$

$$k_{1\%}(0,04) = 2$$

$$k_{1\%}(94,2) = 2,05$$

$$h_{1\%} = 0,95 \cdot 2 = 1,9 \text{ м}$$

Таким чином, розрахункові параметри хвиль:

середній період хвилі $\bar{T} = 3,54$ с, середня довжина хвилі $\bar{\lambda} = 18$ м, висота хвилі $h_{1\%} = 1,9$ м.

Розрахунки проводилися по формулам для великих глибин, підсумкові результати виявляються некоректними для даного випадку (умов лиману).

Відповідно, висота хвилі 2% забезпеченості у системі розрахункового шторму заданої повторюваності буде дорівнювати $h_{2\%} = 1,1$ м.

2.4 Температурний режим

Білгород-Дністровський знаходиться в зоні помірного степового континентального клімату з посушливим літом і короткою м'якою зимою. Середньорічна температура від +8,8 до +11,5 °С, середньорічна кількість опадів близько 350 мм. Зима коротка і м'яка з середньою температурою 0°С, сніг і температури нижче -10 °С майже не спостерігаються, вкрай рідко температура знижується до -20-22 °С; літо довге з температурою від +22 °С до +35 °С. Заморозки можливі з листопада по березень.

Взимку лиман через низькі температури замерзає, це враховується при організації будівельних робіт і розрахунках. Дані умови підтверджують, що конструкція фортеці та берегів страждає у холодні місяці від льодових навантажень і потребує прийняття оперативних мір.

Значення температури повітря формує товщину льоду, що утворюється в зимній період. На основі аналізу за розрахункові параметри льоду були прийняті такі значення: час замерзання льоду складає 30 днів при температурі повітря -8°C .

2.5 Льодовий режим

Дністровський лиман замерзає лише в суворі зими рідкої повторюваності. В більшості випадків льодостав тримається з кінця грудня до початку березня. При цьому режим нестійкий, а товщина льодового покриття може бути до 40-50 см, тому можуть виникати затори та льодові тороси. Всі описані явища впливають на навігаційні умови на Дністрі (в тому числі на Турунчуку). Також можна спостерігати виникнення ожеледиці та набриску на берегах.

Брискове льодоутворення виникає під впливом вітрових хвиль, які утворюються на водних поверхнях у час негативних температурах повітря. При цьому відбувається формування шару льоду із крапель води. Спеціалісти-гляціологи поділяють такий гололід на динамічний та вітровий. Динамічний формується через замерзання частинок води, які зриваються з гребнів хвиль, безпосередньо впливаючи на гідротехнічну споруду. Вітровий гололід виникає через частинки води, які вітер зриває з гребнів хвиль вітер перед спорудою.

Набрискове льодоутворення виникає при відкладенні льоду у процесі течії води безпосередньо по конструктивним елементам споруди в зонах перемінного рівня та вище.

Розвиток товщини льоду впродовж зимового періоду відбувається безперервно. На основі даних натурних спостережень ряд науковців запропонували свої залежності по розрахунку товщини льоду з певним рівнем точності у тому чи іншому кліматичному регіоні. До одної з перших таких залежностей відноситься пропозиція Стефана, яка базується на тому, що тепловий потік, який проходить крізь товщу льоду, відповідає умові рівняння Фур'є. Вирішив це рівняння, Стефан отримав просту та зручну для використання в інженерній практиці залежність розрахункової товщини льоду в сантиметрах від величини градусо-днів морозу (Θt) у тому чи іншому кліматичному регіоні:

$$h_d = 3,4\sqrt{\Theta t}, \quad (2.6)$$

де: h_d – товщина льоду;

Θ – температура повітря;

t – час замерзання у добах;

Ця залежність може успішно використовуватися у процесі проектування льодостійких гідротехнічних споруд при назначені розрахункової товщини льоду, які будуть витримувати силовий вплив дрейфуючих рівних крижаних полів.

Із даних про температурний режим можна винести, що в середньому один місяць зими лиман покривається льодом, тобто в середньому переживає цей стан 30 діб (± 10 діб). Беремо зимову температуру -8°C та проводимо розрахунки.

З цього виходить:

$$h_d = 3,4\sqrt{\Theta t} = 3,4\sqrt{8 \cdot 30} = 48.6 \approx 50 \text{ см}$$

Тобто, розрахункова товщина льоду в нашому регіоні буде до $h_d = 50$ см.

Проводяться наступні розрахунки льодових параметрів:

$$R_c = 2,2 \text{ МПа}; \quad (2.7)$$

$$R_f (\text{міцність криги на вигин}) = 0,4 \cdot R_c;$$

де R_c – міцність криги на одновісне стиснення, МПа;

R_f – міцність криги на вигин, МПа

$$R_f = 0,4 \cdot R_c = 0,4 \cdot 2,2 = 0,88 \text{ МПа}$$

Визначення величини впливу крижаного поля, що рухається на споруду з вертикальною передньою гранню (на секцію споруди (кутової стінки) з великою протяжністю) за нормативним документом СНіП 2.06.04-82*:

$$F_{c,w} = 0.07 v h_d \sqrt{A k_v R_c}, \text{ МН} \quad (2.8)$$

де v – швидкість руху крижаного поля, м/с; визначається за даними натурних спостережень, а при їх відсутності допускається приймати її рівною: для річок та приливних ділянок моря – швидкість течії води; для водосховищ та морів – 3% значення швидкості вітру 1% забезпеченості в розрахунковий період часу; $v = 0,55$ м/с;

h_d – розрахункова товщина рівної криги, м; $h_d = 0,5$ м;

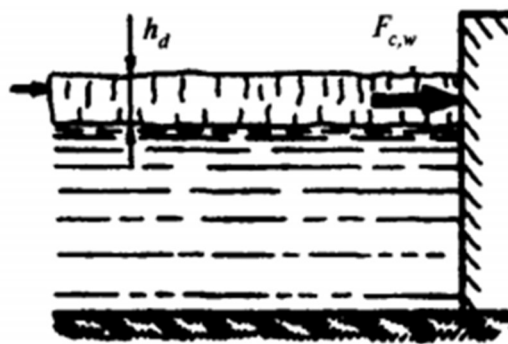


Рисунок 2.5 - Схема прикладення навантаження від рухомого крижаного поля на секцію споруди

A – максимальна площа крижаного поля, м²; $A = 10\,000$ м²;

k_v – коефіцієнт, що приймається за таблицею 2.1; $k_v = 0,8$

R_c – міцність криги на одновісне стиснення, МПа; $R_c = 2,2$ МПа

$$F_{c,w} = 0,07 * 0,55 * 0,5 \sqrt{10000 * 0,8 * 2,2} = 2,55 \text{ МН}$$

Таблиця 2.1 – Визначення коефіцієнта k_v

Значення $\varepsilon_e, \text{с}^{-1}$	10^{-7} та менше	$5 \cdot 10^{-5}$	$10^{-4} - 5$ $\cdot 10^{-4}$	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$	10^{-2} та більше
Коефіцієнт k_v	0,1	0,9	1,0	0,8	0,5	0,3

ε_e – ефективна швидкість деформації криги у зоні її взаємодії з секцією (опорою), с^{-1} , що визначається за формулою:

$$\varepsilon_e = \frac{v}{k_e b'}$$

$$\varepsilon_e = \frac{0,55}{4 * 2,5} = 0,055$$

де k_e – коефіцієнт, що приймається при $b/h_d < 30$ рівним 4; при $b/h_d \geq 30$ рівним 2; $\frac{b}{h_d} = \frac{2,5}{0,5} = 5 < 30$; $k_e = 4$

b – ширина опори (секції) споруди по фронту на рівні дії криги, м;
 $b = 2,5$ м

Навантаження $F_{c,w}$ не може бути більше навантаження $F_{b,w}$, МН:

$$F_{b,w} = k k_v R_c b h_d, \quad (2.9)$$

де k – коефіцієнт приймаємий за таблицею 2.2; $k = 0.75$

Таблиця 2.2 – визначення коефіцієнту k

Значення $\frac{b}{h_d}$ (або n_f/h_d)	0.3 і менше	1	3	10	20	30 і більше
коефіцієнт k або k_n	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4

$$F_{b,w} = 0.75 * 0.8 * 2.2 * 2.5 * 0.5 = 1,65 \text{ МН}$$

За даними розрахунками отримано були отримані наступні значення:

R_f (міцність криги на вигин) дорівнює 0,88 МПа, R_c (міцність криги на одновісне стиснення) дорівнює 2,2 МПа, розрахункова товщина льоду для даного регіону дорівнює 50 см для середньої зимової температури.

Також була визначена величина впливу крижаного поля на секцію кутової стінки за двома формулами:

$$F_{c,w} = 2,55 \text{ МН та } F_{b,w} = 1,65 \text{ МН}$$

2.6 Коливання рівня води

Береги Дністровського лиману відчують на собі дію абразії, яка відбувається через збільшення площі акваторії. Цей фактор приводить до відносного росту рівня води – у середньому 5 мм/рік. Також на рівень води впливає збільшення стоку вод у Дністрі та у Дністровському водосховищі. На осінь рівень води знижується через природний відлив, а весною поступово збільшується через відлигу вище за течією Дністра.

«Вимірювання глибин дна Дністровського лиману виконувалися на всій акваторії, але не далі, як 600 м від берега, і не ближче 100 м від берега на різних галсах. На всіх станціях вимірювань глибини становили від 1,1 м (станції № 51, 76,79) до 3,1 м (станція № 59). До наших робіт на топографічних картах максимальна глибина була показана 2,6 м, і до того ж - на іншій ділянці дна. Тому виміряне значення 3,1 м постає новою максимальною позначкою, раніше невідомою...»

«Таким чином, лиманове дно в найбільш загальному вигляді нагадує величезну чашу, з вирівняним дном і крутим підводним береговим схилом. Таку особливість рельєфу можна пояснити підвищеними швидкостями донної абразії, яка забезпечується досить частими крутими вітровими

хвилями, добре вираженим дефіцитом пляжестворюючих наносів, слабким опором абразії складають осадових порід, значними вітровими нагонами і певним короточасним підняттям рівня води під час повені...»

Рівень води в лимані коливається в межах ± 1 м за даними порту Білгород-Дністровський.

Основними факторами, які визначають режим згінно-нагінних коливань рівня моря є вітер і атмосферний тиск. Відмітка "0" Білгород-Дністровського порту становить 4,65 м в Балтійській системі висот і забезпечена на 98% на багато років. Середній рівень моря в розглянутому районі має позначку 5,02 м в Балтійській системі висот. Найвищий зафіксований рівень мав позначку 5,74 м в Б.С. (лютий), а найнижчий – 4,42 м в Б.С. (січень). Отже, амплітуда коливань рівня в досліджуваній точці узбережжя досягає 1,32 м.

Значення коливання рівня води у морі впливає на відмітку поверхні споруди. Для проектування берегоукріплювальної споруди було прийнято амплітуду коливань рівня моря в досліджуваній точці узбережжя 1 м.

2.7 Течії

В протоці майже немає поперечних течій і, як правило, лиманний або морський потік від поверхні до дна випрямлений за напрямком його осі, незалежно від первинного напрямку течії. Режим течій представлений в таблиці 2.3.

Згінні північні (Пн, Пн-Зх і Пн-Сх) вітри збільшують швидкості стічних течій в лимані і підсилюють винос прісної води через Цареградське гирло в море; при цьому в загальному знижується солоність лиманних вод. Під дією слабких вітрів швидкості течій становлять від 0,05 м/с до 0,30 м/с (в гирлі від 0,15 м/с до 0,75 м/с), а при північних вітрів – від 0,05 м/с до 0,45 м/с

(в гирлі від 0,4 м/с до 0,9 м/с). Солоність води: середня - від 2,3‰ до 2,5 ‰, максимальна – від 10‰ до 11 ‰.

Таблиця 2.3 - Режим течій

Умови формування	Уставі вітрові режими, стік в/з лиману, місцеві вітри
Типи течій	Компенсаційні, стокові, вітрові
Переважаючі типи течій	Компенсаційні, стокові
Напрямок	За напрямком вітру і течії в/з лиману
Максимальні природні швидкості, м/с	1,3
Період найбільшого повторення	Зимній період
Напрямок течії відносно осі каналу	змінне
Святок течії з хвильовим режимом	Тільки при вітровому типі течії

Течії мають негативний вплив на підшову споруди, ґрунт основи розмивається у підшови під їх впливом, і споруда може втратити загальну стійкість, а морська вода містить сульфати і кристалізація солей в порах бетону може призводити до його руйнування внаслідок тиску кристалів солі. Так як кристалізація відбувається там, де вода випаровується, цей вид впливу спостерігається в надводній частини споруди з бетону. Тому бетон в зоні змінного рівня води, що піддається поперемінному зволоженню і висушування, руйнується швидше. Таким чином, необхідно забезпечити непроникність бетону.

2.8 Інженерно-геологічні умови

Міцність і стійкість будь-якої споруди насамперед залежать від надійності основи і фундаменту.

Основою вважають шари ґрунту, що залягають нижче підосви фундаменту і в сторони від нього, що сприймають навантаження від споруди і впливають на стійкість основи та її переміщення. Проектування основ будівель і споруд залежить від великої кількості факторів, основними з яких є: геологічна і гідрогеологічна будова ґрунту; кліматичні умови району будівництва; конструкція споруджуваної будівлі і фундаменту; характер навантажень, що діють на ґрунт основи.

Основи під фундаменти будівель і споруд бувають природними і штучними.

Природними основами називають ґрунти, які в умовах природного залягання володіють достатньою несучою здатністю, щоб витримати навантаження від споруджуваного будинку або споруди. Природні основи не вимагають додаткових інженерних заходів по зміцненню ґрунту; їх мета полягає в розробці котловану на розрахункову глибину закладення фундаменту будівлі або споруди. До ґрунтів, придатним для влаштування природних основ, відносяться скельні і нескельні.

Скельні ґрунти являють собою поклади вивержених, осадових і метаморфічних гірських порід (граніти, вапняки, кварцити та ін.) Зустрічаються вони у вигляді суцільного масиву або окремих тріщинуватих пластів. Вони володіють великою щільністю, а отже, і водостійкістю і є міцною основою для будь-якого виду споруд.

Нескельними ґрунтами вважаються великоуламкові, піщані і глинисті ґрунти. Великоуламкові ґрунти (щебінь, гравій, галька) являють собою шматки, що утворилися в результаті руйнування скельних порід, з розмірами

частинок більше 2 мм. Вони поступаються по міцності скельним ґрунтам. Якщо великоуламкові ґрунти не схильні до дії ґрунтових вод, вони також є надійною підставою.

Рельєф та склад ґрунтів на території Білгорода-Дністровського лиману неоднорідний. В основному в регіоні переважає рівнинна місцевість.

Дно біля берегів піщано-мулисте, подекуди зустрічається кам'янисте, в центрі і північних частинах лиману - мулисте. Поширена водна рослинність, близько північних берегів - зарості очерету і осоки.

