

РАСЧЁТ ОТКОСОВ ГРУНТОВОГО КАНАЛА СЛОЖЕННЫХ ИЗ НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТОВ

Гайимназаров Исраил Холиқович

доктор философии технических наук, доцент

e-mail: gayimnazarov@bk.ru

Каршинский инженерно-экономический институт,

г. Карши, Узбекистан.

***Аннотация.** Решение задач, связанных с проектированием и эксплуатацией множества наземных каналов, в настоящее время для расчета размеров устойчивых каналов используются два основных подхода: анализ морфометрии каналов на основе теории мод и анализ деформируемых берегов и каналов физического подхода на основе исследование физических процессов, происходящих в каналах с дном.*

***Ключевые слова:** морфометрия русел, деформация, берег, русло реки, физические процессы, допустимая скорость, расход, касательное напряжение, устойчивость, допустимое напряжение, плотность, окатанность, эрозия, статика, река.*

CALCULATION OF GROUND CHANNEL SLOPES COMPLETED FROM COLLECTIVE SOILS

G'aimnazarov Israil Kholikovich

Doctor of Philosophy of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: gayimnazarov@bk.ru

Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

***Abstract.** Solving the problems associated with the design and operation of many ground-bed channels Two main approaches are currently used to calculate the dimensions of stable channels: analysis of channel morphometry based on mode theory and deformable banks and channels analysis of the physical approach based on the study of physical processes occurring in channels with a bottom.*

***Keywords:** morphometry of channels, deformation, coast, river bed, physical processes, allowable speed, discharge, tangential stress, stable, allowable stress, density, roundness, erosion, static, river.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при расчёте размеров устойчивых каналов используются два основных подхода: анализ морфометрии каналов на базе теории режима и физический подход, основанный на исследовании физических процессов, протекающих в каналах с деформируемыми берегами и дном.

ОБСУЖДЕНИЕ

Физический подход включает три основных метода расчёта каналов: метод предельной влекущей силы, разработанный в США в начале 1950-х годов, метод допустимых скоростей и метод определения морфометрии устойчивых каналов на базе теории гидродинамической устойчивости. Последний метод получил своё развитие в конце 1960-х и в начале 1970-х годов, однако, несмотря на малый срок своего существования, он в ряде случаев позволил правильно описать сложные физические процессы, протекающие в каналах с подвижным ложем.

Метод допустимой влекущей силы (допустимых напряжений) основывается на следующих соображениях. Физические свойства материала, из которого сложены берега канала (угол внутреннего трения, плотность, окатанность, средний диаметр грунта и т.д.), определяют их сопротивление размыву. Механизм воздействия потока на канал связывается с тангенциальными напряжениями на поверхности берегов, а расчёт каналов по методу предельной влекущей силы основывается на определении допустимого сдвигового напряжения, которое выдерживают берега канала [1]. Сопротивление берегов эрозии является при этом одним из предельных факторов, влияющих на эксплуатационные условия канала-достаточно малое сечение для заданного расхода будет создавать большие скорости, способные разрушать в свою очередь берега канала.

Как мы уже рассказали, что существующие на современном этапе методы прогноза динамически устойчивых поперечных профилей каналов в зависимости от используемых в них подходов можно условно разбить на две большие группы. Первая из них представлена используемыми физический подход разработками, в основе которых лежит предположение, что поток в канале, транспортирующий заданное количество воды и наносов, формирует вполне определённые ширину, глубину и продольный уклон своего русла. В большинстве случаев данный подход выводит за рамки использования различных эмпирических морфометрических зависимостей и предполагает на современном этапе широкое включение различных гидродинамических моделей, использующих в своей основе численные методы расчёта.

Другая группа методов основана на анализе тангенциальных напряжений, возникающих на дне деформируемых каналов под действием руслового потока. Первоначально этот подход использовался исключительно для условий статической устойчивости каналов, т.е. при наличии скоростей течений, не превышающих неразрывающие значения. Однако, как показали отдельные исследования [1,2], этот метод при определенных допущениях может правильно описывать геометрию дна земляных каналов при наличии в них транспорта русловых наносов.

Это обстоятельство расширяет границы использования данного подхода, и даёт возможность более широко его использовать при проектировании динамически устойчивых земляных каналов.

Задача о форме русла предельного равновесия нашла решение в методе Форхгеймера-Лейна [4], использующего в своей основе следующие допущения: предполагается, что с приближением к урезу скорость течения уменьшается до нуля и действие воды, сдвигающее частицу, принято пропорциональным местной влекущей силе $\gamma h I$, где h – локальная глубина, I – продольный уклон потока. В этом случае условие предельного равновесия частиц на откосе приводит к уравнению

$$\frac{h}{H_m} = \sqrt{1 - \frac{(dh/dy)^2}{\text{tg}^2 \varphi_0}}, \quad (1)$$

интеграл которого представляет косинусоиду

$$h = H_m \cos\left(\frac{\text{tg} \varphi_0}{n_m} y\right) \quad (2)$$

где H_m – максимальная глубина потока;

y – поперечная координата;

φ_0 – угол внутреннего трения донного грунта.

