



Рис. 1. Елемент карти еродованості (з ізолініями).

1. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. - М.: Колос, 1970.-240 с. 2. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., Зорина Е.Ф. Физические основы эрозии почв. - М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1992.-95 с. 3. Эрозия почвы / Под редакцией М. Дж. Киркби / Перевод с английского и предисловие М.Ф.Пушкарева. - М.: Колос, 1984.-415с.

УДК 539.3

П.П. Вагін, Г.Й. Лучко, В.Я. Федорович

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЕРОЗІЇ ВОДНОГО КАНАЛУ

Зі всього комплексу осадових порід найбільш поширені глинисті породи у природі. Вони складають близько 80% всієї осадової товщі земної поверхні і трапляються в покладах різного

© Вагін П.П., Лучко Г.Й., Федорович В.Я., 1998

віку. Глинисті породи найчастіше зустрічаються при побудові різних споруд (особливо каналів). Аналіз спостережень за каналами а також, літературні дані вказують на те, що найсуттєвіші фактори, що зумовлюють ерозію, – це характеристика потоку, склад, властивості та ступінь вологості ґрунту, що утворює дно каналу, форма каналу в перерізі та багато інших факторів. Г.П. Ляель та В.В. Докучаєв довели, що рельєф долини та русла є головним чином результатом діяльності самого водного потоку. Цей висновок отримав повне визнання в геології та гідрології.

Для розрахунку ерозії каналу попередньо необхідно мати дані про допустиму (нерозмиваючу) придонну швидкість та знати ґрунтові характеристики і глибину каналу. Ґрунти замінюються ідеалізованими, що характеризуються однорідністю або суцільністю. В процесі розмиву усереднені характеристики як ґрунту так і потоку, а також шорсткість не змінюються ні в просторі, ні в часі. Передбачається лінійна пружність частинок, що відриваються в процесі розмиву і єдиним джерелом відривних сил вважається пульсаційна дія швидкості потоку. Розмиваючий потік – рівномірний, стаціонарний. Відрив частинок відбувається внаслідок послаблення зв'язків виступу з масивами ґрунту. Хімічна дія на ґрунт ігнорується. Опір виступу, як і силова дія потоку, усереднюється по поверхні ґрунту. Відрив відбувається частинками, зв'язаними між собою силами зчеплення. Як характерний розмір прийнято середній діаметр шару, рівнооб'ємного частинкам, що відриваються. Відірвану частинку миттєво відносить потік. Час, необхідний для відриву частинки, залежить від параметрів потоку та властивостей ґрунту.

З рівняння, що описує граничний стан частинки, одержимо наступні залежності для розрахунку розмиваючих середніх, допустимих придонних і середніх швидкостей:

$$v_{\Delta p} = 1.25 \sqrt{\frac{2m}{1.3\rho_0 n} [(\rho_{ch} - \rho_0)gd + 1.25C_y^H]} \quad (1)$$

$$v_{\Delta H, dop} = 1.25 \sqrt{\frac{2m}{2.6\rho_0 n} [(\rho_{ch} - \rho_0)gd + 1.25C_y^H K]} \quad (2)$$

$$v_{H, dop} = \left(\lg \frac{8.8H}{d} \right) \sqrt{\frac{2m}{2.6\rho_0 n} [(\rho_{ch} - \rho_0)gd + 1.25C_y^H K]} \quad (3)$$

Якщо швидкості водного потоку русла перевищують допустимі (нерозмиваючі) придонні швидкості для даного ґрунту, то відбувається підмив схилів, які внаслідок втрати стійкості

обвалюються. Опір розмиву поваленого ґрунту порушеної структури значно менший опору розмиву того ж ґрунту в непорушеному стані. Тому повалений ґрунт відноситься потоком з підвищеною інтенсивністю. Враховуючи це, одержуємо (за даними Мирцхулаві Ц. Е.):

$$h_{\Delta} = 0.0000064 \omega d \left(\frac{v_{\Delta x}^2}{v_{\Delta H.dop}^2} - 1 \right) t; \quad (4)$$

$$B = \frac{4 - K_0^2}{4K_0} \pi h_{\Delta}; \quad (5);$$

$$v_{\Delta x} = \frac{1.25v}{\left(\lg \frac{8.8H}{d} \right)}. \quad (6);$$

де h_{Δ} - глибина розмиву за інтервал часу t ; $v_{\Delta x}$ - придонна швидкість на початку розмиву; $v_{\Delta H.dop}$ - допустима (нерозмиваюча) придонна швидкість; B - ширина саморозмиваючого каналу; K_0 - коефіцієнт, що залежить від C_y^H та K .

При участі в загальному розмиві берегів кожній глибині розмиву русла відповідає відповідний опис поперечного перерізу в цей проміжок часу. Вважаємо, що розмив русла відбувається до тих пір, поки поперечний переріз і повздовжній профіль не набудуть стійкого положення. Для визначення такого положення прийнято розраховувати стійкий повздовжний профіль каналу. Він визначається з наступної залежності нахилу водотоку:

$$Y = - \frac{v_{\Delta x}^{2.86} q^{0.86}}{22.2^{2.86} n_0^{0.86}} X + Const \quad (7);$$

яка одержується із врахуванням того, що придонна швидкість потоку $v_{\Delta x}$ в граничному стані стійкості русла приблизно дорівнює допустимій $v_{\Delta dop}$ (нерозмиваючій) придонній швидкості течії ($v_{\Delta x} = 1.15 v_{\Delta dop}$).

Слід зауважити, що формули (4)-(7) виведені для тих самих умов і припущень, які були використані при виведенні формул

допустимої швидкості (1)-(3). Вони дають можливість обрахувати з достатньою точністю результуючу глибину каналу і його ширину після деякого періоду дії водного потоку, а також обчислити стійкий повздовжній профіль каналу. Ці формули не вимагають знання великої кількості значень нових параметрів, окрім тих, що необхідні для розрахунку допустимої придонної швидкості. Саме це робить їх дуже зручними для використання, оскільки збір значень усіх параметрів у теперішніх умовах є досить складною задачею.

Для програмної реалізації даної моделі ерозії водного каналу розроблено програми на мовах C++ та Avenue, які дають можливість швидко, зручно та наглядно дослідити ерозію каналів при різних характеристиках ґрунту та течії. В GIS ArcView можна побачити результати досліджень у вигляді карт. Завдяки цьому можна прогнозувати ерозію каналів з достатньою точністю, щоб передбачити розвиток ерозії та виробити міри для її запобігання.

1. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел.- Л.:Гидрометеиздат, 1988. 298 с. 2. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. - М.: Колос, 1970. - 240 с. 3. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. - М.: Изд-во АН СССР, 1955, -280 с. 4. Environmental Systems Research Institute, Inc. Getting to Know ArcView. – 1996. 500 p.

УДК 539.3

П.П. Вагін, О.Й. Піскозуб

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ НА ПОВЕРХНЕВО-СХИЛОВУ ЕРОЗІЮ ҐРУНТУ

На даний момент розроблено досить багато моделей розрахунку водної ерозії, і зокрема поверхневого змиву ґрунтів під впливом дощів. Кількісно ці матеріали оброблялись мало через складність обчислень та протиріччя вихідних даних.

Нехай маємо земельну ділянку, рельєф якої заданий у вигляді ізоліній (ліній рівня). Розглянемо задачу еродованості цієї ділянки, тобто обчислення можливої кількості змитого ґрунту для певного проміжку часу, інтенсивності дощу та механічних характеристик ґрунту.