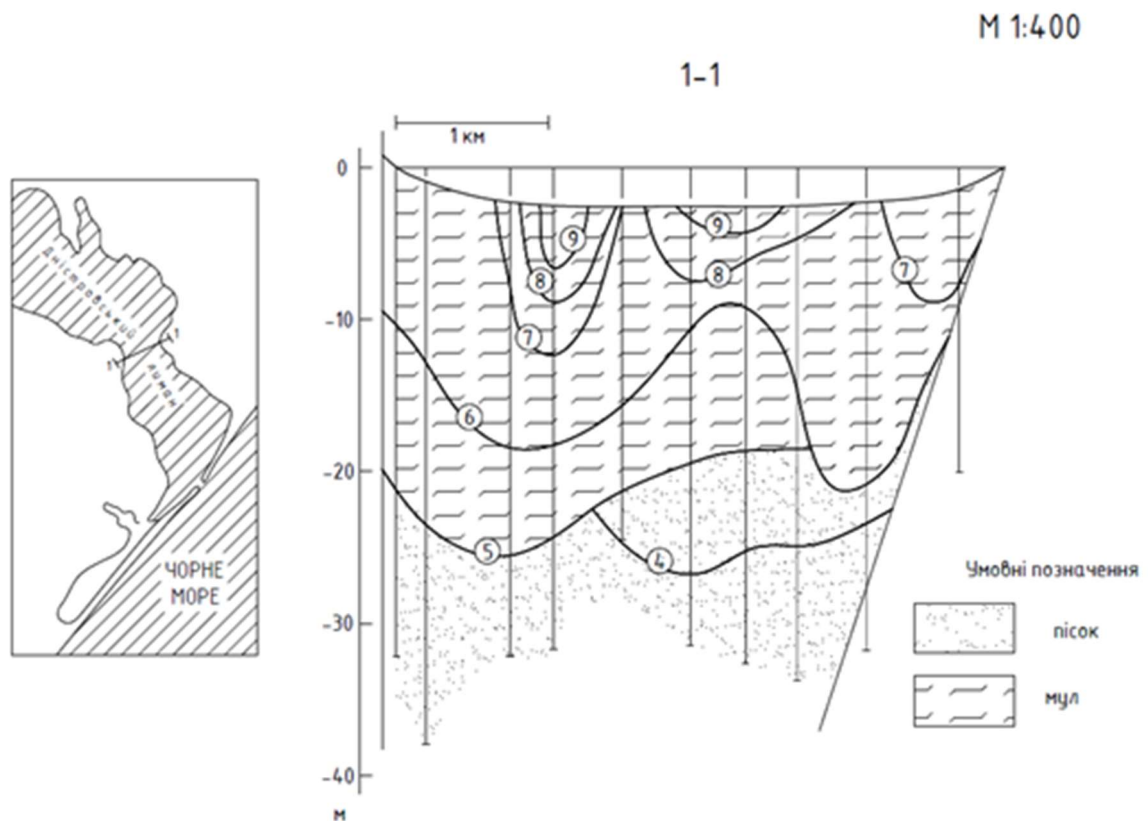


Рисунок - 2.6 Геологічний розріз Дніпровського лиману по відрізьку 1-1

За поданим інженерно-геологічним розрізом можна виділити наступні групи ґрунту:

1 шар – мул.

Мулистий ґрунт характеризується тим, що він вологий і холодний, оскільки він довго затримує воду. У ньому домінують дуже дрібні за розміром частки. Він дуже слизький і м'який на дотик.

Це робить його ґрунтом, який тече повільно і нестабільно. Отже, мулистий ґрунт може розширюватися в результаті утримання вологи, він може постійно стикатися під дією ваги конструкції і з часом послаблювати її.

Зрідження може бути фатальним і привести до вагомого часткового або повного руйнування.

2 шар – пісок.

Піщані ґрунти - це скупчення дрібних твердих частинок, що представляють собою продукт вивітрювання гірських порід. Вони мають гарну здатність пропускати вологу і є відмінним матеріалом для підстави і масиву земляного полотна.

Пісок – пухкий, не пластичний ґрунт, який при висиханні не зменшується в об'ємі. Піски в чистому вигляді мають незначну зв'язок між частинками, глини ж залежно від вологості володіють значною пов'язаністю. Піски є сипучою сумішшю зерен кварцу та інших мінералів, що утворилися в результаті вивітрювання гірських порід з розмірами частинок від 0,1 до 2 мм. Піски можуть бути гравелісті, великі, середньої крупності і пилюваті. Піски легко розробляються, добре пропускають воду, значно ущільнюються під навантаженням. У своїй більшості піски, якщо вони залягають шаром рівномірної щільності і достатньої потужності, є хорошою основою для будівництва, особливо, якщо рівень ґрунтових вод знаходиться нижче рівня промерзання, характерного для даного регіону. Щільні піски стискаються досить швидко. Тому осад піщаних ґрунтів припиняється в досить стислі терміни. І чим більший шар піску, тим більше навантаження він може сприймати. Пилюваті піски з розміром частинок від 0,005 до 0,05 мм погано сприймають навантаження і не можуть служити хорошою підставою фундаментів.

Подекуди зустрічаються вкраплення супіщаного мулу.

Супіщані ґрунти являють собою суміш піску і глинистих частинок в кількості 3... 10 %. Супіщані ґрунти складаються з піску і містять 10... 30 % глинистих часток. Ці види ґрунтів можуть використовуватися в якості

природних підстав (якщо вони не схильні зволоженню). По своїй міцності і несучої здатності вони поступаються піщаним і сухим глинистим ґрунтам. Окремі види супісей, схильних регулярному впливу ґрунтових вод, стають рухливими. Тому вони отримали назву пливунів. Цей вид ґрунтів непридатний в якості природньої підстави.

Порівняно з суглинками менш пластичні та мають менший вміст тонкодисперсних частинок та відповідно більший процент уламкового матеріалу. Розрізняють грубо-, дрібнопіщані і пилюваті супіски залежно від вмісту піщаних зерен відповідного розміру і пилюватих частинок.

Таблиця 2.4 – Підсумкова таблиця властивостей ґрунтів

Найменування ґрунту		Фізико-механічні властивості		
		Щільність, ρ , т/м ³	Кут внутрішнього тертя, φ , °	Питома (об'ємна) вага, γ , кН/м ³
1	Мулистий ґрунт	1,18-1,6	4-26	16
2	Піщаний ґрунт (пісок середньої крупності)	1,15-1,3	29-34	16,8

Примітка: **піщані ґрунти (піски)** – це ґрунти сипучі в сухому стані, що не мають пластичності, за розміру часток більше 2 мм. Згідно з ДСТУ Б В.2.1-2 пісок – це незв'язний мінеральний ґрунт, у якому маса часток розміром менше 2 мм складає 50 %.

Продовження таблиці 2.4 – Підсумкова таблиця властивостей ґрунтів

За розміром часток, піски (згідно з ДСТУ б В.2.1-2-1996) поділяються на гравіюваті, крупні, середньої крупності, мілкі та пилюваті. Завдяки відкритій пористості піски завжди водопроникні. У пилюватих пісках коефіцієнт фільтрації не перевищує 1 м/добу, у крупнозернистих коливається від 40 до 50 м/добу, а в гравіюватих сягає до 80 – 100 м/добу.

Класифікація пісків за розміром часток

Різнovid ґрунту	Розмір часток (зернин), d, мм	Уміст часток (зерен), %, за масою
Гравіюватий	> 2	> 25
Крупний	> 0,50	> 50
Середньої крупності	> 0,25	> 50
Мілкий	> 0,10	≥ 75
Пилюватий	> 0,10	< 75

Мули – це глинясті ґрунти, що утворилися на дні водоймищ і знаходяться у початковій стадії формування та містять не менше 10 % органічного матеріалу. Для них характерне недоуцільнення. Мули бувають морські, озерні, болотні та алювіальні. Структурні зв'язки в мулах нестійкі. У разі дії на мули навіть невеликого тиску або ударного навантаження, вони переходять у текучий стан.

Основу будівничого об'єкту складає мулистий ґрунт ($\rho = 1,18 \div 1,6$ т/м³, $\varphi = 4 \div 26^\circ$, $\gamma = 16$ кН/м³) залягає більше ніж на 20 м униз, що для будь-якої споруди дуже погані умови, тільки після відмітки 22+м починається піщаний ґрунт ($\rho = 1,15 \div 1,3$ т/м³, $\varphi = 29 \div 34^\circ$, $\gamma = 16,8$ кН/м³). Величина залягання мулу занадто велика. За допомогою розрахунку напруги в основі споруди відкриється більш детальна картина, яка покаже, витримує ґрунтова основа всі навантаження чи ні.

2.9 Інфраструктура району будівництва

Зовнішні зв'язки Білгорода-Дністровського здійснюються автомобільним, залізничним, водним транспортом, біля міста знаходиться дуже багато баз відпочинку, пансіонатів, місць, цікавих для туристів.

Через Білгород-Дністровський проходять автодороги Одеса - Ізмаїл, Одеса - Рені, а також залізнична магістраль Одеса – Ізмаїл (залізничні шляхи проходять про розвідному мосту, який був спроектований у 1827 р і побудований у 1955 р). Найближчі порти і відстань до них в милях: Одеса – 40, Іллічівськ – 25, Ізмаїл – 100, Усть-Дунайськ – 77.



Рисунок 2.7 – Розвідний міст у Затоці на виході з лиману

Підхід судів в порт здійснюється по морському каналу довжиною 2,22 км і Лиманському каналу довжиною 14,5 км. Глибина підхідного каналу – 4,5 м.

Найближчий завод ЗБК знаходиться у с. Великодолинське (Одеська область), найближчий піщаний кар'єр – Беляєвський, який знаходиться північніше від Нижньодністерського національного природного парку.



Рисунок 2.8 – Місця відпочинку на Затоці (коса Кароліно-Бугаз) між лиманом та Чорним морем

Транспортування усіх матеріалів буде відбуватися переважно змішаним автомобільно-залізничним шляхом, так як поблизу знаходяться кар'єр, якщо потрібно буде проводити земляні роботи та бетонний завод для виготовлення конструкцій або їх частин.

Таким чином, дана інфраструктура є сприятливою для будівництва проектованої споруди, так як має всі важливі складові для цього.

3 РОЗРАХУНОК ВАРІАНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Загальна інформація про розглянуті методи берегоукріплення

В перших двох розділах було проаналізовано існуючі методи берегозахисту та берегоукріплення для зміцнення берегової лінії Білгород-Дністровської фортеці. Серед розглянутих методів було виокремлено ті, що допоможуть забезпечити захист об'єкту від надмірного впливу руйнування хвилями і льодовими утвореннями з урахуванням даних природних, інженерно-геологічних умов та інфраструктури.

Для рішення задачі були взяті за основу два варіанти конструктивних рішень. За допомогою розрахунків на зсув, напруги в ґрунтовій основі та перекидання буде перевірена їх доречність в даній ситуації.

3.2 Укріплення Білгород-Дністровської фортеці кам'яною накидкою

Дослідження інженерно-геологічних умов показало, що на території Дністровського лиману слабка ґрунтова основа, яка в основному складається з мулу та піщано-мулистих ґрунтів.

Рішення передбачує укріпити укоси зовнішньої сторони фортеці накидкою із рваного граніту. Укоси самої накидки - сортированим щебенем, а низ укосів залити морозостійким бетоном.

На певній відстані від берега (20 м) буде зведено пара земляних бун із піщаного ґрунту (загальна довжина 100 м), що буде поданий пульпопроводом із невеликого земснаряду, який буде закріплений на глибині. Голови бун

укріпити сортированим камінням. Простір між бунами буде зупиняти крижаний припай. Лід, закріпившись міцною кіркою, не зможе пройти далі до берегу, не буде виривати прибережну рослинність. Простір між бунами також буде впливати на розвиток фауни, у камінні, що знаходиться саме у воді створиться гарне місце для життя риб.

Зверху накидка буде залита бетонним розчином для створення прогулянкової набережної та місця для відпочинку людей (передбачено влаштування парапету для безпеки). По довжині споруда через кожні 12 м поділена на секції за допомогою деформаційних швів. У покритті набережної покладений нижній шар арматури, який гарно витримує навантаження на розтяг.

3.2.1 Визначення висоти хвильового накату на водонепроникний укіс

Висоту накату на укіс хвиль забезпеченістю 1% по накату ($h_{run1\%}$) для фронтально підходячих хвиль:

$$h_{run1\%} = k_r \cdot k_p \cdot k_{sp} \cdot k_{run} \cdot h_{1\%}, \quad (3.1)$$

де k_r та k_p – коефіцієнти шерохватості і проникності укосу, що приймаються по табл. 3.1;

k_{sp} – коефіцієнт, що приймається по табл. 3.2;

k_{run} – коефіцієнт, що приймається по графікам рис 3.2 у залежності від пологості хвилі $\bar{\lambda}_d / h_{d1\%}$.

При глибині перед спорудою $d < 2h_{1\%}$ коефіцієнт k_{run} необхідно приймати для значень пологості хвилі, зазначеної на рис. 3.3 у дужках та визначаємої при глибині $d = 2h_{1\%}$. Висоту накату на укіс хвиль забезпеченістю $i\%$ по накату необхідно визначити множенням отриманого за формулою 3.8 значення $h_{run1\%}$, м, на коефіцієнт k_i , приймаємий по табл. 3.3.

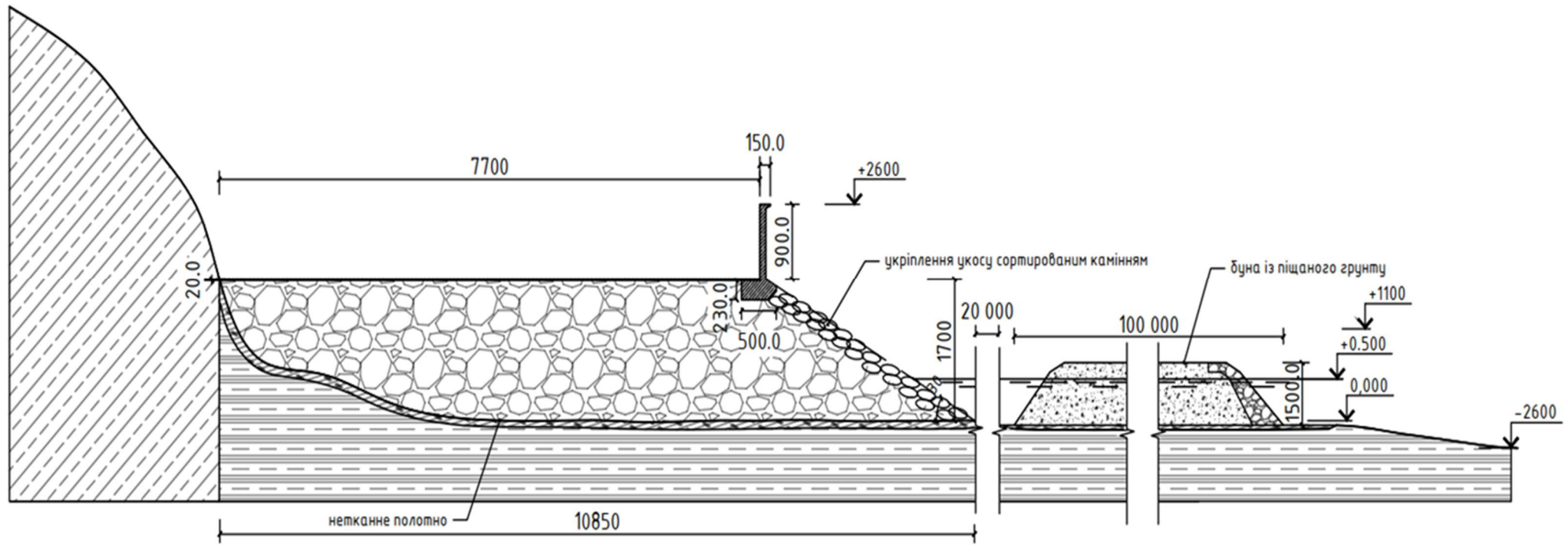


Рис. 3.1 - Конструкція кам'яної накидки М 1:100

При розрахунках хвильових тисків на непроникні укуси та маси каміння або штучних бетонних блоків завжди використовується висота хвилі 1% забезпеченості у системі шторму розрахункової повторюваності у залежності від класу відповідальності проекрованої споруди.

