

М.І.Ромашенко*, В.І.Ляшевський*, І.В.Войтович*,
А.І.Левченко*, І.В.Ковтунович*, В.В.Яковлев**

*Інститут водних проблем і меліорації НААН України, м.Київ

**Інститут гідромеханіки НАН України, м.Київ

БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ ДРЕВНЬОГО ГОРОДИЩА «ХЕРСОНЕС ТАВРІЙСЬКИЙ»

Наведено сучасний стан берегової зони древнього городища "Херсонес Таврійський", визначено характер і наслідки її руйнування, надано технічні рішення щодо берегоукріплення.

КЛЮЧЕВІ СЛОВА: *берегоукріплення, вітрова ерозія, м.Севастополь.*

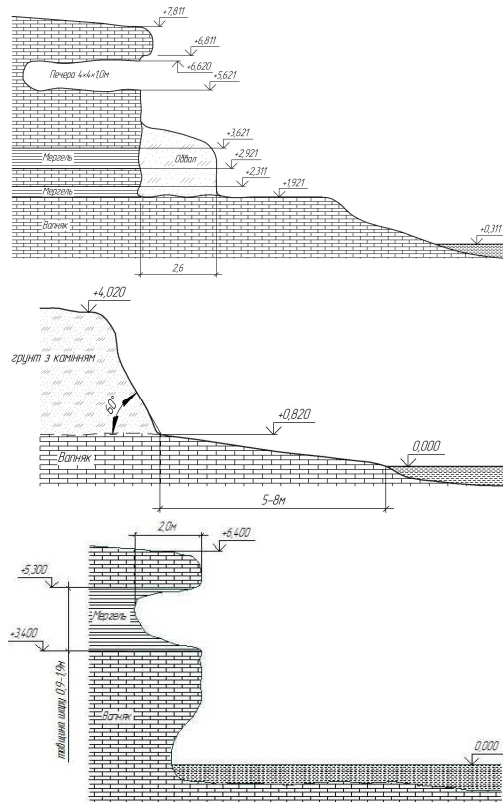
Древнє городище Херсонес виникло у 422 – 421 рр. до нашої ери. Розташовано городище в м.Севастополь в межах Піщаної і Карантинної бухт. Протяжність берегової зони складає 1200 м.

Зовнішній берег між бухтами має активний кліф. Висота його на південному сході досить значна (до 9,0 м), але до заходу постійно знижується.

За даними геологічних вишукувань виконаних "Кримдипроводгоспом" в геологічній побудові території приймають участь верхньоміоценові відкладення представлені породами сарматського ярусу середнього горизонту. Материкова частина прибережної зони представлена хемогено-органогенними, інколи перекристалізованими вапняками з прошарками глин, які мають підпорядковане значення. Вапняки прошаркуваті, розбірні, брекчійовидні, пелітоморфні, каверозні, мають різну міцність, ступінь вивітрюваності і тріщинуватості. Тріщинуватість субвертикальна. Геологічна побудова кліфу представлена на характерних розрізах (рис.1).

Характерною рисою руйнувань кліфу є ерозія прошарків глини. На рівні моря це привело до виникнення гротів і карстових утворень. На відмітці біля двох метрів від рівня моря (прошарки глини від 0,6 до 1,5 м) в результаті водної та вітрової ерозії утворюються ніши на глибину до 1,0 м, подальший розвиток яких створює обвали вище розташованих скальних порід. Причиною руйнувань схилів є також вивітрювання та розмив опадами прошарків глини на відмітці 4 – 6 м товщиною 10 – 20 см. Руйнування вапнякової складової кліфу в результаті вітрової ерозії та дії таких атмосферних факторів, як заморожування та відтаювання, замочування та висушування протікає повільніше, але також приводить до руйнування.

Прослідити динаміку руйнування кліфу можна з моменту виникнення древнього городища та його забудови. На топографічній зйомці узбережжя зафіксовано руйнування побудованих на початку нашої ери Північної і Уварівської базилік, Шестистовпного храму. Частини вказаних забудов вже не існує. Якщо припустити на прикладі побудови базиліки Круза, що відстань її до кліфу на момент будівництва складала біля 20 м, то за 2000 років руйнування материка склало біля 24 м, тобто руйнування на даній ділянці проти-



Р и с . 1 . Характерни розрізи.

побудовано відцифровану карту батиметрії дна прибережної зони, виконано математичне моделювання трансформації хвиль на підводному береговому схилі ділянки берегу та визначено розрахункові параметри штормових хвиль для вибору технічних рішень і гідротехнічних засобів захисту дослідженої ділянки берега [1 – 3].

