

## МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ МОРІВ І НА БЕРЕГОЗАХИСНИХ СПОРУДАХ

АНІСІМОВ К.І., ДМИТРІЄВ С.В.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна*

При будівництві, ремонті або реконструкції берегозахисних споруд приймається рішення про оптимізацію параметрів їх складових елементів. Розміри та контури визначаються розрахунком і досвідом проектування подібних споруд. Вихідними даними для прийняття рішення є природні фактори впливу. До таких факторів, якщо мова йде про морські берегозахисні споруди, відносять: довжину, висоту та напрям підходу розрахункової хвилі, напрям і швидкість течії, напрям і силу вітру, можливість появи нагінних явищ та ін. Також, повинні бути прийняті до уваги, геологічні умови і топографічні характеристики надводної і підводної частин берегового схилу.

Основні вимоги до берегозахисних споруд це відповідати їх функціональному призначенню, а саме захищати берег від розмивів і підмивів при дії негативних природних явищ.

Відомі загальноприйняті і регламентовані нормативними документами методики розрахунків дозволяють виконувати ряд таких розрахунків, але в досить в обмежених рамках. Зокрема, оцінка роботи комплексу берегозахисних споруд виявляється практично неможливою враховуючи складні гідродинамічні процеси, що виникають на їх елементах. Наприклад, трансформація хвилі, що відбувається на захищеному береговому схилі с наступним заходом на берму і подальшому відбитті сформованого на бермі водного потоку хвілевідбійною стінкою є складним процесом. При цьому, відбитий потік взаємодіє з наступною хвилею, що набігає через період. Визначення рівня вільної поверхні води на всіх елементах споруди, а також швидкостей руху в придонному шарі води, та повітря над водною поверхнею, при тому що задача є динамічною і постійно розвивається у часі, не може бути адекватно виконано без фізичного і(або) математичного моделювання.

В роботі виконано математичне моделювання подібної комплексної конструкції, розрахункова схема якої представлена на Рис. 1.

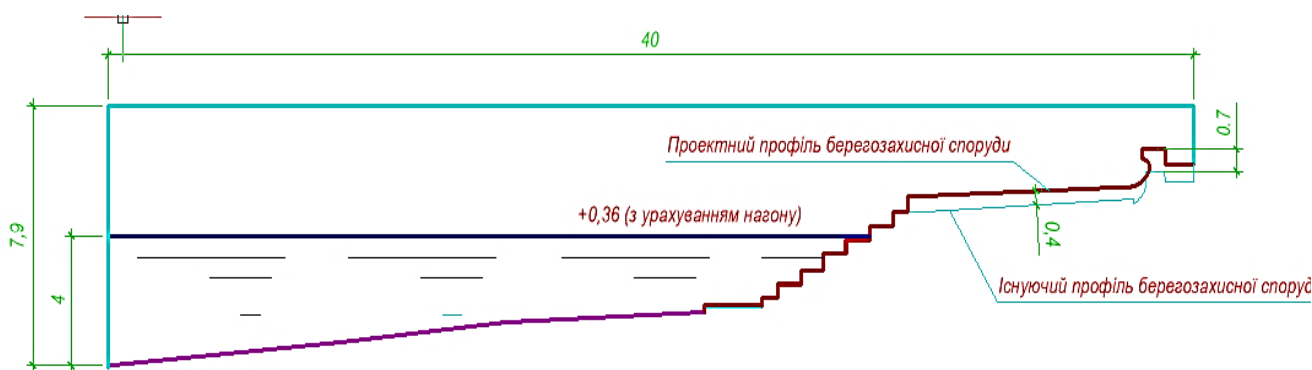


Рис. 1. Розрахункова схема визначення висоти нахату хвилі на берегозахисну споруду і швидкостей руху води

Розміри розрахункового домену моделі 7,9х40 метрів прийняті з урахуванням довжини розрахункової хвилі. Метою розрахунку було отримання положення кордону розділення фаз повітря/вода і швидкостей води та повітря в різні проміжки часу впродовж розрахунку.

Прийняті граничні умови моделі:

1. Вхід на лівій боковій грані розрахункової хвилі з відомими параметрами;
2. Атмосферний тиск на верхній і лівій боковій гранях.
3. Симетричний вплив на фронтальній і задній гранях.
4. Непроникна поверхня на дні та на елементах берегозахисної споруди.

Висота розрахункової хвилі для обраного перерізу на глибині 4м визначена розрахунком і прийнята в якості граничних умов на вході в домен моделі - 2,5м, довжина - 24,61м.

Розрахунок виконується методом скінчених об'ємів. Для визначення та відстеження у часі вільної поверхні води (розділу фаз вода/повітря) використовувався метод VoF (Volume of Fluid).