Таблиця 3.1 – Визначення відносної шороховатості і коефіцієнтів k_r та k_p

Конструкція кріплення укусу	Відносна шороховатість $r/h_{1\%}$	Коефіцієнт k_r	Коефіцієнт k_p
Бетонними (ж/б) плитами	-	1	0,9
Гравійно-галечникове, кам'яне або кріплення бетонними (ж/б) блоками	Менше 0,002	1	0,9
	0,005-0,01	0,95	0,85
	0,02	0,9	0,8
	0,05	0,8	0,7
	0,1	0,75	0,6
	Більше 0,2	0,7	0,5
Примітка: характерний розмір шороховатості r , м потрібно приймати рівним середньому діаметру зерен матеріалу кріплення укусу або середньому розміру бетонних (ж/б) блоків.			

Таблиця 3.2 - Значення коефіцієнта k_{sp}

Значення $ctg\varphi$	1-2	3-5	Більше 5
Коефіцієнт k_{sp} при швидкості вітру V_w , м/с:			
20 та більше	1,4	1,5	1,6
10	1,1	1,1	1,2
5 та менше	1	0,8	0,6
Примітка: φ – угол нахилу укусу до горизонту, °			

Таблиця 3.3 Визначення коефіцієнта k_i

Забезпеченість по нахату i , %	0,1	1	2	5	10	30	50
Коефіцієнт k_i	1,1	1	0,96	0,91	0,86	0,76	0,68

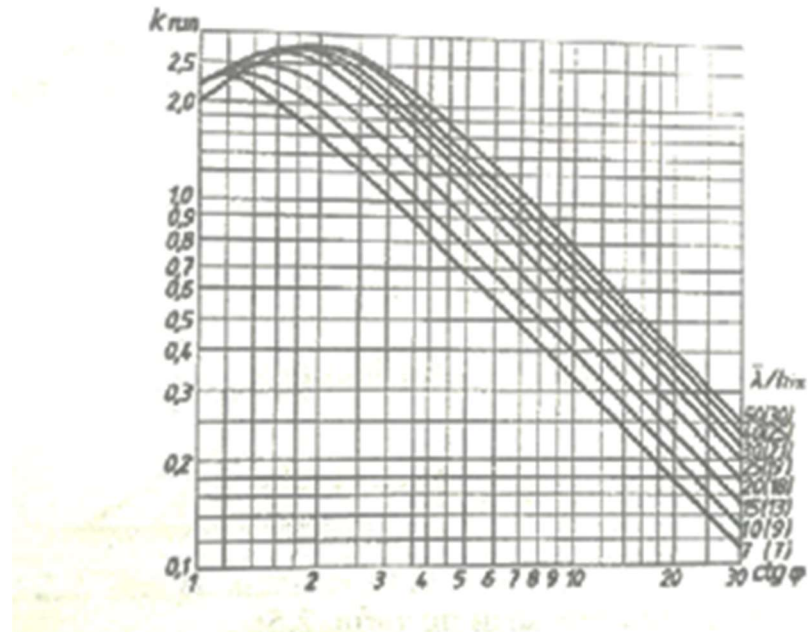


Рисунок 3.2 - Графіки значень коефіцієнта k_{run}

$$h_{run1\%} = 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 2,4 \cdot 1,1 = 1,2 \text{ м.}$$

За даними розрахунками була визначна величина хвильового нахату:

$$h_{run1\%} = 1,2 \text{ м}$$

При цьому розрахунку був використаний максимальний розрахунковий рівень.

3.2.2 Визначення маси каміння

Під час проектування споруд укiсного профiлю та крiпленнi укосу iз рваного камiння, звичайних або фасонних бетонних або ж/б блокiв масу окремого елементу m , т, вiдповiдну до стану його граничної рiвноваги вiд дiї вiтрових хвиль, необхідно визначати: при мiсцезнаходженнi камiння або блоку на дiлянцi укосу вiд верху споруди до глибини $z = 0.7h$ за формулою:

$$m = \frac{3.16 \cdot k_{fr} \cdot \rho_m \cdot h^3}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)^3 \sqrt{1 + ctg^3 \varphi}} \quad (3.2)$$

де k_{fr} - коефіцієнт, приймаємо за табл. 2.7;

при $\frac{\bar{\lambda}}{h} > 15$, а також при наявності берми k_{fr} потрібно уточнити за дослідними даними; ρ_m – густина каміння, т/м³;

Таблиця 3.4 – Визначення коефіцієнту k_{fr}

Елементи кріплення	Коефіцієнт k_{fr}	
	Накидка каміння	Укладка каміння
Камінь	0,025	-
Звичайні бетонні блоки	0,021	-
Тетраподи та інші фігурні блоки	0,008	0,006

При проектуванні кріплення укосів споруд із несортованої кам'яної накидки необхідно, щоб значення коефіцієнта k_{gr} зернового складу знаходилось на границях заштрихованої зони, приведеної на графіку рис. 3.4.

$$z = 0.7h \quad (3.3)$$

Де z – розрахункова глибина, на якій закінчується кам'яна накидка, м

$$z = 0,7 * 1,1 = 0,77 \text{ м}$$

$$m = \frac{3.16 \cdot 0,025 \cdot 2,3 \cdot 1,1^3}{\left(\frac{2,3}{1} - 1\right)^3 \sqrt{1 + ctg^3 30}} \sqrt{\frac{18}{1,1}} = 0.178 \text{ т}$$

За даним розрахунком прийнята маса одного каменя 0,178т; кам'яна накидка закінчується на глибині 0,77 м.

3.2.3 Розрахунок загальної стійкості споруди методом круглоциліндричної поверхні ковзання (розрахунок споруди на зсув)

Порядок розрахунку:

- 1) Знаходимо координати центра поверхні ковзання (т. О)

$$x = 0.1H \quad (3.4)$$

$$y = 0.3H \quad (3.5)$$

де H – висота споруди, м

$$x = 0.1H = 0.1 * 2.6 = 0.26$$

$$y = 0.3H = 0.3 * 2.6 = 0.78$$

- 2) Назначається радіус окружності ковзання: з'єднуємо т. О з крайньою точкою споруди і знімаємо величину радіусу графічним методом.

$$R = 8.715 \text{ м}$$

- 3) Проводиться окружність радіусом R .

- 4) Знаходимо загальну вагу споруди, яка у подальшому виражається у вигляді епюри:

$$G_{min}^{max} = \frac{\Sigma G}{B} * (1 \pm \frac{6e}{B}), \text{ кПа} \quad (3.6)$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M}{\Sigma G}$$

де B – ширина споруди, м

$$e = \frac{10,85}{2} - \frac{14060,32}{2484,5} = 0,23$$

Під час визначення ексцентриситету e повинна виконуватись умова, що рівнодійне навантаження не повинно виходити за перетин споруди:

$$e \leq \frac{B}{6} = 0,23 \leq \frac{10,85}{6} = 1,8$$

Умова виконується: розрахунки показують, що рівнодійне навантаження не виходить за перетин споруди.

3.2.4 Розрахунок міцності основи

Розрахунок містить у собі визначення граничної напруги по підшві споруди.

Повинні виконуватися наступні умови:

$$G_{max} < R_{гр} \quad (3.7)$$

$$G_{min} \geq 0$$

Де $R_{гр}$ – розрахунковий опір ґрунту основи, $R_{гр} \approx 180$ МПа

$$G_{max} = \frac{2484,5}{10.85} * \left(1 + \frac{6 * 0.23}{10.85}\right) = 258,06 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,25806 \text{ МПа}$$

$$G_{min} = \frac{2484,5}{10.85} * \left(1 - \frac{6 * 0.23}{10.85}\right) = 199,9 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,199 \text{ МПа}$$

$$0,258 < 180$$

$$0,199 > 0$$

Заданні умови виконуються – ґрунтова основа витримує граничну напругу у підшві споруди.

5) Далі увесь ґрунтовий масив в границях окружності ковзання розбиваємо на відсіки вертикальними гранями (ширина відсіку $b = 0.1 * R$). Нульовий відсік розташовано строго під центром вісі ковзання.

$$b = 0,1 * R \quad (3.8)$$

Де b – ширина n -ого відсіку, м

R – радіус окружності ковзання, м

$$b = 0.1 * 8,715 = 0,8715 \text{ м}$$

6) Знаходиться вага кожного відсіку за формулою:

$$G_n = (h_c * \gamma_c + h_w * \gamma_w + h_g * \gamma_g) * b, \quad (3.9)$$

Де h_c – товщина шару ґрунту над водою, м

γ_c – об'ємна вага ґрунту над водою, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

h_w – товщина шару ґрунту під водою, м

γ_w – об'ємна вага ґрунту під водою, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

b – ширина відсіку, м

Розрахунки проводяться у табличній формі (див. табл. 3.5 та 3.6).

Сила власної ваги ґрунту G_n повинна бути прикладена в центрі тяжіння відсіку, але вона переноситься по лінії дії на криву ковзання і розкладається на дві складові:

$$\text{Нормальну } T = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi \quad (3.10)$$

де $\tan \varphi$ – коефіцієнт тертя (φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, в якому проходить поверхня ковзання кожного відсіку).

$$\text{Дотичну } \tau = G_n \cdot \sin \alpha_n ; \quad (3.11)$$

$$\sin \alpha_n = n/10 \quad (3.12)$$

Де n – номер відсіку;

α_n – кут між вертикаллю і вектором нормальної сили;

Нормальна складова власної ваги викликає появу сили тертя T .

Значення сили тертя залежить від характеристик ґрунту:

$$T = l_n \cdot C \quad (3.13)$$

Де l_n – довжина дуги кривої ковзання n -го відсіку, м;

$$l_n = \frac{b}{\cos \alpha_n} \quad (3.14)$$

C – питоме зчеплення у ґрунті, в якому проходить крива ковзання, кН/м^2 ;

Визначаються зсуваюча сила ($\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$) і утримуюча сила ($N = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi$) (див. табл. 3.5 та 3.6).

Таблиця 3.5 – Розрахунок стійкості кам'яної накидки методом круглоциліндричної поверхні ковзання

Номер відсіку п	$\sin \alpha_n = n/10$	$\cos \alpha_n = \sqrt{1 - \left(\frac{n}{10}\right)^2}$	Кам'яна накидка				Ґрунт		G_n	φ	$\tan \varphi$	$\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N = G_n \cdot \cos \alpha_n$ $\cdot \tan \omega$	$l_n = b / \cos \alpha_n$	С	$T = l_n \cdot C$
			h_c	γ_c	h_w	γ_w	h_g	γ_g								
			м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	кН/м ²	°	-	кН	кН	м	кПа	
-9	0,9	0,43	0,839	23	0,3405	13	0,998	16	45,62	16	0,28	-41,06	5,49	2.02	12	24.24
-8	0,8	0,6	1,097	23	0,0823	13	2,398	16	74,25			-59,4	12,47	1.45		17.4
-7	0,7	0,71	1,18	23	0,1907	13	3,335	16	72,19			-50,5	14,35	1.22		14.64
-6	0,6	0,8	1,18	23	0,4264	13	3,931	16	83,15			-49.89	18.62	1.08		12.96
-5	0,5	0,86	1,18	23	0,4952	13	4,4994	16	91,8			-45.9	22.10	1.01		12.12
-4	0,4	0,91	1,18	23	0,5009	13	4,9835	16	114,25			-45.7	29.11	0.95		11.4
-3	0,3	0,95	1,18	23	0,5027	13	5,604	16	107,3			-32.19	28.54	0.91		10.92







Продовження таблиці 3.5 - Розрахунок стійкості кам'яної накидки методом круглоциліндричної поверхні ковзання (2)

Номер відсіку n	$\sin \alpha_n = n/10$	$\cos \alpha_n = \sqrt{1 - \left(\frac{n}{10}\right)^2}$	Кам'яна накидка				Грунт		G_n	φ	tan φ	$\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi$	$l_n = b / \cos \alpha_n$	C	$T = l_n \cdot C$
			h_c	γ_c	h_w	γ_w	h_g	γ_g								
			м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	кН/м ²	°	-	кН	кН	м	кПа	
-2	-0,2	0,97	1,18	23	0,5127	13	5,604	16	107,4	16	0,28	-21.48	29.1	0.89	12	10.68
-1	-0,1	0,99	1,18	23	0,497	13	5,7876	16	110			-11	30.49	0.871		10.45
0	0	1	0,953	23	0,5	13	5,835	16	105,9			0	29.65	0.87		10.44
1	0,1	0,99	0,458	23	0,508	13	5,835	16	96,1			9.61	26.63	0.871		10.45
2	0,2	0,97	-	-	0,465	13	5,757	16	85,4			17.08	23.19	0.89		10.68
3	0,3	0,95	-	-	-	-	5,656	16	77,64			23.29	20.65	0.91		10.92
4	0,4	0,91	-	-	-	-	5,113	16	71,17			28.46	18.13	0.95		11.4

Продовження таблиці 3.5 - Розрахунок стійкості кам'яної накидки методом круглоциліндричної поверхні ковзання (3)

Номер відсіку n	$\sin \alpha_n = n/10$	$\cos \alpha_n = \sqrt{1 - \left(\frac{n}{10}\right)^2}$	Кам'яна накидка				Грунт		G_n	φ	$\tan \varphi$	$\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi$	$l_n = b / \cos \alpha_n$	C	$T = l_n \cdot C$
			h_c	γ_c	h_w	γ_w	h_g	γ_g								
			м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	кН	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	кН/м ²	°	кН	кН	м	кПа		
5	0,5	0,86	-	-	-	-	4,565	16	63,54		31,77	15,3	1,01		12,12	
6	0,6	0,80	-	-	-	-	4,035	16	56,16		33,69	12,57	1,08		12,96	
7	0,7	0,71	-	-	-	-	3,369	16	46,89	16	32,8	9,32	1,22	12	14,64	
8	0,8	0,6	-	-	-	-	2,498	16	34,77		27,8	5,84	1,45		17,4	
9	0,9	0,43	-	-	-	-	1,543	16	21,47		19,32	2,58	2,02		24,24	
									$\sum 1465$		$\sum -133,3$	$\sum 354,13$			$\sum 260,06$	

Таблиця 3.6 – Розрахунок власної ваги кам'яної накладки та утримуючих моментів

№	Фігура	S, м ²	γ , т/м ³	g	G = S * γ , кН/м ²	r (плече), м	M, кН*м
1		226,8	1.8	9,81	408,24	1,87	763,41
2		74,6	1.8		134,28	3,092	415,19
3		785,2	1.8		1413,36	5,81	8211,62
4		230,4	1.8		414,72	9,19	3811,27
5		37,58	1.8		67,6	10,6	717,03
6		19,31	2,4		46,3	3,06	141,8
		\sum 1373,89 (289890,7 м ³)			\sum 2484,5		\sum 14060,32

Перевіряється умова стійкості:

$$\gamma_{lc} \cdot \sum \tau \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} (\sum N + \sum T) \quad (3.15)$$

Де γ_{lc} - коефіцієнт поєднання навантажень, прийнятий: для основного сполучення навантажень $\gamma_{lc} = 1,0$; для особливого сполучення навантажень - $0,9$; для поєднань навантажень в періоди будівництва і ремонту - $0,95$; $\gamma_{lc} = 0,95$;

γ_c - коефіцієнт умов роботи, $\gamma_c = 1,15$;

γ_n - коефіцієнт надійності за ступенем відповідальності споруд, що дорівнює $1,25$, $1,20$, $1,15$ і $1,10$ відповідно для споруд I, II, III і IV класів; $\gamma_n = 1,15$;

$\sum \tau$ – сума всіх зсуваючих сил (розраховано в таблиці);

$$\sum \tau = 133,3 \text{ кН}$$

$\sum N$ – сума всіх утримуючих сил (розраховано в таблиці);

$$\sum N = 354,13 \text{ кН}$$

$\sum T$ – сума сил тертя (розраховано в таблиці);

$$\sum T = 260,06 \text{ кН}$$

$$0,95 \cdot 133,3 \leq \frac{1,15}{1,15} \cdot (354,13 + 260,06)$$

$$126,6 \leq 614,19$$

Умова стійкості виконується: частина масиву розрахованої споруди витримує дію зсуваючих сил.