Для оцінки ступеню хвиле гасіння були виконані розрахунки нахату хвиль 1 % забезпеченості на берег з берегозахисними спорудами і без них. Згідно розрахунків найбільші хвилі на ізобаті 6м спостерігаються для пікетів ПП3, ПП4 та ПП5. Для визначення ефективності роботи кожного з варіантів споруд, в якості вихідних даних для розрахунку прийняті параметри хвиль $h_{1\%} = 4,8$ м, $H = 6$ м, $\tau = 9$ с при цьому граничні умови на поверхні берегозахисних споруд відповідали умовам непроникності, що значно завищує результати по величині нахату, порівняно з розрахунками для кам'яного накиду. Дані ці результати дозволили оцінити ефективність роботи вибраних типів споруд на конкретних ділянках берегу, що досліджується. Моделювання трансформації хвиль в заключній фазі проводилось за допомогою моделі *COASTOX*.

На основі моделювання визначені профілі хвиль над поперечним перерізом ділянки берегового ухилу з відповідними типами берегозахисних споруд в момент максимального нахату в районі різних пікетів.

Аналогічні результати представлені в тих же перерізах, але без запро-

кає зі швидкістю біля 12 мм на рік.

У зв'язку з таким швидким темпом руйнування материка захист Національного заповідника древнього городища "Херсонес Таврійський", який значиться в переліку об'єктів ЮНЕСКО, став актуальним.

Із загальної довжини (1200 м) для першої стадії проектування берегоукріплення було визначено три ділянки (всього 588 м) узбережжя, які в більшій мірі підвержені руйнуванню.

У зв'язку з тим, що основною умовою виконання берегоукріплювальних робіт древнього городища «Херсонес Таврійський» є збереження природного ландшафту прибережної зони і в тому числі акваторії моря, Інститутом гідромеханіки НАН України для хвиле гасіння було запропоновано улаштування банкет-опояски у прибережній зоні.

На основі досліджень було

понованих варіантів споруд, тобто при природному береговому ухилі.

Порівняння цих результатів показує, що найбільш ефективними, з точки зору хвиле гасіння, є варіанти споруд для ПП5 і ПП6, де накат хвиль становить 1,83 і 1,86 м відповідно. З літературних джерел відомо, що коефіцієнт хвиле гасіння на кам'яному накиді порівняно з гладкими бетонними спорудами складає приблизно 0,5. Таким чином, якщо перерахувати накат хвиль з врахуванням коефіцієнту гасіння $K = 0,5$ для матеріалу берегозахисних споруд з кам'яним накидом, то максимальний накат не буде перевищувати 1 м.

На рис.2 – 7 наведено технічні рішення з улаштування хвилегасячого кам'яного накиду і банкет-опояски. Фронтальна частина банкет-опояски виконується з накиду тетраподів (Т-5,6) масою 5,6 т та висотою 2,1 м. Товщина шару накиду з тетраподів дорівнює їх полуторній висоті. Заповнювачем простору між тетраподами служить камінь діаметром 1 – 1,5 м у співвідношенні 25 % камінню $d = 1,0$ м та 75 % розміром $d = 1,5$ м. Ядро банкет-опояски виконується із заповнювача, який складається із рівномірної суміші каменю крупності 0,4 – 0,75 м [4].

Для вирівнювання дна моря передбачено влаштування основи товщиною 0,5 м шару із рваного каменю масою 15 – 100 кг.

Для мисової частини ділянки берега, де можливе проникнення штормових хвиль різної повторюваності, в тому числі хвиль не вітрового походження, упорний пояс кріплення виконується із більш масивних тетраподів марки Т-8,0. На рис.8 відображено влаштування кам'яного накиду і банкет-опояски.

Берегоукріплювальні роботи починаються з улаштування кам'яного накиду і банкет-опояски. Доставка матеріалів для накиду буде здійснюватися морем із залученням барж. За допомогою плаваючого крана виконуються роботи з укладання на дно вирівнюючого шару, потім тетраподів, крупного каміння і заповнювача. Роботи починаються на глибині з виходом накиду на проектну відмітку над рівнем моря і далі до кліфу. Хвилеприбійні ніши, гроти, що знаходяться нижче рівня моря заповнюються камінням розміром 20 – 40 см зі встановленням металевих труб діаметром 80 мм для подачі бетонної суміші при виконанні підводного бетонування. Бетонна суміш під тиском бетононасоса подається спочатку в зону кліфу. При цьому гроти заповнюються повністю. Роздільним бетонуванням готується основа під захисну стінку в зоні знаходження ніш нижче рівня моря.