Тривалість математичного моделювання склала 48 секунд. Такий часовий інтервал визначався необхідністю отримання в домені моделі процесу набігання і відкату розрахункової водної хвилі, що циклічно повторюється без істотних змін в кожному наступному періоді. Для аналізу використовувався один повний період розрахункової хвилі, в якому визначалось положення вільної поверхні з інтервалом 0,1 секунда.

На Рис. 2, 3, 4, для прикладу, представлені відповідно: положення вільної поверхні в проміжок часу 34,2 секунди від початку математичного експерименту; ізополя швидкостей водного потоку і повітря над водною поверхнею та вектори руху водного потоку у той же проміжок часу.

Отримані результати дозволили зробити висновки щодо:

- висоти хвилі безпосередньо на берегозахисній споруді та окремих її елементах в будь-який проміжок часу в межах періоду розрахункової хвилі, та визначити максимальну;
- аналогічно, можливого максимального рівня води на бермі;
- якості роботи хвилевідбійної стінки (чи унеможливилося споруда закидання води на територію, що захищається);
- швидкостей та напрямків руху води на бермі, укосі та в підводній частині берегозахисної споруди;
- можливості закидання водно-повітряної суміші, що виникає над поверхнею води при активному різноспрямованому русі водних мас на поверхні елементів берегозахисної споруди.
- необхідності врахування різноспрямованих придонних швидкостей руху води при визначенні крупності матеріалів складових елементів берегозахисної споруди;
- відмітки верху хвилевідбійної стінки;
- можливості та необхідності зміни профілю берегозахисної споруди.

