

АНАЛІЗ РОБОТИ БЕРЕГОЗАХИСНИХ СПОРУД В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЇХ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ І ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ, ГІДРОМЕТРИЧНИХ І ГІДРОДИНАМІЧНИХ ВПЛИВІВ

*Дмитрієв С.В., к.т.н., доцент
(Одеська державна академія будівництва та архітектури)*

Призначенням гідротехнічних берегозахисних споруд є захист берегів водойм від небезпечних природних явищ (впливу хвиль, льоду, течій), які можуть призводити до важких наслідків для берегової інфраструктури. В даний час накопичений великий досвід експлуатації подібних споруд, в тому числі і негативний. До негативних наслідків можна віднести розмиви берегів, небажане відкладення наносів, що транспортуються водним потоком, порушення водообмінних процесів уздовжберегової лінії, пошкодження і руйнування самих споруд, екологічні проблеми, що пов'язані з техногенним втручанням в середовище проживання багатьох видів флори і фауни тощо.

Таким чином, всебічний аналіз роботи існуючих берегозахисних споруд, заснований на досвіді їх експлуатації та розробка нових, є актуальною проблемою, вирішення якої допоможе зменшити ризики виникнення аварійних ситуацій і можливих екологічних проблем у зоні узбережжя водойм в майбутньому.

Довжина морської берегової лінії в межах м. Одеса становить понад 30км. За своїм функціональним призначенням виділяється кілька зон: рекреаційні та промислові, пов'язані з портовою інфраструктурою. Вибір берегозахисних споруд в тому чи іншому випадку визначається експлуатаційними вимогами. Так, комплекс берегозахисних споруд рекреаційної зони включає до себе піщаний або галечниковий пляж, буни, що встановлені з кроком, в середньому, від 100 до 350м, підводний хвилелом, заглиблений під спокійний рівень води на глибину від 0,2 до 0,6м. Разом з тим, при штормі можливі підвищення рівня води над хвилеломом внаслідок вітрових нагінних явищ і гідродинамічних процесів, що пов'язані з конструкціями і компонуванням берегозахисних споруд. Форма хвилелому відповідає трапеції з однією похилою і другою вертикальною гранню.

Мисові форми, що виступають в море, або облицьовані з/б плитами, або захищені кам'яною начеркою або бетонним боєм. Міцями встановлені хвилевідбійні стінки. Захисні портові моли підносяться над спокійним рівнем моря. Вік більшості конструкцій

перевищує 50 років.

В дослідженні виконано математичне моделювання існуючих типів затоплених хвилеломів при різних параметрах заглиблення під рівень води від 0м до 1м з кроком 0,2м з урахуванням і без урахування вітрових нагінних явищ. На другому етапі розглядалися різні моделі затоплених хвилеломів зі змінними параметрами геометричної форми. До таких параметрів відносилися ширина гребня хвилелому та кут нахилу морської частини хвилелому. Ці параметри були пов'язані між собою критерієм незмінності об'єму залізобетонної вихідної конструкції. Розглядалось 5 різних кутів нахилу морської грані споруди: від вертикальної до закладення укосу 1:5. При цьому ширина гребня змінювалась пропорційно. Для кожної форми хвилелому, також, моделювалися різні рівні заглиблення гребня під воду. В роботі, на основі математичного моделювання, здійснюється пошук оптимальної форми затопленого хвилелому.

Довжина ділянки моделювання була обрана 75м. Моделювання хвилі починалося на відстані 25м від берегозахисної споруди. Висота зони моделювання становила 8м (Рис. 1).

Вихідними даними були глибина в місці розташування хвилелому; розрахункова висота та довжина хвилі до хвилелому, що визначалися вимогами нормативних документів України з урахування місцевих кліматичних та гідрологічних умов.

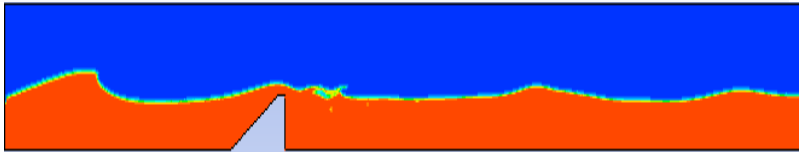


Рис. 1. Домен математичної моделі. Моделювання заглибленого під рівень води варіанту хвилелому

Досліджувалися: висота та довжина погашеної хвилі за хвилеломом при різних варіантах конструкції хвилелому; траєкторії та швидкості руху води в різних точках водної товщі, в різні фази у часі руху розрахункової хвилі до і після хвилелому. Отримані дані визначають транспорт наносів і параметри водообміну всередині акваторії що захищається, та безпосередньо біля споруди що досліджується.

В рамках цієї роботи, також, розглядається оцінка комплексної роботи берегозахисних споруд типу хвилелом – укис, що захищається кам'яною начеркою - хвилевідбійна стінка у верхній частині укосу, що захищається.

Вихідними даними для моделювання служать геометричні розміри берегозахисних споруд, проміри глибин, розрахункові значення параметрів вітрових хвиль і вітрового нагону. Використано дані реального комплексу берегозахисних споруд, що реконструюються.

Розміри моделі 55,4x8,32м (Рис. 2).

У прибійній зоні на схилах і бермах кам'яна начерка моделювалася шорсткістю відповідно до прийнятого проектного розміру каменю.

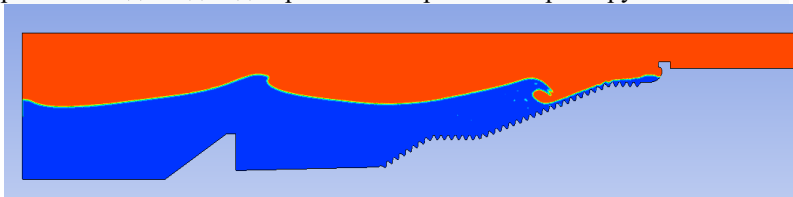


Рис. 2. Домен математичної моделі. Моделювання комплексу берегозахисних споруд

Математичне моделювання виконувалося в програмному комплексі AnsysFluent, що реалізує метод кінцевих обсягів. Для моделювання положення вільної поверхні застосовувався метод VOF (Volume-of-Fluid), в яких, в якості опції маркера, використовується об'ємна частка рідини в осередку розрахункової сітки C : при $C=1$ – елемент заповнено рідиною, при $C=0$ – елемент порожній. Міжфазному кордону відповідає ізоповерхня $C=0,5$. Тривалість моделювання визначалася виходом за межі домену моделі, як мінімум, перших 5 хвиль, що відповідало приблизно 40 секундам від початку експерименту. Після цього вважалося, що початкові умови перестають впливати на результати моделювання. Часовий крок моделі - 0,01 сек. Запис результатів експериментів для подальшого аналізу проводився з інтервалом 0,1сек. Крок сітки кінцевих обсягів для різних експериментів від 0,05 до 0,1м.

На основі аналізу результатів зроблені висновки щодо оптимальних параметрів конструкції заглибленого під рівень води хвилелому в умовах що розглядаються. Відмічені особливості роботи берегозахисних споруд під дією вітрових нагінних явищ, хвильових впливів в залежності від форми та їх взаємного розташування.

Представлена оцінка ефективності прийнятих типів, розмірів і розташування берегозахисних споруд (існуючих і тих, що проектується) з умов гасіння хвильової енергії, неразмивність укосу і недопущення попадання води на територію за хвилевідбійною стінкою.