Після влаштування кам'яного накиду у прибережній зоні по ньому влаштовується дорожнє полотно з дрібного каміння і щебеню для площадкової дороги вздовж всього узбережжя для під'їзду техніки і доставки матеріалів при будівництві стінки для захисту кліфу від руйнування.

На рис.8 представлена конструкція захисної стінки, яка складається з бетонної частини висотою до трьох з половиною метрів і товщиною від 0,8 до 1,0 м та кам'яної кладки з блочного щільного вапняку. У межах бенчу, складеного скальною породою, влаштовується траншея глибиною 20 см під фундамент захисної стінки.

Завдяки, наведеній на рис.8 конструкції захисної стінки, бетонною складовою перекриваються ніши в зоні глинистих прошарків у основі кліфу, що дає можливість захищати частину кліфу від хвиль які в період потужних

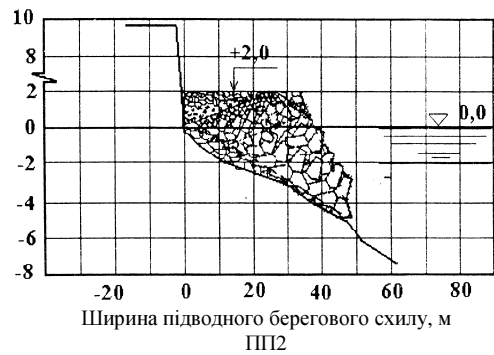


Рис. 2. Берма хвигегасіння із фігурних масивів в поєднанні з кам'яним накидом.

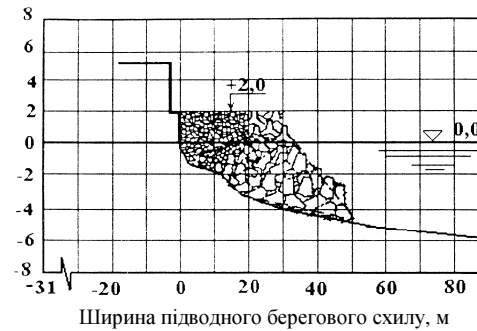


Рис. 3. Берма хвигегасіння із фігурних масивів в поєднанні з кам'яним накидом.



Рис. 4. Штучний щебеневий пляж в поєднанні з кам'яно-накидною бермою і упором із залізобетонних блоків.

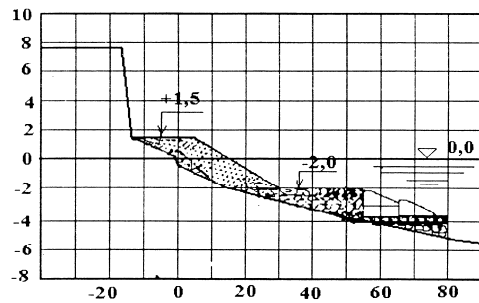


Рис. 5. Банкет-опояска.

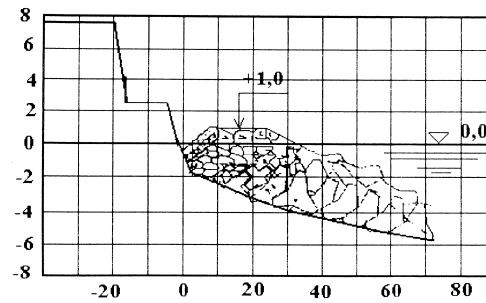


Рис. 6. Кам'яно-накидна берма з упором із фігурних масивів.

