

УДК 556.537:532

ПОБУДОВА ТРАЄКТОРІЙ ДОННИХ ТЕЧІЙ НА КРУГОВОМУ ПОВОРОТІ РУСЛА

Д. І. Крутій, Ю. В. Шевчук

студенти 4 курсу, група ГЕ-42, інститут ВГП

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

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

Розроблено алгоритм і програму для розрахунків руху донних наносів, які переносяться на повороті русла. Досліджено властивості створеного алгоритму. Враховано трьохвимірний характер потоку та поведінку сальтуючих часток, на які впливають складові вторинної течії.

Ключові слова: алгоритм, програма, русло, сальтація.

Разработаны алгоритм и программа для расчетов движения донных наносов, переносимых потоком на повороте русла. Исследованы свойства созданного алгоритма. Учен трехмерный характер потока и поведение сальтирующих частиц, на которые влияют вторичные течения.

Ключевые слова: алгоритм, программа, русло, сальтация.

An algorithm and a program for calculating of sediment particles motion at the river bend are created. The properties of the created algorithm are researched. Three-dimensional character of flow and saltating particles behavior are taken into account.

Keywords: algorithm, program, channel, saltation.

Метою даної роботи було є оцінка траєкторій донних наносів, які транспортуються потоком у криволінійних потоках. **Основна задача** роботи – це створення алгоритму інтегрування траєкторій донних часток з врахуванням сальтаційного підйому часток і впливу на них поперечних швидкостей потоку, зобумовлених вториною циркуляційною течією. **Задачами** дослідження також є визначення придонних поперечних компонент швидкості циркуляційного потоку, а також знаходження величини відхилення траєкторій часток наносів від траєкторій рідких часток у придонній області.

Робота є актуальною, так як існують задачі побудови траєкторій донних наносних часток при проектуванні водозабірних споруд, у яких криволінійні канали застосовуються для концентрації і організованого відвedenня донних часток з потоку, а також при проектуванні спеціальних наносоуловлюючих споруд на каналах. В теорії руслового процесу також існує багато задач, пов'язаних з прогнозуванням руху донних наносів на криволінійних ділянках русла та їх деформації.

Постановка задачі та результати. Відомий теоретичний розвязок задачі про поперечні швидкості циркуляційного потоку на повороті русла було отримано в роботі І. Л. Розовського [1]. Зокрема ним було дано диференціальне рівняння для визначення кутів відхилення донних струмин від динамічної осі потоку (позначення дано у роботі [1]).

$$-dr = \operatorname{tg} \varphi \cdot r \cdot d\theta = -11 \frac{h}{r} r \cdot d\theta = -11h \cdot d\theta \quad (1)$$

Чисельне інтегрування цього рівняння при граничній умові $r = r_1$ при $\theta = \theta_0$ проведено методом Л. Ейлера першого порядку апроксимації.

СТУДЕНТСЬКИЙ ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Вхідні дані вводилися за схемою рис.1.а, а саме інтегрування представлено на рис .1.б відповідний графічний малюнок зображенено на рис. 2 це дає можливість будувати траєкторії рідких часток, які рухаються у придонній області для довільної конфігурації каналу або русла у плані і у поперечному перерізі.

R0=	80	м	Тета град	Тета рад	r
Тета0=	0,3927	рад	0	0	80
h=	2,2	м	2,25	0,03927	79,0497
Del-Teta	0,03927	рад	4,5	0,07854	78,0993
			6,75	0,11781	77,149

а

б

Рис. 1. Вихідні дані та початкова частина таблиці інтегрування рівняння (1)

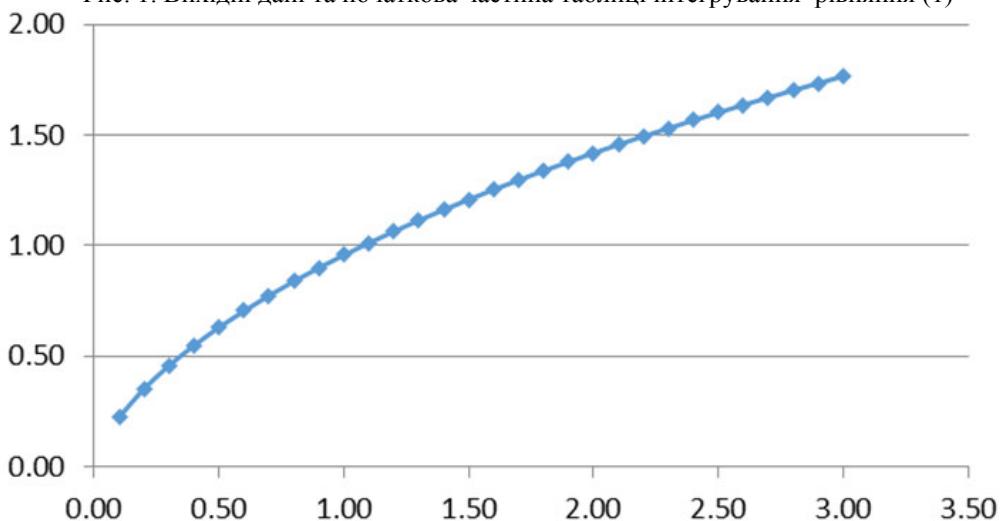


Рис. 2. Залежність радіальної координати в м від кутової координати рідкої частки, яка рухається біля дна

Поведінка інертних наносних часток описується математичною моделлю, яка описана в роботах [2,3] при цьому інтегрується система трьох автономних диференціальних рівнянь руху твердих матеріальних часток у рідкому середовищі. Враховуються сили гідродинамічного опору частки, які вважаються прямо пропорційними квадрату різниці між швидкостями частки і рідини у цій точці, де зараз знаходитьться частка. Це обґрунттовується тим, що донні частки мають розмір, більший від 1-2 мм. які обтікаються у квадратичному режимі. Враховуються також випадкові сили, які зобумовлені дією вихрових структур на частку, а також інших часток, які зтикались з даною. Для особливо крупних часток (більше 5 мм.) можуть бути також враховані сили Магнуса та Саффмена, пов'язані з обертанням частки та градієнтом придонних швидкостей.

Таким чином, розроблені алгоритм і програма дозволяють просто і швидко побудувати траєкторії як важких інертних так і легких часток, які переносяться турбулентним потоком.

1. Розовский И. Л. Движение воды на повороте открытого потока. - Киев : Изд-во АН УССР, 1957. 188 с.
2. Замбахидзе Г. Н. Движение реальной жидкости и твердых тел на криволинейных участках рек. Тбилиси : Сабчота Сакартвело, 1967. 286 с.
3. Щодро О. Є. Дослідження звалильних течій та місцевих розмивів на криволінійних ділянках передгірських річок / О. Є. Щодро, О. С. Славінська, В. М. Шитов // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К. : НТУ, – Вип. 67. – 2003. – С. 173–180.