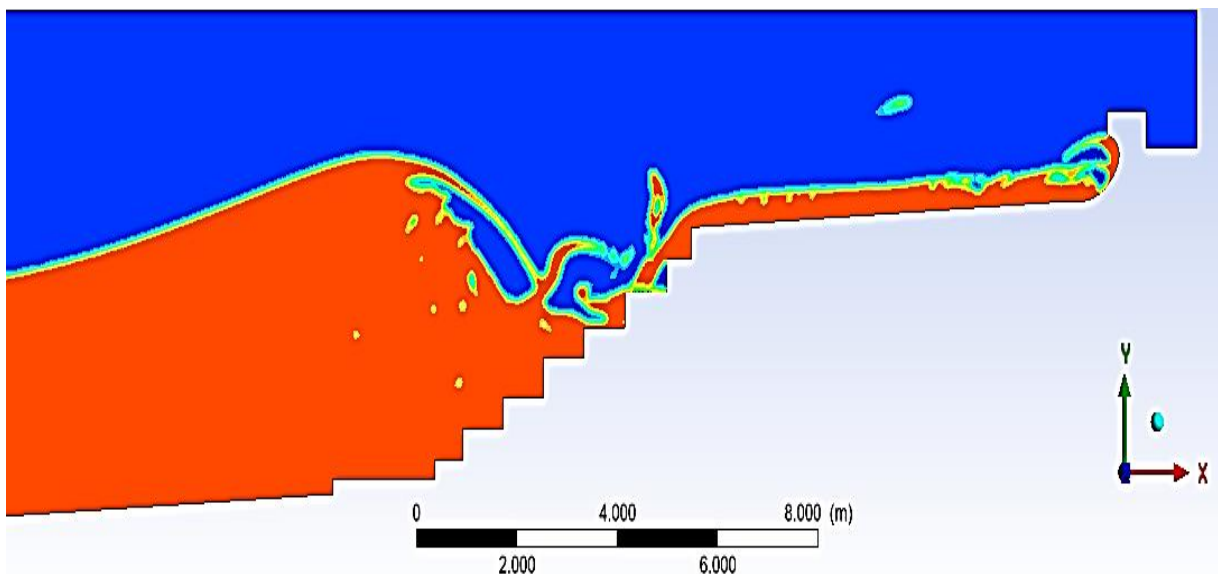


Рис. 2. Положення лінії розділу фаз вода/повітря

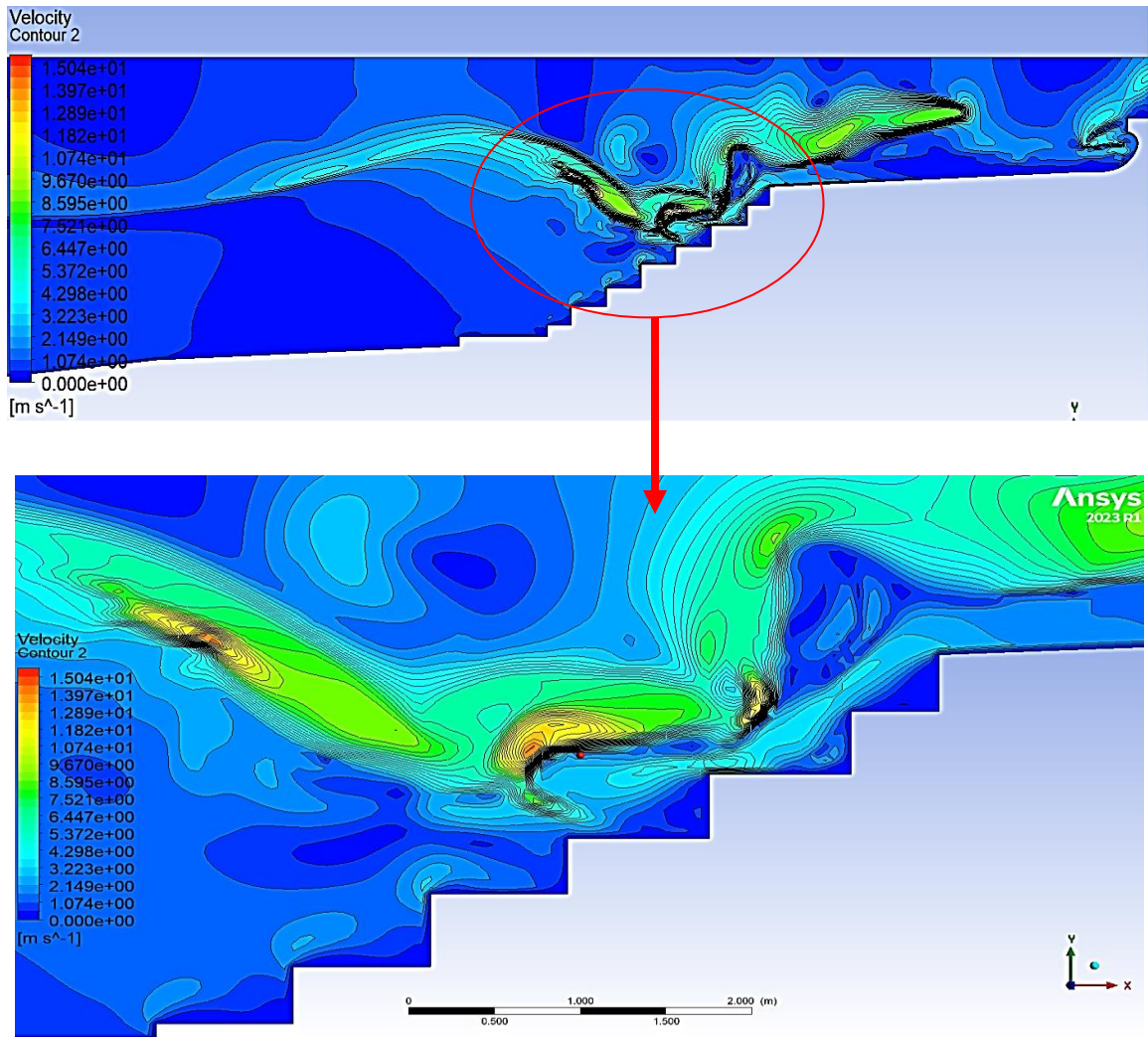


Рис. 3. Ізополя швидкості руху середовища в розрахунковому домені моделі

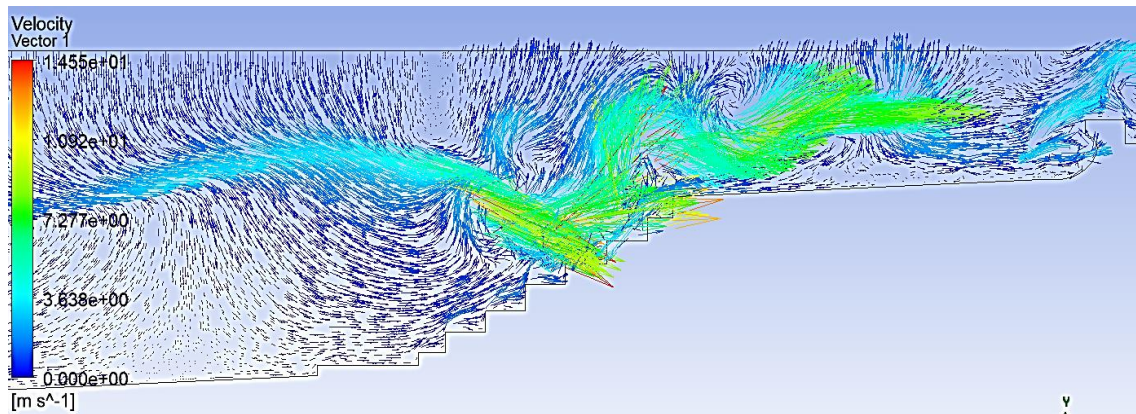


Рис. 4. Вектори руху водних і повітряних мас в розрахунковому домені моделі