В результаті проведених розрахунків зроблено висновок, що проєктована споруда – кам'яна накидка пройшла наступні перевірки: на зсув методом круглоциліндричних поверхонь ковзання – споруда витримує дію зсуваючих сил та на напруги в ґрунтовій основі – остання витримує навантаження кам'яної накидки.

3.3 Укріплення фортеці кутовою стінкою

У другому варіанті пропонується установка кутової берегозахисної стінки. Під стінку передбачається влаштування кам'яної постілі з сортованого каміння для зменшення виникнення напруги в і так слабкій ґрунтовій основі. Стінка виготовлена на залізобетонному заводі у вигляді окремих частин розмірами 4,5 х 2,9 х 2,5 м. В основі стінки улаштовані два зуби для кращого зчеплення з кам'яною постіллю. Посередині тилової консолі є отвір, в який після установки буде залитий бетонний розчин, що також закріпить всю конструкцію. Стінка утримує піщаний утрамбований ґрунт засипки.

На певній відстані (20 м) від берега буде зведено пара земляних бун (загальна довжина 100 м) із піщаного ґрунту, що буде поданий пульпопроводом із невеликого земснаряду, який буде закріплений на глибині. Голови бун укріпити сортированим камінням.

Зверху кутова стінка залита бетонним розчином для створення прогулянкової набережної та місця для відпочинку людей (передбачено влаштування парапету для безпеки).

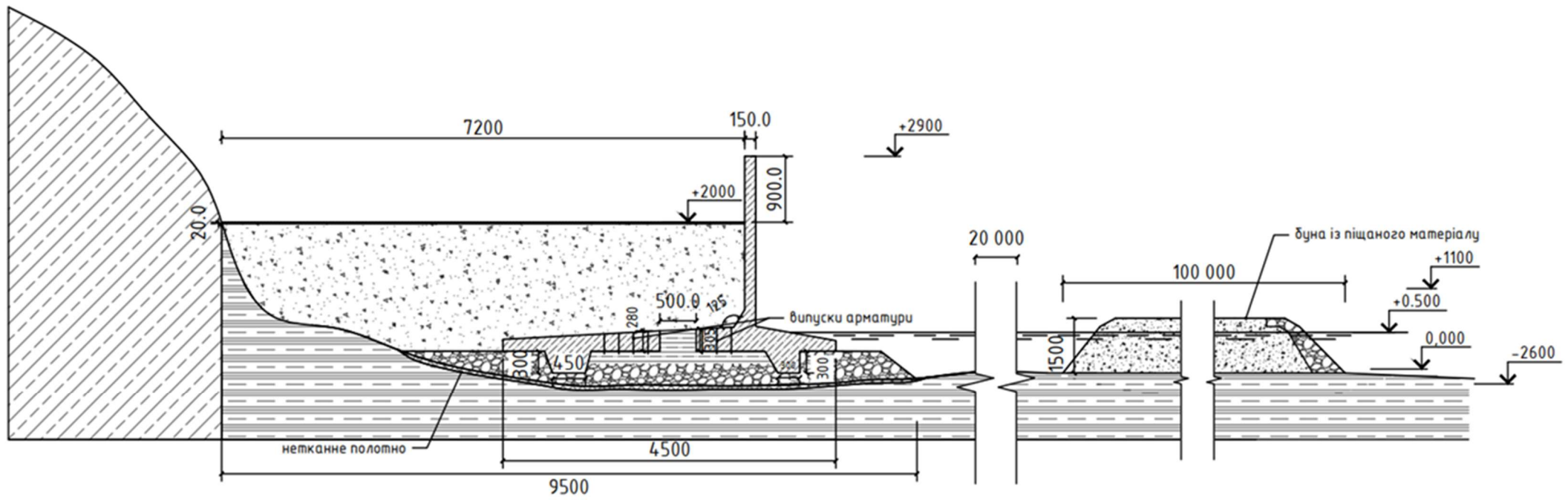


Рис. 3.3 – Конструкція ж/б кутової стінки М 1:100

3.3.1 Розрахунок загальної стійкості споруди методом круглоциліндричної поверхні ковзання (розрахунок споруди на зсув)

Порядок розрахунку:

- 1) Знаходимо координати центра поверхні ковзання (т. О)

$$x = 0.1H \quad (3.16)$$

$$y = 0.3H \quad (3.17)$$

Де H – висота споруди, м

$$x = 0.1H = 0.1 * 2.9 = 0.29$$

$$y = 0.3H = 0.3 * 2.9 = 0.87$$

- 2) Назначається радіус окружності ковзання: з'єднуємо т. О з крайньою точкою споруди і знімаємо величину радіусу графічним методом.

$$R = 7,8135 \text{ м}$$

- 3) Проводиться окружність радіусом R .

- 4) Знаходимо загальну вагу споруди, яка у подальшому виражається у вигляді епюри:

$$G_{min}^{max} = \frac{\Sigma G}{B} * (1 \pm \frac{6e}{B}), \text{ кПа} \quad (3.18)$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M}{\Sigma G} \quad (3.19)$$

Де B – ширина споруди, м

$$e = \frac{9,5}{2} - \frac{3587,4}{1385} = 2,15$$

Під час визначення ексцентриситету e повинна виконуватись умова, що рівнодійне навантаження не повинно виходити за перетин споруди:

$$e \leq \frac{B}{6} = 2,15 \leq \frac{9,5}{6} = 1,58$$

Умова не виконується: рівнодійне навантаження переходить перетин споруди.

3.3.2 Розрахунок міцності основи

Розрахунок полягає у визначенні граничної напруги по підшві споруди.

Повинні виконуватися наступні умови:

$$G_{max} < R_{гр} \quad (3.20)$$

$$G_{min} \geq 0$$

Де $R_{гр}$ – розрахунковий опір ґрунту основи, $R_{гр} \approx 180$ МПа

$$G_{max} = \frac{1385}{9,5} * \left(1 + \frac{6 * 2,15}{9,5}\right) = 343 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,343 \text{ МПа}$$

$$G_{min} = \frac{2484,5}{10,85} * \left(1 - \frac{6 * 0,23}{10,85}\right) = -51 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = -0,51 \text{ МПа}$$

$$0,343 < 180$$

$$-0,51 < 0$$

Задані умови виконуються – граничні напруги перевищують розрахунковий опір ґрунту.

Далі увесь ґрунтовий масив в границях окружності ковзання розбиваємо на відсіки вертикальними гранями (ширина відсіку $b = 0,1 * R$). Нульовий відсік розташовано строго під центром вісі ковзання.

$$b = 0,1 * R \quad (3.21)$$

де b – ширина n -ого відсіку, м

R – радіус окружності ковзання, м

$$0,1 * 7,8135 = 0,8 \text{ м}$$

Знаходиться вага кожного відсіку за формулою:

$$G_n = (h_c * \gamma_c + h_w * \gamma_w + h_g * \gamma_g) * b, \quad (3.22)$$

Де h_c – товщина шару ґрунту над водою, м

γ_c – об'ємна вага ґрунту над водою, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

h_w – товщина шару ґрунту під водою, м

γ_w – об'ємна вага ґрунту під водою, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

b – ширина відсіку, м

Розрахунки проводяться у табличній формі (див. табл. 3.7 та 3.8).

Сила власної ваги ґрунту G_n повинна бути прикладена в центрі тяжіння відсіку, але вона переноситься по лінії дії на криву ковзання і розкладається на дві складові:

$$\text{- нормальну } T = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi \quad (3.23)$$

де $\tan \varphi$ – коефіцієнт тертя (φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, в якому проходить поверхня ковзання кожного відсіку).

$$\text{- Дотичну } \tau = G_n \cdot \sin \alpha_n \quad (3.24);$$

$$\sin \alpha_n = \frac{n}{10} \quad (3.25)$$

Де n – номер відсіку;

α_n – кут між вертикаллю і вектором нормальної сили;

Нормальна складова власної ваги викликає появу сили тертя T .

Значення сили тертя залежить від характеристик ґрунту:

$$T = l_n \cdot C \quad (3.26)$$

Де l_n – довжина дуги кривої ковзання n -го відсіку, м;

$$l_n = b / \cos \alpha_n \quad (3.27)$$

C – питоме зчеплення у ґрунті, в якому проходить крива ковзання, кН/м^2 ;

Визначаються зсуваюча сила ($\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$) (3.28) і утримуюча сила ($N = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi$) (3.29) (див. табл. 3.7 та 3.8).

Перевіряється умова стійкості:

$$\gamma_{lc} \cdot \sum \tau \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} (\sum N + \sum T) \quad (3.30)$$

Де γ_{lc} - коефіцієнт поєднання навантажень, прийнятий: для основного сполучення навантажень $\gamma_{lc} = 1,0$; для особливого сполучення навантажень - $0,9$; для поєднань навантажень в періоди будівництва і ремонту - $0,95$; $\gamma_{lc} = 0,95$;

γ_c - коефіцієнт умов роботи, $\gamma_c = 1,15$;

γ_n - коефіцієнт надійності за ступенем відповідальності споруд, що дорівнює $1,25$, $1,20$, $1,15$ і $1,10$ відповідно для споруд I, II, III і IV класів; $\gamma_n = 1,15$;

$\sum \tau$ – сума всіх зсуваючих сил (розраховано в таблиці);

$$\sum \tau = 47,78 \text{ кН}$$

$\sum N$ – сума всіх утримуючих сил (розраховано в таблиці);

$$\sum N = 184,63 \text{ кН}$$

$\sum T$ – сума сил тертя (розраховано в таблиці);

$$\sum T = 195 \text{ кН}$$

$$0,95 \cdot 47,78 \leq \frac{1,15}{1,15} \cdot (184,63 + 195)$$

$$45,4 \leq 380$$

Умова стійкості виконується: частина масиву розрахованої споруди витримує дію зсуваючих сил.

3.3.3 Перевірка стійкості споруди на перекидання навколо зовнішнього ребра

Під час дії горизонтальних сил на гравітаційну гідротехнічну споруду може виникнути поворот (перекидання) цієї споруди навколо зовнішнього ребра обертання. Необхідність розрахунку стійкості споруди на перекидання визначається положенням рівнодіючих зусиль R від вертикальних і горизонтальних навантажень, що діють на підшву споруди:

1) рівнодіюча вертикальних і горизонтальних сил знаходиться в межах ядра перетину підстави, тобто дотримується умова $e \leq b/6$ або $a \geq b/3$. Цьому випадку відповідає трапецеїдальних форма епюри нормальних напружень по контакту основи споруди та кам'яної постілі. Тиск на кам'яну постіль передається по всій ширині будівлі B , і розрахунок стійкості споруди на перекидання не проводився;

2) рівнодіюча вертикальних і горизонтальних сил виходить за межі ядра перерізу підстави ($e > B/6$ або $a < B/3$). Цьому випадку відповідає трикутна форма епюри нормальних стискаючих напружень по контакту споруди і кам'яної постілі. Це несприятливий для спорудження випадок, так як тиск на кам'яну постіль передається не по всій ширині будівлі B і через нерівномірні осідання основи споруда може втратити стійкість на перекидання.

Гідротехнічні споруди гравітаційного типу за умовами нерівномірності осадів проектуються так, щоб був забезпечений контакт між підшвою споруди і підставою по всій ширині будівлі B . Для таких споруд перевірку стійкості на перекидання проводити не треба.

Для гравітаційних споруд допускається вихід рівнодіючої за межі перерізу підстави при збільшеному ексцентриситеті e в наступних випадках:

- для споруд на скельній основі до $e < 0,25B$;
- для споруд на основах з твердих і щільних ґрунтів в разі їх розрахунку на особливі сполучення навантажень і впливів до $e < 0,2B$.

При виході рівнодіючої зусиль за межі перерізу підстави необхідно провести перевірку стійкості споруди на перекидання навколо переднього ребра обертання за формулою:

$$\gamma_n \cdot \gamma_f \cdot \gamma_{lc} \cdot \gamma_{ca} \cdot \sum M_o \leq \sum M_{yd} \cdot \gamma_c \quad (3.31)$$

Де γ_n – коефіцієнт надійності за ступенем відповідальності споруди, $\gamma_n = 1$;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням, $\gamma_f = 0.95$;

γ_{lc} – коефіцієнт поєднання навантажень, прийнятий: для основного сполучення навантажень $\gamma_{lc} = 1,0$; для особливого сполучення навантажень - 0,9; для поєднань навантажень в періоди будівництва і ремонту - 0,95; $\gamma_{lc} = 0.95$;

γ_{ca} – додатковий коефіцієнт умов роботи, приймаєий під час розрахунку стійкості; $\gamma_{ca} = 1,2 - 1,25$;

γ_c – коефіцієнт умов роботи, $\gamma_c = 1,15$;

$\sum M_o$ та $\sum M_{yd}$ – моменти від перекидаючих та утримуючих сил відносно розгляданого ребра обертання, кН · м;

До перекидаючих сил слід відносити усі горизонтальні сили, що діють на споруду. До утримуючих сил відносять всі вертикальні сили, що діють в межах підшви споруди, включаючи вертикальну складову активного тиску ґрунту з урахуванням можливих тимчасових навантажень.

Значення моментів були розраховані у таблиці (див. табл. 3.7 та 3.8):

$$\sum M_o = 6759,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sum M_{yd} = 3587,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Отже, перевіряється умова стійкості від дії перекидаючих сил:

$$1 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 6759,2 \leq 3587,4 \cdot 1$$

$$\mathbf{7320,1 \leq 3587,1}$$

За результатами порівняння значень перекидаючих та утримуючих моментів робиться висновок, що умова не виконується і споруда підвержена перекиданню навколо зовнішнього ребра обертання.