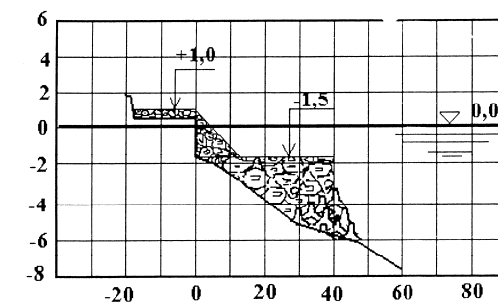
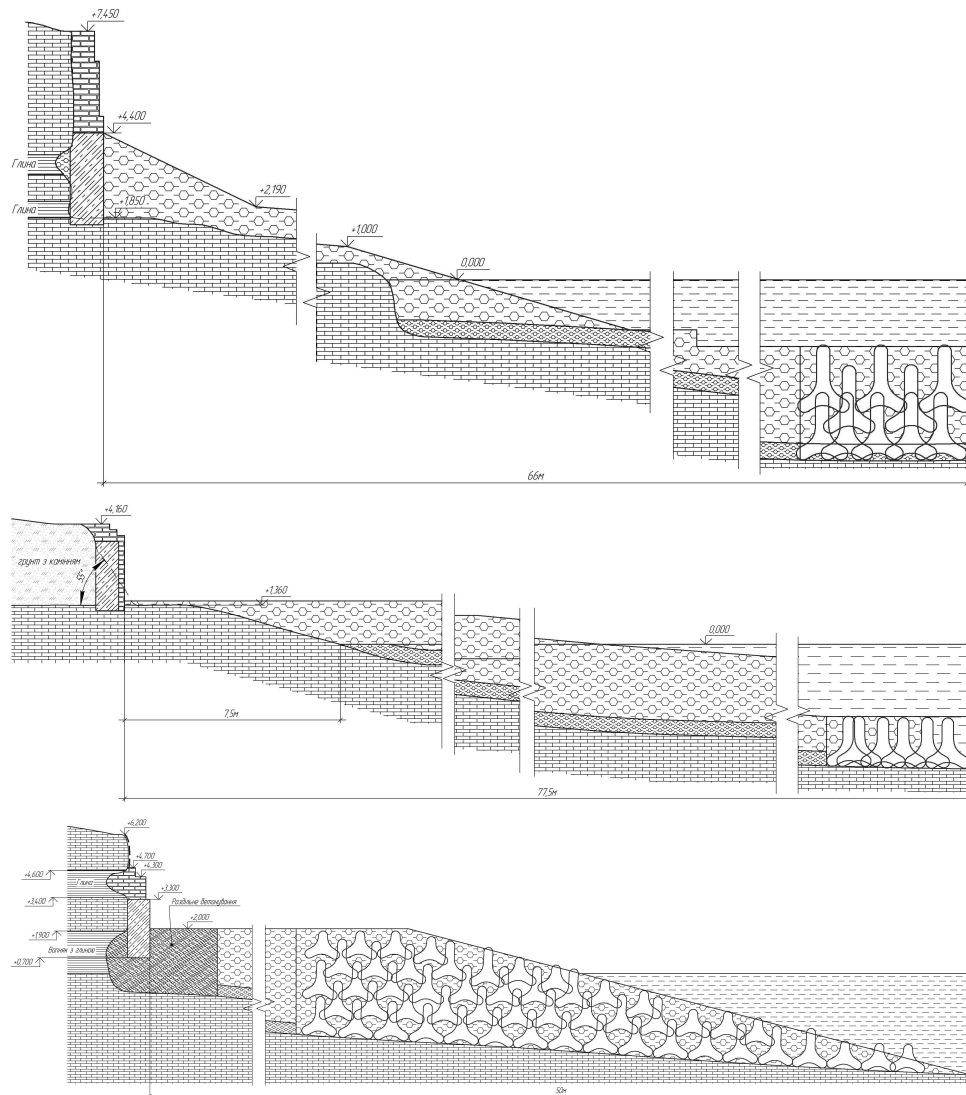


Рис. 7. Ступенева кам'яно-накидна берма з упором із фігурних масивів.



Р и с . 8 . Конструкція захисної стінки.

штормів можуть доходити на висоту до 3 м. Кладкою з вапнякових блоків перекриваються ніши, які розташовані вище. Верхня частина кліфу, яка складається з тріщинуватими вапняками, захищається торкретбетоном товщиною 2,0 см.

Таким чином, завдяки прийнятому технічному рішення берегоукріплення з хвилегасячого кам'яного накиду в сукупності з захисною стінкою забезпечується надійний захист від руйнування водною і вітровою ерозією узбережжя древнього городища Національного заповідника "Херсонес Таврійський".

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Демченко Р.И., Железняк М.И., Кивва С.Л., Коломиец П.С. Трансформация волн на неоднородностях дна и течениях // Прикладная гидромеханика.– 2006.– 8(80), № 3.– С.39-46.

2. Демченко Р.И., Железняк М.И., Кивва С.Л., Коломиец П.С. Численная модель волн, течений и переформирование берегов прибрежной зоны моря // Материалы конф. «Моделирование-2006».– Киев: Институт проблем моделирования в энергетике НАН Украины, 2006.– С.197-203.
3. Кивва С.Л., Железняк М.И. Численное моделирование двумерного открытого потока с подвижными границами: Расчеты стока на водосборе и наката волн цунами на берег // Вычислительные технологии.– 2006.– т.6, ч.2.– С.343-350.
4. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82.– М.: Госстрой СССР, 1983.– 38 с.

Материал поступил в редакцию 15.09.2011 г.

АННОТАЦИЯ. Дано современное состояние береговой зоны древнего городища "Херсонес Таврический", определен характер и последствия ее разрушения, предложено техническое решение относительно берегоукрепления.

ABSTRACT. The modern state of coastal area of ancient settlement "Khersones Tavricheskiy" is given, the character and consequences of its destruction is determined, the technical decision is given by means of coast protection.