

УДК 627.824.2

РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ УКОСІВ ГРЕБЕЛЬ І БЕРЕГОВИХ СХИЛІВ В УМОВАХ ЗМІННИХ РІВНІВ ВОДИ БІЛЯ УКОСУ

Ю. В. Шульц

студент 5 курсу, група ГЕ-51с, навчально-науковий інститут водного господарства та природооблаштування

Науковий керівник – д.т.н., професор О. Є. Щодро

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті наведено методика розрахунку стійкості укосів гребель і берегових схилів в умовах змінних рівнів води біля укосу. Розроблено алгоритм та програму для розрахунку стійкості за методами Нічипоровича О.О. і Терцагі-Крея. Вперше реалізовано довільне подрібнення відсіку обрушення і детально визначено гідродинамічні сили.

Ключові слова: стійкість укосів, метод Нічипоровича і Терцагі-Крея, фільтрація, однорідна гребля.

В статтю приведена методика расчёта устойчивости откосов плотин и береговых склонов в условиях переменных уровней воды у откоса. Разработан алгоритм и программа для расчёта устойчивости по методам Ничипоровича А.А. и Терцаги-Крея. Впервые реализовано произвольное деление отсека обрушения и подробно определены гидродинамические силы.

Ключевые слова: устойчивость откосов, методы Ничипоровича и Терцаги-Крея, фильтрация, однородная плотина.

The method of slopes stability calculation under the conditions of water levels variation near the slope is given in the article. The algorithm and program for calculation according to Nychiporovych and Terzaghi-Krey methods are given. The arbitrary sampling and detailed hydrodynamical forces determining were done at first.

Keywords: slopes stability, Nychiporovycha and Tertsagi-Krey methods, filtration, homogeneous dam.

Розрахунок стійкості укосів з врахуванням нестационарності рівнів води перед укосом має досить важливе значення, що пов'язане з тим, що існує багато випадків руйнування укосів при різкій зміні рівнів води, зниженні або підвищенні. Вперше розраховувалася стійкість укосів з довільним подрібненням відсіку і визначались гідродинамічні сили по секціях. Розроблено алгоритм для прийнятих розрахунків та модифіковано існуючу раніше прикладну програму. При цьому виявлено можливість оперативно враховувати всі основні діючі значення. Шляхом введення в програму можна підбирати раціональні значення параметрів самої греблі чи дамби, ґрунту, який її складає.

В основі розрахунків лежать гідродинамічні рішення, які отримані А. Я. Бомбою і В. І. Гаврилюком. Їхні результати взяті за основу. Далі розраховувалася стійкість укосів відомим методом кругло-циліндричних поверхонь і застосуванням наступних його варіантів:

- методом Терцагі-Крея, яким враховано гідродинамічні сили, в залежності від п'єзометричного нахилу і площі відсіку, зайнятого фільтраційним потоком. На відміну від традиційного методу, нами застосовано чисельне інтегрування гідродинамічних сил вздовж

області. Формула Терцагі-Крея для коефіцієнта стійкості укосу (K) при кругло-циліндричній формі поверхні зсуву ґрунту має вигляд [1]:

$$K = \frac{\sum M_{ум}}{\sum M_{зdv}} = \frac{b\rho_{вол}g \sum_{i=1}^n h_{np_i} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum_{i=1}^n c_i \kappa_i}{b\rho_{вол}g \sum_{i=1}^n h_{np_i} \sin \alpha_i + \sum_{j=1}^k F_j I_j \frac{r_j}{R}} \quad (1)$$

- методом О. О. Нічипоровича [1], який запропонував виконувати врахування гідродинамічних сил як зовнішніх, які діють на контур всього відсіку звалу. Відповідна формула для K має вигляд:

$$K = \frac{\sum M_{ум}}{\sum M_{зdv}} = \frac{b\rho_{вол}g \sum_{i=1}^n (h_{np_i} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i) - \frac{b}{\cos \alpha_i} (P_i L_i) + \sum c L_i + w_2 \frac{r_2}{R}}{b\rho_{вол}g \sum_{i=1}^n (h_{np_i} \sin \alpha_i) + w_1 \frac{r_1}{R}} \quad (2)$$

В лабораторії гідротехнічних споруд був проведений експеримент шляхом утворення греблі з однорідного дрібного піску з середнім діаметром біля 0,5 мм. Пісок має невелике зчеплення, гребля возводилася на неоднорідній основі (зі змінними модулями пружності по її довжині). Укоси греблі були однаковими і дорівнювали 1: 1,5 (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. а) Вигляд греблі з тріщиною на низовому укосі після заповнення верхнього б'єфу протягом 10 хвилин;
б) верхній укіс тієї ж греблі з наслідками опливання і суфозії

На переломі профілю з низової сторони виникла тріщина при швидкому наповненні верхнього б'єфу. Це можна пояснити роботою тіла греблі як балки на пружній основі. Фільтрація в зоні тріщини при цьому помітно збільшилась. Цей фактор вимагає подальших досліджень.

Проведені розрахунки свідчать про те, що для укосів кращий метод Нічипоровича О.О. Проведення серії дослідів дають змогу відразу оцінити стійкість укосів для випадку однорідної основи греблі. Питання виникнення тріщин в тілі греблі потребують подальшого вивчення.

Список використаних джерел:

1. Нічипорович А. А. Плотины из местных материалов / А. А. Нічипорович. – М. : 1973. – 320 с.