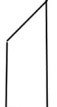


Таблиця 3.7 - Розрахунок стійкості кутової стінки методом круглоциліндричної поверхні ковзання

Номер відсіку n	$\sin \alpha_n = n/10$	$\cos \alpha_n = \sqrt{1 - \left(\frac{n}{10}\right)^2}$	Грунт засипки		Грунт основи		Грунт постілі		G_n	φ	$\tan \varphi$	$\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi$	$l_n = b / \cos \alpha_n$	C	$T = l_n \cdot C$
			h_z	γ_z	h_o	γ_o	h_p	γ_p								
			м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	кН/м ²	°	-	кН	кН	м	кПа	
-8	0,8	0,6	1,3513	16,8	0,9278	16	-	-	30,03	16	0,28	-24,03	5,05	1,33	12	15,96
-7	0,7	0,71	1,4705	16,8	1,8915	16	-	-	43,97	16	0,28	-30,8	8,74	1,12		13,44
-6	0,6	0,8	1,7716	16,8	2,345	16	-	-	59,77	16	0,28	-35,9	13,38	1		12
-5	0,5	0,86	1,7473	16,8	2,7098	16	0,2953	24	63,83	16	0,28	-32	15,37	0,93		11,16
-4	0,4	0,91	-	-	3,0424	16	0,4202	24	47,01	16	0,28	-19	11,97	0,87		10,44
-3	0,3	0,95	-	-	3,2708	16	-	-	41,86	16	0,28	-12,6	11,13	0,84		10,08
-2	0,2	0,97	-	-	3,5236	16	-	-	45,01	16	0,28	-9,1	12,22	0,82		9,8
-1	0,1	0,99	-	-	3,676	16	-	-	47,05	16	0,28	-5	13,04	0,81		9,72

Продовження таблиці 3.7 - Розрахунок стійкості кутової стінки методом круглоциліндричної поверхні ковзання (2)

Номер відсіку n	$\sin \alpha_n = n/10$	$\cos \alpha_n = \sqrt{1 - \left(\frac{n}{10}\right)^2}$	Грунт засипки		Грунт основи		Грунт постілі		G_n	φ	$\tan \varphi$	$\tau = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N = G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \varphi$	$l_n = b / \cos \alpha_n$	C	$T = l_n \cdot C$
			h_z	γ_z	h_o	γ_o	h_p	γ_p								
			м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	кН/м ²	°	-	кН	кН	м	кПа	
0	0	1	-	-	3,7479	16	-	-	47,97	16	0,28	0	13.43	0,8	12	9,6
1	0,1	0,99	-	-	3,7619	16	0,495	24	57,65	16	0,28	5,8	15.98	0,81		9,72
2	0,2	0,97	-	-	3,7253	16	0,435	24	56,03	16	0,28	11,21	15.21	0,82		9,84
3	0,3	0,95	-	-	3,6275	16	-	-	46,43	16	0,28	13,93	12.35	0,84		10,08
4	0,4	0,91	-	-	3,3662	16	-	-	43,08	16	0,28	17,3	10.97	0,87		10,44
5	0,5	0,86	-	-	2,9809	16	-	-	47,69	16	0,28	24	11.48	0,93		11,16
6	0,6	0,8	-	-	2,4785	16	-	-	31,72	16	0,28	19,1	7.10	1		12
7	0,7	0,71	-	-	1,8255	16	-	-	23,3	16	0,28	16,31	4.63	1,12		13,44
8	0,8	0,6	-	-	0,961	16	-	-	15,376	16	0,28	13	2.58	1,33		15,96
									$\sum 747,8$			$\sum -47,78$	$\sum 184,63$			$\sum 195$

Таблиця 3.8 – Розрахунок власної ваги кутової стінки

№	Фигура	S, м ²	γ, т/м ³	g	G = S * γ, кН/м ²	r (плечо), м	M, кН*м
1		40,02	2,4	9,81	96,1	1,1723	112,6
2		27	2,4		65	0,55	35,75
3		11,5	2,4		27,6	0,642	17,72
4		45,1	2,4		108,24	2,2	238,1
5		16,23	2,4		39	3,62	141,18
6		79	2,4		190	2,98	566,2
7		7	2,4		17	1,32	22,44
8		20	1,68		33,6	1,323	44,45
9		481	1,68		808,1	2,981	2409
		$\sum 727$ (153 365м ³)			$\sum 1385$		$\sum 3587,4$

3.4 Порівняння варіантів і вибір основного

Після проведених розрахунків можна зробити висновок, що для заданої ситуації підходить перше конструктивне рішення – укріплення укосу Білгород-Дністровської фортеці кам'яною накидкою.

Вона пройшла перевірки по усім трьом розрахункам: на перекидання, зсув і напруги в ґрунтовій основі на відміну від кутової стінки. Як метод укріплення берегів фортеці кутова стінка нераціональна не тільки по розрахункам, а й з боку економіки і зручності будівництва.

Конструкція кам'яної накидки при реалізації повністю зупинить наступ лиману на береги фортеці і забезпечить стійкість її стін на довгий період.

Саме для конструкції кам'яної накидки у наступних розділах була прописана організація будівництва, охорона праці та вплив на навколишнє середовище.



Рисунок 3.4 – Кам'яна накидка

4 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТУ

4.1 Підготовчі роботи

Укісними берегозахисними спорудами називаються споруди з нахилоною гранню, якщо її закладання менше природнього укосу берегу. Якщо конструкції укладаються безпосередньо на укіс при його відповідній підготовці, то такі споруди називаються кріпленням укосів.

В даному випадку розглядається конструкція укріплення укосів Білгород-Дністровського берегу накидкою із природнього каміння, укладеною по геотекстилю.

Геотекстиль – це нетканний матеріал із синтетичних волокон, який добре фільтрується, ґрунтонепроникний і має високу міцність на розтяг. Наприклад, геотекстиль «дарніт», який випускається у вигляді полотнищ шириною 2,5 м і товщиною 4 мм має міцність на розрив вздовж волокон 132 Н/см та 114 Н/см відповідно у сухому та водонасиченому стані, те ж поперек волокон 53 Н/см та 44 Н/см.

Перед початком будівничих робіт був виконаний ряд заходів:

- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчику;
- прибирання зайвої рослинності та сміття;
- влаштування мобільних інвентарних будівель, майданчиків для машин та механізмів;
- влаштування тимчасових інженерних мереж;
- геодезична прив'язка та розбивка споруди за допомогою вимірвальних приладів (теодоліт, нівелір);

4.1.1 Геодезична прив'язка та розбивка споруди

Геодезичні роботи при будівництві гідротехнічних споруд слід виконувати для виносу в натуру проектів споруд з дотриманням точного розташування на місцевості як в плані, так і по висоті всього комплексу і окремих елементів споруд, виконання детальних розбивок, що забезпечують проектне положення і розміри споруд, а також здійснення спостережень і контролю за деформаціями споруд. На відповідальних спорудах і об'єктах, що зводяться в складних гідрогеологічних і гідрологічних умовах, необхідно проводити періодичні спостереження за опадами і горизонтальними зміщеннями всієї споруди або його частин, а також за станом прилеглих ділянок території і акваторії.

Геодезичні роботи при зведенні гідротехнічних споруд повинні включати:

- а) згущення геодезичної опорної мережі (планової і висотної) в районі будівництва;
- б) прокладку і закріплення магістральних ліній з прив'язкою їх до пунктів опорної мережі (в плані і по висоті);
- в) розбивку і закріплення основних ліній споруд;
- г) контроль правильності зведення споруд;
- д) розбивку окремих елементів споруд;
- е) проведення робіт для складання виконавчих креслень по розбивці.

Замовник передає до початку будівництва підряднику опорну геодезичну мережу, переносячи в натуру і закріплюючи (з висотними відмітками) основні лінії – осі споруди.

Знаки висотної опорної мережі слід встановлювати поза зоною будівельних робіт, складування і транспортування матеріалів в місцях, не схильних до осідань і зсувів, розмиву і дії льодоходу.

При виконанні детальних розбивок крім закріплення основних розбивочних ліній належить проводити розбивку і закріплення фасадних і бойових ліній для установки масивів, меж і бровок котлованів, прорізів, ліжок, начерк, берм та ін.; осей поздовжніх і поперечних рядів паль, опор, кушів, упав, козел, центрів швартових тумб та ін.

Планове і висотне положення підводних розбивочних знаків слід визначати по лініях надводної розбивки, знесеним під воду за допомогою геодезичних інструментів. При наявності обставин, що викликають сумнів у збереженні початкового положення будь-якого знаку розбивки, перевірку слід проводити негайно.

Завданнями геодезичного забезпечення будівництва морських і річкових водотранспортних споруд є: винесення в природу їх основних осей, точне розміщення в плані і по висоті як усього комплексу споруд, так і його окремих елементів, виробництво детальних розбивок, що забезпечують дотримання заданих проектом розмірів споруд, здійснення геодезичного контролю за роботами в процесі будівництва. Для об'єктів, зводяться в складних геологічних і гідрогеологічних умовах, передбачаються також періодичні спостереження за їх горизонтальним зрушенням і осадкою і за станом прилеглих ділянок берегової зони і акваторії.

Основним видом геодезичних робіт при будівництві є геодезичні розбивочні роботи.

Геодезичні розбивочні роботи проводяться з метою:

- перенесення з креслень в природу (на місцевість) точного положення і розмірів споруд;
- контролю за правильністю зведення споруди;
- спостереження за опадами і зміщеннями споруди в процесі будівництва та експлуатації;
- прив'язки новозведених споруд до існуючих.

Геодезичні роботи діляться:

- на планову розбивку, пов'язану з перенесенням в натуру планових розмірів споруд з визначенням їх положення;
- на висотну, для визначення положення окремих конструктивних елементів по висоті і всієї споруди в цілому щодо абсолютного або умовного рівня.

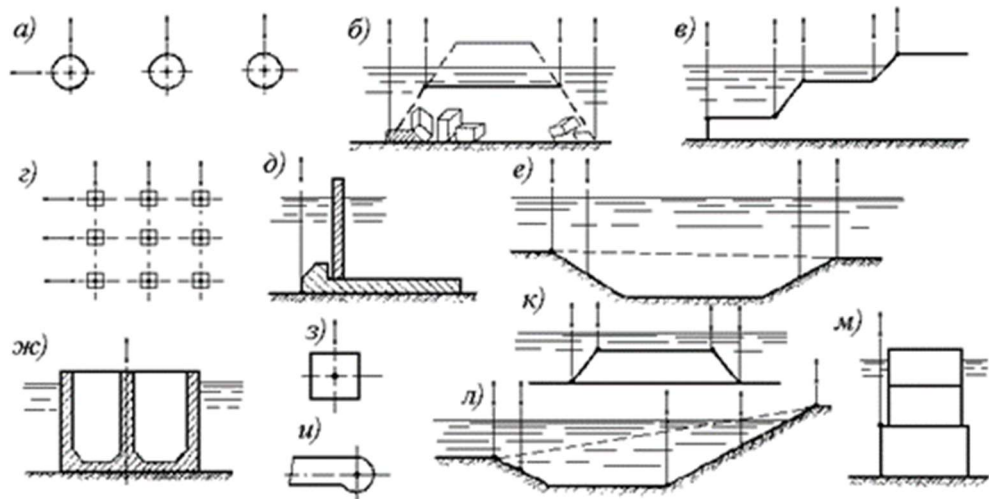


Рисунок 4.1 - Основні і допоміжні геодезичні лінії:

а - осі окремо розташованих паль-оболонки; *б* - лінії габаритів начерки з масивів; *в* - лінії ступеневого берегоукріплення; *г* - осі пальових рядів; *д* - бойова лінія кутової стінки; *е* - створні лінії при розробці котловану; *ж* - осьова лінія масива-гіганта; *з* та *и* - осі голови огорожувальної споруди; *к* - основні габаритні лінії при відсипанні кам'яної постілі; *л* - габаритні лінії при влаштуванні котловану під причальні споруди; *м* - бойова лінія при масивовій кладці

Детальну розбивку елементів споруди виконує інженерно-технічний персонал будівництва за робочими кресленнями від основних і базисних ліній. Основні геодезичні лінії на місцевості закріплюються на території - бетонними тумбами зі штирями і стовпами, а на акваторії - палями, масивами, буями і бакенами, інструментально пов'язаними з нерухомими знаками на березі.

Для виконання розбивки основних і допоміжних осей (ліній) (рис. 4.1) на території (або акваторії) використовують спосіб зарубок або полярний спосіб.

Спосіб кутових зарубок полягає в тому, що одночасно двома теодолітами, розташованими по кінцях закріпленої базисної лінії, позначеної на рис.4.2, а буквами А і Б, відкладаються кути $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$.

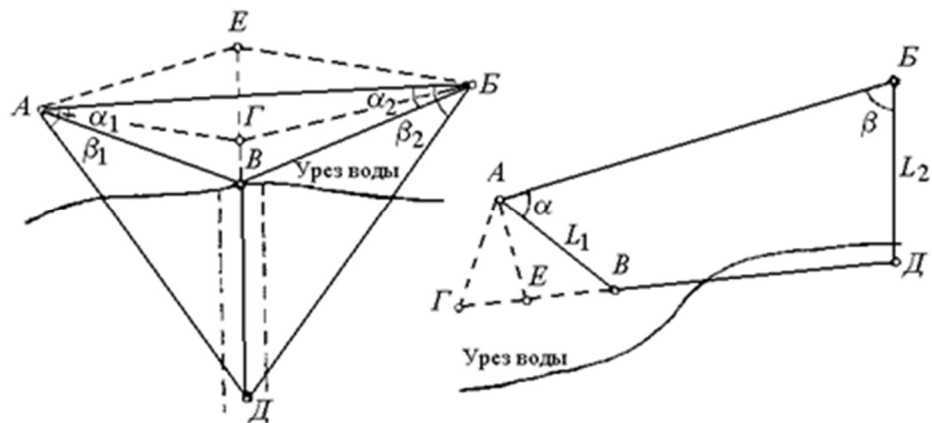


Рисунок 4.2 – Два способи виконання розбивки основних і допоміжних осей:
а) спосіб зарубок; б) полярний спосіб

На перетині візирних осей теодолітів фіксуються шукані точки В і Д. Для контролю розбивки і полегшення роботи служать допоміжні точки Г і Е.

Полярний спосіб розбивки полягає в тому, що від закріпленої базисної лінії АБ (рис. 4, б) з точки А відкладається кут α і по заданому напрямку за допомогою мірної стрічки відмірюють відстань L_1 для знаходження точки В. Точка Д знаходиться аналогічним способом після того, як з точки Б відкладається кут β і відміряється L_2 .

Перенесення в натуру проектних і допоміжних відміток виконується безпосереднім нівелюванням по рейках, встановленим на робочому висотному репері і споруді. Таким чином переносять позначки на голови паль, плити верхньої будови, надводні конструкції гравітаційних споруд. Рекомендується з однієї стоянки нівеліра визначати позначки відразу декількох точок, розташованих в плані на відстані 5-20 м одна від одної, записати їх на конструкції незмивною фарбою. Це дозволить переносити і

визначати позначки проміжних точок за допомогою вимірювань геодезичним інструментом, а також шнура або рейки з рівнем. Для перенесення відміток на знижені точки, коли довжина рейки недостатня для нівелювання по рейці, застосовують підвішену сталеву мірну стрічку або рулетку. Відмітки підводних частин споруд (кам'яних ліжок, фундаментних плит, нижніх курсів масивів і ін.) визначають нівелюванням за допомогою футштока із закріпленою у верхній його частині нівелірної рейкою. При плануванні території або великих площ за допомогою нівеліра виносяться контрольні точки, між якими виробляють висотну розбивку, використовуючи при цьому визирки.

В Білгороді-Дністровському діє полігонометрична геодезична система розбивки вісей.

Полігонометричні мережі є найбільш поширеним видом інженерно-геодезичних опорних мереж. Полігонометричні мережі складаються з полігонометричних ходів, аналогічних теодолітним ходам. В цих ходах лінії і кути вимірюють з великою точністю. На відміну від триангуляції і трилатерації полігонометрія дозволяє розташувати пункти в обмежених для видимості місцях, наприклад, в тунелях або між високими будинками, коли можна забезпечити видимість тільки в двох напрямках.

Ходи поділяють за видами, формою і способом вимірювань, вони бувають розімкнуті і замкнуті, витягнуті, пересічні (з вузловими точками в перетинах і у вигляді системи полігонів. Вид залежить від площі об'єкта, його форми, забезпеченості вихідними пунктами.

Отже, перед початком будівництва були проведені геодезичні розбивочні роботи та прив'язка споруди на місцевості для контролю і спостереження за її проектним положенням. Для цього були використані прилади: теодоліт для планової розбивки на місцевості та нівелір – для висотної розбивки.

4.1.2 Обстеження дна

При будівництві гідротехнічних споруд підводно-технічні роботи належить виконувати із застосуванням водолазних станцій.

Число водолазних станцій на об'єкті, необхідне обладнання, кількість матеріалів та інструментів встановлюються в проект організації будівництва відповідно до обсягу водолазних робіт.

За допомогою водолазних робіт в основному належить виконувати:

- підводні земляні та скельні роботи і розчищення дна водолазами;
- рівняння кам'яної постілі водолазами;
- установку звичайних масивів, масивів-гігантів і ряжей, монтаж підводних елементів збірних конструкцій і пристрій пальових підстав;
- зварювання і різання металів під водою;
- підводне бетонування.

Всі виявлені на дні предмети слід відзначати віхами або буями, характеристика предметів і номери їх заносяться в журнал обстеження на підставі записів і замальовок, виконаних водолазом безпосередньо під водою. В крайньому випадку запис слід вести по телефону, і ні в якому випадку не можна покладатися на пам'ять водолаза.

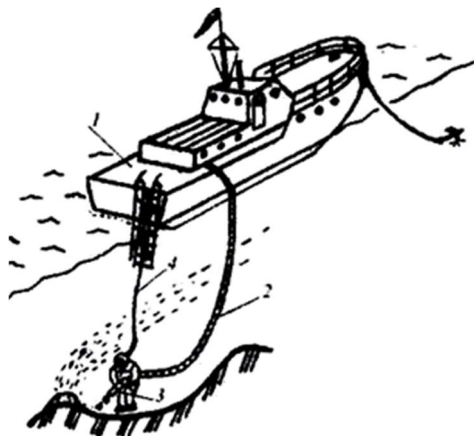


Рисунок 4.3 – Підводно-технічні водолазні роботи:

- 1 – водолазний бот; 2 – страхувальне кріплення; 3 – водолаз з обладнанням;
4 – дихальний шланг для подання повітря;

Перед початком будівництва було проведено детальне обстеження дна біля берегів Білгород-Дністровської фортеці на наявність сторонніх об'єктів, що можуть заважати будівництву. Знайдені об'єкти були занесені у журнал звіту та ліквідовані для того, щоб можна було почати роботи по зведенню споруди.

4.2 Відсіпка каміння (1 етап)

Матеріалами для зведення накидки є осадові (доломіт, вапняки підвищеної щільності, кварцити) і вивержені породи (сієніт, діабаз, граніт, діорит). Розмір і форма каменів відіграють величезну роль при виконанні кам'яної начерки, оскільки саме від них залежить, наскільки пустотною виявиться зведена конструкція, як буде осідати з плином часу і якою буде крутість укосів, чи буде деформуватися.

Кам'яну накидку на земляних схилах укладали за принципом зворотного фільтра на настил із геотекстилю (рисунок 4.4). Крупність каменю визначено розрахунками (див. формулу 3.2 – п. 3.2.2).



Рисунок 4.4 – Настил із геотекстилю

Рване каміння укладено в тіло кам'яної накидки піонерним способом за допомогою автосамоскиду КрАЗ 65032 (рисунок 4.5).

Каміння доставляється з Олександрівського гранітного кар'єру (м. Вознесенск) залізничною дорогою до з/д вокзалу у м. Білгород-Дністровський. Звідси до місця будівництва матеріал доставляється на прийнятих автосамоскидах.

Автосамоскид КрАЗ 65032 – це тривісний автомобіль-самоскид з колісною формулою 6х6 призначений для перевезення будівельних вантажів по дорогах з твердим покриттям. Автомобіль обладнаний металевою платформою з розвантаженням назад.

Розрахунок потрібної кількості автосамоскидів проведений у пункті 4.4 «Визначення об'ємів робіт для зведення кам'яної накидки».



Рисунок 4.5 – Автосамоскид КрАЗ 65032

Основні технічні характеристики:

Колісна база – 4080+1400 мм;

Довжина – 8350 мм;

Ширина 2500 мм;

Висота – 3050 мм;

Найвища швидкість – 75 км/год

Вантажопідйомність – 15 т.

Відсипка каміння проведена без влаштування перемичок так як в водах лиману немає сильних розмиваючих течій і 60% споруди знаходиться на березі.

Камінь відсипається рівномірно по поверхні, що захищає укіс Білгород-Дністровської фортеці з урахуванням встановленого проектом запасу на осідання і на занурення каменю в ґрунт.

Під час першого етапу відсипки каміння споруда зведена до відмітки +1000 мм від розрахункового нуля. Таким чином споруда рівномірно осяде, поки буде відсипатися по всій довжині.

Вирівнювання (планування) кам'яної накидки з наданням їй належного профілю проводиться після її усадки.

Для планування кам'яної накидки було прийнято бульдозер.

Бульдозер - це потужний гусеничний або колісний трактор з встановленим на його платформі спеціальним навісним обладнанням.

В нашому випадку був обраний бульдозер SHANTUI SD32W (рисунок 4.6), який відмінно впорається з плануванням тяжких скельних ґрунтів.

- споряджена маса (кг): 38000;
- потужність двигуна 235 кВт.;
- об'єм відвалу: 10 м³








Рисунок 4.6 – Бульдозер для скельних ґрунтів SHANTUI SD32W

4.3 Відсіпка каміння (2 етап)

Коли вся споруда була відсіпана до відмітки +1000, відбулася рівномірна осадка, попередилися різкі деформаційні просадки. Тоді проводиться 2 черга відсіпки каміння піонерним способом. В цій черзі також відсіпається рване гранітне каміння за допомогою автосамоскиду КрАЗ 65032.

4.4 Визначення об'ємів скельних робіт для зведення кам'яної накидки

Таблиця 4.1 Розрахунок об'єму скельних робіт кам'яної накидки

№	Фігура	S, м ²
1		226,8
2		74,6
3		785,2
4		230,4
5		37,58
		Σ 1373,89 м²

Обсяг робіт у проекті підраховано з розбивкою на черги будівництва. Підрахунок обсягів скельних робіт виконано по середній площі (об'єму) накидки (розрахунки приведені у таблиці 4.1).

Об'єм каменю для кам'яної накидки визначено за формулою:

$$V_k = S \cdot L \quad (4.1)$$

де S - площа перерізу кам'яної накидки, м²;

L – довжина споруди, м; $L = 211$ м;

$$V_k = 1373.89 \cdot 211 = 289\,891 \text{ м}^3$$

Кам'яна накидка зведена піонерним способом за допомогою прийнятого раніше автосамоскиду. Тепер потрібно визначити потрібну кількість машин для виконання робіт.

Для цього спочатку було визначено годинну продуктивність автосамоскиду:

$$P_{\text{ч}}^c = \frac{q_c \cdot \gamma \cdot \beta \cdot v_t}{l + v_t \cdot \beta \cdot t_{\text{пр}}} \quad (4.2)$$

де q_c – вантажопідйомність автомобіля, т;

$t_{\text{пр}}$ – час простою автосамоскиду під завантаженням-розвантаженням, год,

$$t_{\text{пр}} = 0,1 \text{ год};$$

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності, $\gamma = 0,97$;

β – коефіцієнт використання пробігу, $\beta = 0,7$;

v_t – технічна швидкість в грузу, км/год;

l – довжина шляху в одному напрямку, км.

$$P_{\text{ч}}^c = \frac{15 \cdot 0,97 \cdot 0,7 \cdot 25}{3 + 25 \cdot 0,7 \cdot 0,1} = 53,6 \text{ т/год}$$

Визначення необхідної кількості автосамоскидів:

$$A = \frac{Q_{\text{год}}}{P_{\text{ч}}^c} \quad (4.3)$$

де $Q_{\text{год}}$ – вихідний об'єм перевезення вантажу, т/год;

$$Q_{\text{год}} = \frac{V_k \cdot \gamma_k}{a} \quad (4.4)$$

де V_k – об'єм каменю для кам'яної накидки, м³; $V_k = 289\,891 \text{ м}^3$

a – кількість робочих днів за весь термін будівництва;

$$a = d \cdot m \cdot c \quad (4.5)$$

де d – кількість робочих днів у місяць, $d = 24$ дні;

m – кількість місяців, відведених на будівництво (вид робіт), $m = 5$ міс.;

c – кількість годин, відведених на зміну, $c = 8$ год

$$a = 24 \cdot 5 \cdot 8 = 960 \text{ год.}$$

γ_k – питома вага каменю, т/м^3 ; $\gamma_k = 2,6 \text{ т/м}^3$

$$Q_{\text{год}} = \frac{289\,891 \cdot 2,6}{960} = 785,1 \text{ т/год}$$

$$A = \frac{785,1}{53,6} = 14,64 \approx 15$$

Таким чином, з аналізу отриманих даних прийнято 15 автосамоскидів марки КрАЗ-65032 для доставки та укладання $289\,891 \text{ м}^3$ каменю.

4.5 Визначення об'ємів бетонних робіт для зведення кам'яної накидки

В проектуваній споруді для бетонування набережної та ін'єкційного бетонування був використаний гідротехнічний бетон, який має покращені характеристики міцності, морозостійкості та вологостійкості.

Після того, як весь об'єм каміння засипаний та відбулася рівномірна осадка, проводиться бетонування поверхні накидки та установка парапету для створення прогулянкової набережної. В бетон вкладається нижній шар арматури для кращого сприйняття розтягувального зусилля. Для правильного схоплення і твердіння бетону було використане вологотеплозахисне оснащення. Для попередження розтріскування бетону, процес бетонування відбувається згідно бетонувальній карті. Тобто, бетонування відбувається за

секторами 12,0x7,7x0,2 м. Між секторами улаштовується дерев'яна дошка у якості деформаційного шва.

Парапет виготовляється на заводі у вигляді окремих частин габаритами 12,0x1,15x0,15 м (рисунок 4.7).

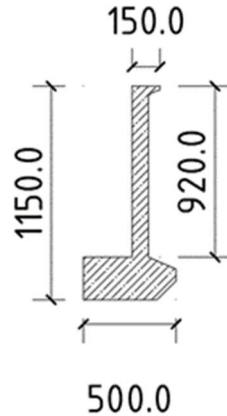


Рисунок 4.7 – Габарити парапету (довжина 12,0 м)

Для визначення об'єму бетону була розраховані габарити покриття набережної:

$$V_n = l_n \cdot b_n \cdot t_n, \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

де l_n – довжина споруди, $l_n = 211$ м;

b_n – ширина набережної, в дипломному проекті прийнята $b_n = 7,7$ м;

t_n – товщина бетонного покриття, $t_n = 0,02$ м

$$V_n = 211 \cdot 7,7 \cdot 0,02 = 33 \text{ м}^3$$

Також для укріплення нижньої частини укосів накидки було запроєктовано ін'єкційне бетонування, об'єми якого враховуються при розрахунку загального об'єму бетонних робіт.

$$V_{un} = l_{un} \cdot b_{un} \cdot t_{un}, \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

де l_{un} – довжина покриття ін'єкційного бетонування, $l_{un} = 211$ м;

b_{un} – ширина покриття ін'єкційного бетонування, $b_{un} = 2$ м;

t_{un} – товщина покриття ін'єкційного бетонування, $t_{un} = 0,1$ м

$$V_{un} = 211 \cdot 2 \cdot 0,1 = 43 \text{ м}^3$$

Таким чином, весь об'єм бетонних робіт складає:

$$V_{\text{зар}} = 43 + 33 = 76 \text{ м}^3$$

Для проведення всього об'єму бетонування була прийнята наступна техніка:

- автобетонозмішувач з насосом, здатний безперебійно подавати бетонну суміш з необхідною рухливістю (рисунок 4.8);



Рисунок 4.8 – Автобетонозмішувач КрАЗ-6124Р4

- ручні вібратори для ущільнення бетонної суміші (рисунок 4.9);



Рисунок 4.9 – Ручний портативний глибинний вібратор

- комплект ручного інструменту для розрівнювання бетонної суміші;
 - комплект переносних ламп для візуального контролю, якості укладання і ущільнення бетонної суміші;

Було визначено продуктивність циклічного гравітаційного бетонозмішувача:

$$\Pi = \frac{V_3 \cdot z_3 \cdot k_B \cdot k_u}{1000} \quad (\text{м}^3/\text{ГОД}) \quad (4.8)$$

де V_3 – місткість змішувача по загрузці, $V_3 = 7000$ л;

Z_3 – кількість замісів/год;

$$Z_3 = \frac{3600}{t_1+t_2+t_3+t_4} \quad (4.9)$$

де $t_1; t_2; t_3; t_4$ – продуктивність загрузки, вигрузки, повертання барабану в початкове положення; $t_1 = 10$ сек; $t_2 = 30$ сек; $t_3 = 20$ сек; $t_4 = 15$ сек;

$$Z_3 = \frac{3600}{10+30+20+15} = 48 \text{ замісів/год}$$

k_b – коефіцієнт виходу бетонної суміші; $k_b = 0,7$

k_u – коефіцієнт використання змішувача у часі; $k_u = 0,85$

$$\Pi = \frac{7000 \cdot 48 \cdot 0,7 \cdot 0,85}{1000} = 200 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таким чином було зроблено наступні висновки: для всього об'єму бетонних вистачить одного автобетонозмішувача, який зможе забезпечити безперебійну подачу бетонної суміші для влаштування набережної та ін'єкційного бетонування укосів накидки.

Для виконання бетонних робіт однієї зміни буде необхідна така робоча сила: водій автобетонозмішувача, двоє чоловік для управління насосом; двоє чоловік для ущільнення бетонної суміші ручними вібраторами; четверо чоловік для розрівнювання бетонної суміші, один-двоє чоловік для контролю за якістю проведення бетонних робіт.

4.5.1 Контроль якості виконання бетонних робіт

Беручи до уваги задані умови місцезнаходження, бетонне покриття, що проектується, має відповідати наступним вимогам: мати задану міцність, особливо при вигині і морозостійкість.

На будівельному майданчику необхідно здійснювати такі різновиди контролю:

- контроль за відповідністю проекту точності опалублення, встановлення арматури й закладних деталей, за необхідності із застосуванням геодезійних приладів;
- контроль якості бетонної суміші, а також міцності бетону в процесі бетонування шляхом випробування контрольних зразків;
- контроль за дотриманням правил бетонування, а також точності зведення будівель і споруд, за необхідності із застосуванням засобів геодезійного інструментального контролю;
- контроль міцності бетону в готових конструкціях (за необхідності).

За призначенням виокремлюють вхідний, операційний і приймальний контроль. Вхідний контроль полягає в перевірці якості надхідних матеріалів, напівфабрикатів і виробів; операційний контроль – у змінюванні й коригуванні параметрів технологічного процесу, а також спостереженні за забезпеченням якості продукції в процесі будівництва.

Під час проведення вхідного контролю бетонної суміші на будівельному майданчику необхідно перевірити: наявність паспорта на бетонну суміш і необхідних у ньому даних; відсутність ознак розшарування суміші (шляхом зовнішнього огляду); відповідність пластичності бетонної суміші вимогам проекту виконання бетонних робіт; відсутність у суміші щебеню із крупністю понад 33 % внутрішнього діаметра трубопроводу. Бетонувати монолітні конструкції необхідно по захваткам у порядку, зазначеному на схемах виконання робіт. Розташування захваток визначають

за умовою змінної (добової) експлуатаційної продуктивності автобетононасоса, а також залежно від схеми руху навколо будівлі. Відповідно до відстані до місця укладання бетону по вертикалі й горизонталі застосовують різне поєднання бетонопровода, розподільної стріли автобетононасоса й стаціонарного бетонопроводу. Установлювати автобетононасос на будівельному майданчику потрібно так, щоб забезпечити достатність простору маневрування автобетонозмішувачів і хороші умови для огляду робочої зони. Автобетононасос має бути обладнаний двома автобетонозмішувачами, щоб забезпечити безперебійність його роботи. Автобетононасос встановлюють на виносні опори, щоб його положення під час роботи було стійким.

Операційний контроль у процесі виконання робіт здійснюють майстер (виконроб), інженер відділу якості, геодезист. Приймальний контроль – працівники відділу контролю якості, майстер (виконроб), геодезист, представник технагляду замовника.

Вимоги до якості бетонної суміші. Бетонні суміші необхідно готувати за технологічним регламентом, затвердженим в установленому порядку. Кожна партія бетонної суміші, яку відправляють споживачеві, повинна супроводжуватися документом про якість, у якому потрібно вказати:

- виробника, дату й час відправлення бетонної суміші;
- різновид бетонної суміші і її умовне позначення;
- номер складу бетонної суміші, клас або марку бетону за міцністю на стиск у проектному віці, те саме за міцністю на розтяг під час згинання;
- коефіцієнт варіації міцності бетону, його необхідна міцність, проектну марку за середньою густиною (для легких бетонів);
- різновид і обсяг добавок; найбільшу крупність заповнювача, легкоукладальність бетонної суміші у місця укладання;
- номер супровідного документа, гарантії виробника;
- інші показники (за необхідності).

Застосовувані способи транспортування бетонної суміші повинні унеможливити потрапляння в суміш атмосферних опадів, порушення однорідності, втрати цементного розчину, а також забезпечити суміш під час перевезення від шкідливого впливу вітру й сонячних променів. Під час проведення вхідного контролю бетонної суміші на будівельному майданчику потрібно перевірити наявність паспорта на бетонну суміш і необхідних в ньому даних; шляхом зовнішнього огляду переконатися у відсутності ознак розшарування бетонної суміші, у наявності в бетонній суміші необхідних фракцій великого заповнювача відповідно до її заданої пластичності; у разі виникнення сумнівів щодо якості бетонної суміші вимагати контрольної перевірки її відповідності вимогам ДБН та проекту.

Перед бетонуванням перевіряється правильність встановлення опалубки та кріплень, закладних деталей, жорсткість і незмінність всієї системи загалом, наявність мастила на внутрішніх поверхнях опалубки. Якість вкладеного бетону оцінюють за результатами випробувань на міцність, а в спеціальних конструкціях – на водонепроникність і морозостійкість. Вкладаючи бетонну суміш, необхідно дотримуватись таких вимог: швидкість наповнення опалубки повинна відповідати її міцності і жорсткості; у спекотну сонячну погоду бетон необхідно захищати від висихання, взимку – від промерзання, під час дощу – від розмивання водою. При бетонуванні в зимових умовах проводять спостереження за температурою бетонної суміші в момент її вкладання і під час твердіння 2...3 рази на добу. Якість бетону перевіряється неруйнівними механічними або фізичними методами випробувань. При виконанні бетонних робіт ведеться спеціальний журнал, до якого кожної зміни заносять такі дані: дату вкладання бетонної суміші, марку бетону, кількість вкладеного бетону, умови виконання робіт (температура повітря, наявність опадів), результати випробувань контрольних кубиків, дату розбирання опалубки.

Бетонування поверхні кам'яної накидки відбувається за принципом влаштування бутобетонної кладки.

Бутобетонна кладка виконується при влаштуванні фундаментів пошарово з застосуванням опалубки і вібрування. Бутобетон складається з бетону і бутового каменю. Спочатку укладають шар бетонної суміші товщиною 0,2 м, потім камені з проміжками 4—6 см так, щоб вони до половини покривалися бетонною сумішшю. Після цього новий шар бетонної суміші і т.д. Бутовий камінь варто укласти в свіжевкладену бетонну суміш, тому перерви в роботі роблять після укладання каменю. Робочі шви утворюють за допомогою додаткових щитів опалубки.

Контроль якості передбачених робіт прописаний в таблиці 4.4, яка представлена в підрозділі 4.7 Календарний план будівництва.

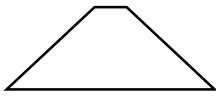
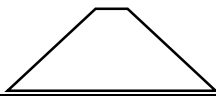
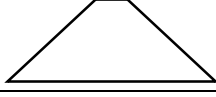
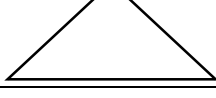
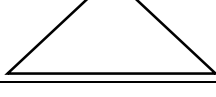
4.6 Зведення берегозахисних бун

Паралельно з укладанням каміння було зведено буни. Буни виконують в даній ситуації роль захисників берегу від впливу розмиваючих основу хвиль і руйнівної дії льоду, а також сприяють розвитку водної флори та фауни.

У даній дипломній роботі було запроектовано дві берегозахисні буни, які розташовані перпендикулярно до берегу на відстані 20 м, мають протяжність 100 м, відстань між бунами дорівнює 50 м. Буни наміті плавучим землеснарядом із піщаного ґрунту; голови бун укріпленні сортированим камінням за допомогою плавучого крану та плашкоуту з камінням. Ширина бун у голові (без врахування укріплення камінням) дорівнює 1,5 м і поступово зменшується до 0,75 м.

Розрахунки об'єму необхідного матеріалу зведені у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок площі буни

№ елемента	Переріз	Формула	Площа
1		$\frac{1,5 + 9}{2} \cdot 1,5$	7,9
2		$\frac{1,3 + 7,15}{2} \cdot 1,3$	5,5
3		$\frac{1,15 + 6,325}{2} \cdot 1,15$	4,3
4		$\frac{1 + 5,5}{2} \cdot 1$	3,25
5		$\frac{0,75 + 4,125}{2} \cdot 0,75$	1,83
		Σ	23 м ²

За поданими розрахунками було визначено, що середня площа однієї буни по поперечникам дорівнює 23 м², для двох бун це значення буде дорівнювати 46 м².

Об'єм ґрунту для однієї буни визначено за формулою:

$$V_k = S_{\text{cp}} \cdot L \quad (4.10)$$

де S_{cp} – усереднена площа поперечного перерізу споруди, м²;

$$S_{\text{cp}} = \frac{\sum S_i}{n} \quad (4.11)$$

L – довжина споруди, м; $L = 100$ м

$$S_{\text{cp}} = \frac{23}{5} = 4,6 \text{ м}^2$$

$$V_k = 4,6 \cdot 100 = 460 \text{ м}^3$$

Таким чином, розрахований загальний об'єм ґрунту для спорудження 2 берегозахисних споруд з піску $V_{k,\text{заг}} = 920 \text{ м}^3$.

Буна з піщаного ґрунту розглядається як споруда, що деформується. Тому вона потребує додаткового досипання піщаного матеріалу після закінчення осадки – через 6 місяців. Буни зводять таким чином, щоб вони

потрапили у весняний або осінній шторм, для додаткового ущільнення. Тому розрахунковий об'єм матеріалу збільшено на 15%.

$$V_{k, \text{заг}} = 920 + 138 = 1060 \text{ м}^3$$

Обов'язково передбачається закріплення голів бун сортованим камінням.

Визначення необхідної кількості автосамоскидів:

$$A = \frac{Q_{\text{год}}}{P_{\text{ч}}^c} \quad (4.12)$$

Годинна продуктивність автосамоскиду для перевезення піщаного ґрунту:

$$P_{\text{ч}}^c = \frac{q_c \cdot \gamma \cdot \beta \cdot v_t}{l + v_t \cdot \beta \cdot t_{\text{пр}}} \quad (4.13)$$

де q_c – вантажопідйомність автомобіля, т;

$t_{\text{пр}}$ – час простою автосамоскиду під завантаженням-розвантаженням, год, $t_{\text{пр}} = 0,1$ год ;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності, $\gamma = 0,97$;

β – коефіцієнт використання пробігу, $\beta = 0,7$;

v_t – технічна швидкість в грузу, км/год;

l – довжина шляху в одному напрямку, км.

$$P_{\text{ч}}^c = \frac{15 \cdot 0,97 \cdot 0,7 \cdot 25}{25 + 25 \cdot 0,7 \cdot 0,1} = 9,51 \text{ т/год}$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{V_k \cdot \gamma_k}{a} \quad (4.14)$$

де V_k – об'єм піску для двох бун, м^3 ; $V_k = 1060 \text{ м}^3$

a – кількість робочих днів за весь термін будівництва;

$$a = d \cdot m \cdot c \quad (4.15)$$

d – кількість робочих днів у місяць, $d = 24$ дні;

m – кількість місяців, відведених на будівництво (вид робіт),

$m = 1$ міс.;

c – кількість годин, відведених на зміну, $c = 8$ год

$$a = 24 \cdot 1 \cdot 8 = 192 \text{ дн.}$$

γ_k – питома вага піску, т/м³; $\gamma_k = 1,68 \text{ т/м}^3$

$$Q_{\text{год}} = \frac{1060}{192} \cdot 1,68 = 9,27 \text{ т/год}$$

$$A = \frac{9,27}{9,51} = 0,97 \approx 1$$

Таким чином, з аналізу отриманих даних прийнято 1 автосамоскид марки КрАЗ-65032 для доставки 1060 м³ піску.

Берегозахисні буни наживаються за допомогою плавучого земснаряду марки DRW-250.



Рисунок 4.10 Земснаряд-рефулер марки DRW-250

Технічні характеристики рефулеру показані у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Технічні характеристики земснаряду-рефулеру DRW-250.

Продуктивність	250 м ³ /год
Висота водяного стовпа	40 м
Максимальна глибина розробки	6 м
Максимальний діаметр частинок	82 мм
Максимальна потужність	60 кВт
Довжина пульпопроводу	250 м
Діаметр пульпопроводу	150 мм
Довжина земснаряду	9 м
Осадка	0,5 м

Отже, після виконання основних розрахунків з організації будівельних робіт зроблені наступні висновки:

- було виконано геодезичну розбивку та прив'язку споруд на місцевості за допомогою теодоліту та нівеліру;
- було виконано детальне обстеження дна лиману для виявлення та ліквідації зайвих об'єктів, заважаючих процесу будівництва;
- перед зведенням кам'яної накидки було укладено полотно геотекстилю;
- укладка каміння була виконана піонерним способом за допомогою автосамоскиду КрАЗ 65032 в дві черги для рівномірного осідання ґрунту;
- після закінчення другої черги вкладання каміння було проведено бетонування набережної та встановлення парапетів для безпеки (був використаний автобетонозмішувач КрАЗ-6124Р4 з насосом та інша техніка);
- паралельно з бетонуванням набережної було проведено ін'єктування нижньої частини укосів кам'яної накидки для створення додаткової стійкості;
- паралельно зі зведенням кам'яної накидки було влаштовано дві берегозахисні буни з піщаного ґрунту за допомогою земснаряду DRW-250, голови яких були укріплені сортированим камінням;

4.7 Календарний план будівництва

Календарний план відноситься до розряду найважливіших документів проекту виробництва робіт. В календарному плані встановлюються строки виконання окремих видів робіт, технологічна послідовність виконання робіт, а також потреба в робочій силі як на окремі види робіт, так і на все будівництво.

Організаційно-технологічна модель календарного плану була виконана у вигляді лінійного графіка. При розробці календарного плану вихідними даними являються: зведена відомість об'ємів робіт та директивний строк. Побудову лінійного графіка календарного плану було виконано за допомогою форми календарного плану.

Після розробки графічної частини плану у масштабі було побудовано графік руху робочої сили, а також графіки інтенсивності бетонних і земляних (кам'яних) робіт.

Для побудови графіка руху робочої сили було підраховано суму робітників з кожного місяця будівництва, вибрано масштаб та під графічною частиною календарного плану накреслено графік руху робітників.

Головна вимога до графіку руху робітників - відсутність великих піків та провалів.

Таблиця 4.4 - Контроль якості робіт, передбачених під час влаштування набережної

№	Найменування робіт	Контроль якості
1	2	3
1	Монтаж розбірно-переставної опалубки, розділ проектного полотна на сектори, влаштування деформаційних швів	Перевірка відповідності форм і геометричних розмірів опалубки; перевірка збігу осей опалубки з осями споруди, вертикальність і горизонтальність швів і щитів. Контроль жорсткості і незмінності всіх конструкцій в цілому, правильність і міцність з'єднання елементів опалубки
2	Влаштування сітки арматури для кращого сприйняття вигинаючого зусилля	Контроль рівномірності укладання арматурної сітки; контроль зазначеної відстані зазору між сіткою та опалубкою
3	Засипка першої черги бутового каменю для заповнення проміжків між великою фракцією кам'яної накидки та вирівнювання поверхні	Контроль рівномірності укладання бутового каменю, заповнення проміжків
4	Заповнення секторів бетонною сумішшю методом роздільного бетонування	Контроль рівномірності заповнення проміжків між бутовим каменем, контроль схвачування і попередження розшарування бетонної суміші
5	Ущільнення бетонної суміші портативним глибинним вібратором	Контроль рівномірності ущільнення бетонної суміші

Продовження таблиці 4.4 - Контроль якості робіт, передбачених під час влаштування набережної

	Монтаж бетонного парапету	Контроль відповідності положення парапету відносно запланованого, положення відносно осей споруди, вертикальність і горизонтальність
7	Засипка другої черги бутового каменю з проміжками 4-6 см	Контроль рівномірності укладання бутового каменю, заповнення проміжків
8	Заповнення проміжків між бутовим каменем бетонною сумішшю методом роздільного бетонування	Контроль рівномірності заповнення проміжків між бутовим каменем, контроль схвачування і попередження розшарування бетонної суміші
9	Ущільнення бетонної суміші портативним глибинним вібратором	Контроль рівномірності ущільнення бетонної суміші
10	Демонтаж опалубки	Контроль нагляду за опалубкою після завершення робіт

Таблиця 4.5 – Календарний план будівництва

Календарний план будівництва										Місяці					
Періоду	Найменування робіт	Об'єм робіт		Потрібні машини, механізми, техніка, обладнання		Число змін	Кіл-ть робочих у зміні	Тривалість зміни	Тривалість робіт	4 Квітень	5 Травень	6 Червень	7 Липень	8 Серпень	9 Вересень
		Од. виміру	Кіл-ть	Найменування	Кіл-ть										
№	-					-	-	год	дн						
1	Геодезична прив'язка та розбивка	-	-	Теодолит; нівелір	2; 2	1	4	8	4	4					
2	Обстеження дна водолозами	-	-	Водолазна станція, водолазний бот, водолазне обладнання	1	2	4	6	7	4					
3	Відсіпка каміння у першу чергу	1000 м ³	145	КРАЗ 65032	7	2	4	8	50		4				
4	Планування першої черги			Бульдозер SHANTUI SD32W	1	2	4	8	2		4				
5	Відсіпка каміння у другу чергу	1000 м ³	145	КРАЗ 65032	8	2	4	8	60				4		
6	Планування другої черги			Бульдозер SHANTUI SD32W	1	2	4	8	3					4	
7	Намив лівої буну та укріплення голови	1000 м ³	0,46	Земснаряд DRW-250; плашкоут	1-1	2	6	8	2		6				
8	Намив правої буну та укріплення голови	1000 м ³	0,46	Земснаряд DRW-250; плашкоут	1-1	2	6	8	2			6			
9	Бетонування набережної	1 м ³	33	Автобетонозмішувач КрАЗ-6124Р4; ручний вібратор; інвентар	1; 3; 3	3	6	8	14						6
10	Ін'єктування укосів накидки	1 м ³	43	Автобетонозмішувач КрАЗ-6124Р4; бетононасос	1;1	3	4	8	7						6

4.8 Охорона праці. Загальна інформація про БМ

Місце будівництва знаходиться у м. Білгород-Дністровський Одеської обл. зокрема на території Білгород-Дністровської фортеці за перетином її стін на березі Дністровського лиману. До будівельного майданчика підведені тимчасові водо-тепло-проводні та електричні магістралі. Для інженерно-технічного та робочого персоналу влаштовані тимчасові будівлі.

4.8.1 Організація БМ. Огородження, в'їзди на територію

Забезпечити в'їзд на територію БМ з лівої сторони фортеці (якщо дивитися на лиман). З правої сторони об'їзд заборонений через те, що можливо спровокувати зсув ґрунту у води лиману.

Огородити територію майданчику металевими щитами, позначити дороги розпізнавальними знаками та схемою руху автотранспорту.

4.8.2 Місця і способи складування матеріалів і конструкцій

Обладнати рівні майданчики для складування сипучих ґрунтових матеріалів, вжити заходи, що запобігають самовільному зсуву.

4.8.3 Визначення меж і способи огороження небезпечних зон

На БМ небезпечними є місця проходження тимчасових електричних мереж, місця, де техніка може стикнутися з системою проводів електричної мережі. Також, небезпечними є ділянки, де працює автосамоскид, бульдозер та проходить бетонування.

4.8.4 Організація робочих місць (мікроклімат, освітлення) і безпечного виконання робіт

Згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»

Будівельник майданчик та ділянки робіт необхідно забезпечити світлом у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б А.3.2-15:2011.

Для працюючих на відкритому повітрі повинні бути облаштовані інвентарні приміщення для захисту від атмосферних опадів та обігрівання. Такі приміщення повинні розташовуватися на відстані не більше 50 м.

Під час виконання робіт під водою необхідно облаштувати рятувальну станцію. Всі учасники робіт на воді повинні вміти плавати та бути забезпечені рятувальними засобами.

4.8.5 Експлуатація будівельних машин

Згідно з ДБН В.2.8-3-95 «Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент технічна експлуатація будівельних машин»

Будівельна техніка і машини повинні періодично проходити огляд, технічне обслуговування, за потрібністю – ремонт.

Будівельна техніка не залишається після виконаної роботи на майданчику, а повертається у належне їй місце (гараж, повільйон тощо). Об'єм робіт не передбачує, що машини та техніка будуть постійно знаходитися на БМ.

Під час використання машин і техніки необхідно виконувати правила техніки безпеки.

4.8.6 Організація пожежної безпеки

Згідно з ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека»

Конструкція і вид проектуємої споруди відноситься до тих, що мають низьку можливість виникнення небезпечних пожежних ситуацій (основний матеріал – бетон та камінь).

Всі місця, де перебувають працівники (БМ та місця відпочинку) необхідно забезпечити первісним протипожежним інвентарем (пожарним щитком з топором, лопатою, вогнегасником, відром). У близькому радіусі повинен бути розташований контейнер з піском та джерело води.

Всі працівники повинні проходити періодичний повторний інструктаж з пожежної ТБ.

Для безпечного виведення людей з території, щоб попередити виникнення травм і жертв, необхідно розробити план евакуації.

4.8.7 Підтримання порядку і чистоти на БМ

У процесі будівництва необхідно забезпечити вивіз будівельного та органічного сміття у спеціально відведені місця. Необхідно забезпечити підтримку БМ у чистому стані, контролювати забруднення повітря викидами шкідливих речовин.

Не дозволяється потрапляння у воду нафтопродуктів. Контролювати рівень шуму і вібрації при роботі будівельної техніки та обладнання.

4.8.8 Дії у разі нещасного випадку

Дії у разі нещасного випадку проводяться згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 17 квітня 2019 р. № 337 «Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві».

4.8.9 Дії у разі пожежі

Згідно ДБН В.1.2-7-2021 «ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА»

I. Кожний робітник у випадку виникнення пожежі зобов'язаний знати порядок і способи та забезпечити:

виклик пожежно-рятувальних підрозділів по телефону «101»;

- оповістити найближчих співробітників;
- терміново сповістити про загорання керівника робіт;
- зібрання пожежної дружини (команди) добровільної пожежної охорони;

- зупинку технологічного устаткування;

- застосування засобів пожежогасіння;

- послідовність евакуації людей та матеріальних цінностей з урахуванням дотримання правил з охорони праці.

II. Приступити до гасіння пожежі своїми силами, використовуючи первинні засоби пожежогасіння.

III. Вжити заходи щодо евакуації людей із небезпечної зони та рятуванні матеріальних цінностей.

IV. Організувати зустріч пожежних машин та інформувати пожежників про місце розміщення гідрантів, колодязів та інших засобів пожежогасіння.

4.8.10 Порядок надання невідкладної медичної допомоги

Згідно з ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 Система стандартів безпеки праці. (ГОСТ 12.4.041:2001, IDT)

I. Першу допомогу потерпілому при НВ слід надавати в такому порядку:

1. Звільнити потерпілого від подальшої дії на нього шкідливого чинника (від дії вантажу, що придавив його, електроструму, хімічних реагентів, води і т.д.), винести на свіже повітря, розстібнути пояс, гудзики.

2. Провести штучне дихання, зупинити кровотечу, накласти пов'язку, шину і т.д.

3. Викликати «швидку допомогу» і доставити потерпілого до найближчої лікувальної установи будь-яким транспортом, дотримуючи при цьому всіх правил обережності.

4.9 Санітарно-гігієнічне та побутове обслуговування працівників

Кількість працівників на будівництві було визначено на підставі календарного плану. У самий пік будівництва найбільша кількість складає 14 осіб. Було визначено перелік необхідних санітарно-побутових приміщень та розраховано їх площу.

Таблиця 4.6 – Розрахована потреба об'єкту в санітарно-гігієнічних приміщеннях

	Назва приміщення	Потр. площа, м ²
1	Гардеробна	10
2	Душова з переддушовою	8
3	Умивальня	3
4	Сушильня для одягу та взуття	3
5	Приміщення для захисту від сонячного світла/їдальня	13
6	Туалет	2
		Σ 40 м²

Санітарно-побутові приміщення необхідно розташувати в інвентарних типових будівлях (збірно-розбірного типу).

В будівлях та приміщеннях побутового призначення необхідно

передбачити водогін, каналізацію, електричне освітлення та вентиляцію. Необхідно забезпечити якість води. Вмивальні розташувати в приміщеннях, що межують з гардеробними. Будівництво відбувається в теплу пору року, тому додатково необхідно розташувати вмивальні і на відкритому повітрі під тентом.

Душові розташувати суміжно з гардеробними. У відповідності з рекомендаціями (один душовий отвір на 7 осіб) необхідно забезпечити два душових отвора на максимальну кількість осіб за календарним планом (14 осіб).

Санвузли розташувати поблизу будмайданчика у вигляді біотуалетів і у місцях відпочинку працівників, не перевищуючи відстань 100 м.

Приміщення для захисту від сонячного світла за невеликої кількості працівників улаштувати сполучно з приміщеннями для приймання їжі, обладнати електрочайником та джерелом води.

Приміщення для харчування розраховані на одночасне перебування 14 осіб, в яких оголошено обідню перерву.




Потреба об'єкта в санітарно-гігієнічних та побутових приміщеннях подана у вигляді таблиці 5.1.

Все інженерне обладнання було вибрано за каталогами виробників або постачальників, були наведені їх технічні характеристики та опис, приведені зображення у таблиці 5.2.

Таблиця 4.7 – Інженерне обладнання для тимчасових споруд БМ

№	Вид інженерної системи	Характеристика	Виробник /постачальник	Креслення/фото
1	Вентиляція	Природна вентиляція здійснюється за рахунок циркуляції повітря через вікна у тимчасових будівлях	Rehau	
2	Гаряче та холодне водопостачання	Улаштовуються портативні баки для питної та технічної води; для постачання гарячої встановлюється настінний водонагрівач на 80 л.	Бойлер ATLANTIC OPRO; баки для душу, бутильована вода	
3	Каналізація	Система каналізації складається з трубопроводів, сантехнічного обладнання (для тимчасових будівель) та пара біотуалетів найближче розташованих до БМ	SanFranciscoWaterPower	

Продовження таблиці 4.7 - Інженерне обладнання для тимчасових споруд БМ

4	Електричні мережі	Прокладання тимчасових закритих електричних мереж для побутового, санітарно-технічного обладнання	Підключення від локальних станцій і введення до щитка на БМ	
5	Протипожежна сигналізація	Прокладання тимчасових димових систем сигналізації, що сповіщують про небезпечні ситуації	Артон СПД-3	
6	Механічна вентиляція	Встановлення вентиляторів у приміщення для відпочинку	Вентилятор напольний Grunhelm GFS-1621.	

На будівельних об'єктах забезпечити аптечки з медикаментами, ноші, фіксуєчі шини та інші засоби надання першої долікарської допомоги.

Розташування будівель санітарно-побутового призначення на будівельному майданчику здійснити вузловим методом – на спеціально відведеній території.

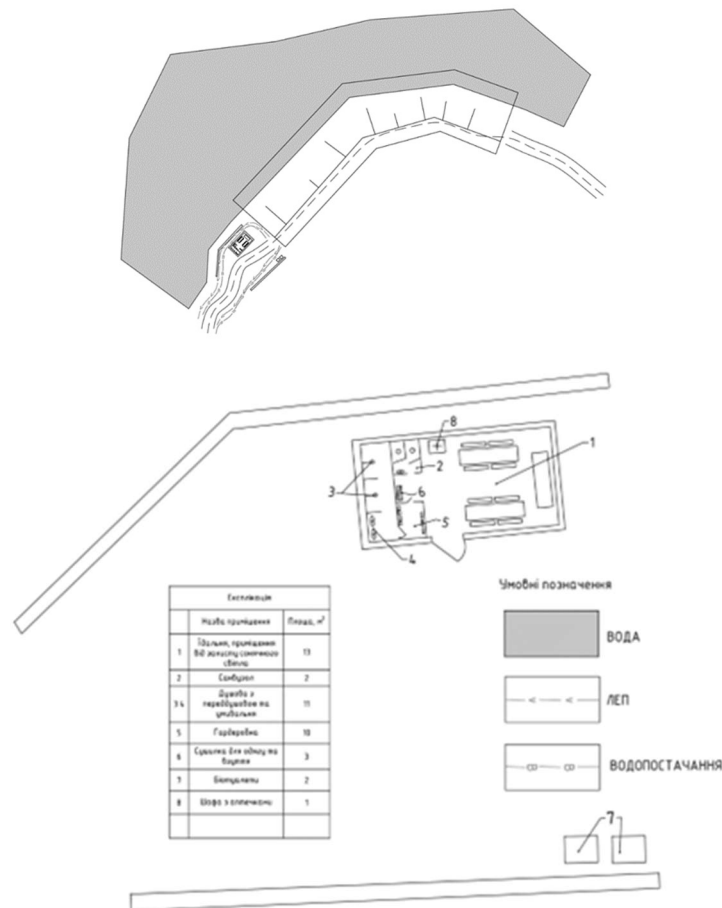


Рисунок 4.11 – Схематичний план БМ з інженерними системами та експлікацією

Майданчик, призначений для розташування санітарно-побутових будівель розташувати на ділянці, що не підтоплюється з улаштуванням відведення поверхневої води.

Санітарно-побутові приміщення на будівельному майданчику розташувати на відстані від можливих небезпечних зон.

5 ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Екологічна ситуація Дністровського лиману та вплив споруди на навколишнє середовище

Запроектована споруда – підпірна стінка у вигляді кам'яної накидки за своїми конструктивними особливостями не несе природі і в цілому навколишньому середовищу ніякої шкоди, навпроти. Камінь – це природний матеріал, який не виділяє небезпечних речовин. Одна із його переваг – це довговічність і міцність, також він буде створювати безпечний закуток для існування та розведення риб.

Проектом передбачено зведення перед кам'яною накидкою двох піщаних берегозахисних буни, які не з'єднані з берегом і розташовані під невеликим кутом до нього. У зимову пору року у просторі між бунами рівні крижані поля будуть зупинятися і не виривати рослинність біля берегів.

З часом простір між бунами заповниться намитим ґрунтом, вплив хвиль і криги знизиться до мінімуму; територія біля урізу води заросте різноманітною рослинністю, що також позитивно вплине на стійкість берегів і розвиток фауни.

Однією із найвагоміших проблем Дністровського лиману є те, що всі найближчі населені пункти скидають сміття та відходи з каналізаційних систем безпосередньо у воду. Вода забруднюється, навколишнє середовище страждає, все повертається назад до людей.

Така проблема повинна бути вирішена в найближчий час, тому що наслідки можуть бути непередбачуваними. Один із таких наслідків був зафіксований нещодавно – у лимані масово почала вмирати велика кількість рибин.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті була розглянута проблема капітального ремонту Білгород-Дністровської фортеці – на береги біля споруди наступає лиман у вигляді силового впливу вітрових хвиль, що направлені безпосередньо на споруду та дрейфуючих рівних крижаних полів, які знищують водну рослинність біля берегів в зимові періоди при коливаннях рівня води. Саме біля стін фортеці залишилась тонка полоса пляжу, який не в змозі захистити сповзаючі у води лиману береги і стіни фортеці разом з ними. Для боротьби з цією проблемою були проаналізовані природно-кліматичні умови району, інженерно-геологічні умови, інфраструктура, були розглянуті два варіанти конструкцій берегозахисних споруд: перший – конструкція у вигляді кам'яної накидки; другий – конструкція кутової підпірної стінки.

Обидва варіанти передбачують влаштування набережної для здійснення прогулянок туристів та зведення двох берегозахисних бун для боротьби з руйнівною силою вітрових хвиль та дрейфуючих рівних крижаних полів. По результатам проведених розрахунків, у даному дипломному проекті у якості основного конструктивного варіанту була вибрана кам'яна накидка. Орієнтовна ціна проекту згідно укрупненим розцінкам становить приблизно 300 млн. грн. Прийнята у проекті конструкція була розрахована на зсув, а також визначена напруга у основі ґрунту. Вибрана конструкція має переваги у вигляді простоти і терміну будівництва, який приблизно становить півроку при умові, що будівництво буде тривати з квітня по вересень. В дипломному проекті доведено, що її будівництво не буде негативно впливати на екологію та дозволить зберегти Білгород-Дністровську фортецю на довгий період часу. Цей проект підкріплений реальними даними і розрахунками у відповідності до рекомендацій діючих в нашій країні нормативних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. СНіП 2.06.04-82* (Навантаження та впливи на гідротехнічні споруди (хвильові, льоду та суден));
2. Шуйський Ю.Д. «Про результати географічних досліджень Дністровського лиману на узбережжі Чорного моря»;
3. Шуйський Ю.Д. «Природні умови річки Дністер в її нижній течії»;
4. Стоян А.А. «Історія дослідження пересипу Дністровського лиману на узбережжі Чорного моря»;
5. СНіП 2.02.02-85 «Основи гідротехнічних споруд»;
6. ДБН В.2.4-3:2010 «Гідротехнічні споруди. Основні положення»;
7. СНіП 2.06.07-87 «Підпірні стінки, судноплавні шлюзи, рибопропускні і рибозахисні споруди»;
8. СНіП 2.06.08-87 «Бетонні і залізобетонні конструкції гідротехнічних споруд»;
9. ДБН В.2.4-1-99 "Меліоративні системи та споруди";
10. Керівництво з проектування берегових укріплень на внутрішніх водоймах, 1984 р.;
11. Вплив вітрових хвиль на гідротехнічні споруди: підручник для вузів / В.С. Дорофєєв, С.І. Рогачко. – Одеса: ОГАСА, 2012. – 226 с., с зобр.;
12. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD);
13. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека;
14. Якименко О. В. Я45 Бетонні роботи : монографія / О. В. Якименко, О. В. Кондращенко, А. О. Атинян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 275 с. ISBN 978-966-695-440-7;

15. ДБН В.1.1-25-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення;
16. Сучасні конструкції кріплення берегів річок, Д.В.Самчук, Випуск 2 ISSN 2313-0413; Навчально-науковий інститут водного господарства та природооблаштування, м. Рівне;
17. ДСТУ Б А.2.4-4-2009. СПДБ. Основні вимоги до проектної документації;
18. О. І. Ольховик, А. А. Білецький О-56 Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд : навч. посібник [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2019. – 377 с. ISBN 978-966-327-431-7;
19. Гідротехнічні споруди. Навчальний посібник для студентів Запорізького гідроенергетичного коледжу ЗДІА спеціальності 5.06010103 «Будівництво гідротехнічних споруд» денної форми навчання / Укл.: Н.В. Щепіна.- Запоріжжя, 2013. - 311с.;
20. Козик В.В., Гавриляк А.С., Петрушка Т.О. Організація будівництва : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 256 с.;
21. Кизима В. П., Яковчук В. В, Люльчик О. В. Теплоізоляційні та гідроізоляційні роботи у будівництві : навч. посіб. Рівне : Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, 2010. 256 с.;
22. Сучасні технології в будівництві : підручник / за ред. О.І. Менеїлюка. Київ : Освіта України, 2011. 534 с;
23. Технологія будівельного виробництва практикум. навч. посібник для ВНЗ / за ред. М. Г. Ярмоленко. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.;
24. Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 410 с.;
25. Огляд сучасних методів берегоукріплення узбережжя водних об'єктів Херсонської області природним шляхом, Є.І. Коржов, Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова", том 21, 2019 р.