Сопоставление выполненных по (2) поперечных профилей русел рек и каналов, с измеренными значениями показало [1], что в большинстве случаев для русловых потоков не свойственна косинусоидальная форма русла. Это расхождение объясняется, прежде всего, тем фактором, что при выводе (2) не учитывается реальное распределение скоростей течения по поперечному

сечению. Попытка учёта этого распределения предпринята в [1,2]. В результате проведенного анализа С.Х. Абальянцем получено уравнение в виде:

$$\left(\frac{h}{H_m}\right)^{2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{(dh/dy)^2}{tg^2 \varphi_0}}, \quad (3)$$

где α – показатель степени в степенной формуле изменения скорости от максимума к стенке. Автором приводится в табличном виде решение (3) при $\alpha=0,25$, соответствующего наиболее реальному распределению скоростей течений при грядовом строении дна.

В результате анализа фактических профилей русел в режиме статической и динамической устойчивости С.Х. Абальянцем высказано предположение о возможности использования зависимости (3) для прогноза поперечных сечений русел, транспортирующих наносы. Для этого в (3) выводится вместо угла естественного откоса (φ_0) его уменьшенное значение:

$$\varphi_g = \frac{\varphi_0}{1,65}, \quad (4)$$

где φ_g и φ_0 – углы внутреннего трения грунта при динамической и статической устойчивостях.

Оценка достоверности зависимости (4), проведённая по данным лабораторных отчётов [3] и при сопоставлении с результатами натурных исследований показала, что предложенная С.Х. Абальянцем формула (4) справедлива лишь для ограниченного числа фактических измерений и даёт в большинстве случаев значительные расхождения. Поэтому в дальнейшем, используя зависимость (3) и предложение о том что средняя и максимальная глубины канала нам известны, можно провести следующие математические вклады. Из (3) в результате интегрирования при $\alpha=0,25$ и использования граничного условия $h=0$ при $y=0$ имеем:

$$\frac{h}{H_m} = 1 - \left(1 - \frac{tg \varphi_g}{2H_m} y\right)^2 \quad (5)$$

Из (5) получаем

$$h_{cp} = \frac{2h_m}{B} \int_0^{B/2} \left[1 - \left(1 - \frac{tg\varphi_g}{2h_m} \right)^2 \right] dy = \frac{tg\varphi_g}{4} B \left(1 - \frac{tg\varphi_g B}{12h_m} \right) \quad (6)$$

Одновременно из (5) следует:

$$H_m = \frac{Btg\varphi_g}{4} \quad (7)$$

Подставляя (7) в (5) получаем: поперечный профиль дна динамически устойчивого канала, пропускавшего заданное количество воды и наносов:

$$\frac{h}{H_m} = 1 - \left(1 - \frac{3h_{cp}}{B} \frac{y}{H_m} \right)^2, \quad (8)$$

где h_{cp} и B определяются по изложенным ранее методикам, а выражение для расчёта максимальной глубины канала можно представить в виде:

$$H_m = 1,5h_{cp} \quad (9)$$

Расчёт заложений откосов трапецидального канала при известных значениях ширины и максимальной глубины рекомендуется проводить по формуле:

$$m = \frac{B}{H_m} \left(1 - \frac{h_{cp}}{H_m} \right) = 0,3 \frac{B}{H_m} \quad (10)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проверка зависимости (8) для лабораторных и натуральных условий показала достаточно хорошее ее соответствие фактическим данным [3] и дает возможность рекомендовать полученные связи для расчета устойчивости земляных каналов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Абальянц С.Х. Устойчивые и переходные режимы в искусственных руслах. - Л.: Гидрометеоздат, 1981. - 239 с.
- [2]. Абальянц С.Х. Форма русла предельного равновесия. – Сб. научн. трудов Среднеаз. НИИ ирригации, 1981, № 162, с.12-21.
- [3]. Михинов А.Е. Эшев С.С. Экспериментальное исследование формирования устойчивого поперечного профиля больших земляных каналов в нестационарных гидравлических условиях. М., 1987, Рукопись деп. В ВИНТИ, № 7080 В87. - 39 с.
- [4]. Чоу В.Т. Гидравлика открытых каналов. (перев. с англ. Под ред. А.И.Богомолова). – М., Госстройиздат, 1969. – 464 с.
- [5] G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich., “Kanallarning nostatsionar oqim sharoitlarida oqiziqalar sarfini hisoblash usullarini takomillashtirish”. Dissertatsiya 2022 y.
- [6] Eshev, S., Rakhimov, A., Gayimnazarov, I., Isakov, A., Shodiev, B., & Bobomurodov, F. (2021). Dynamically stable sections of large soil canals taking into account wind waves. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1030, No. 1, p. 012134). IOP Publishing.
- [7] Eshev, S., Gaimnazarov, I., Latipov, S., Mamatov, N., Sobirov, F., & Rayimova, I. (2021). The beginning of the movement of bottom sediments in an unsteady flow. In E3S Web of Conferences (Vol. 263, p. 02042). EDP Sciences.
- [8] Эшев С. С., Рахимов А. Р., Гайимназаров И. Х. Влиянии волновых потоков на деформаций русел каналов: Монография //Т.: Издательство «Voriz nashriyot. – 2021
- [9] Eshev S. S., G‘ayimnazarov I., Sh L. The Calculation of the Parameter of Friction in Border Layer Not Fixed Flow //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2019. – Т. 6. – №. 1. – С. 7796-7800.
- [10] Samatovich, Eshev Sobir, Gaiimnazarov Isroil Kholikovich, and Latipov Shahboz Alisher Ogli. "On the calculation of the non-scouring velocities of a stationary water flow in channels lying in different soils." European science review 1.1-2 (2019): 145-147.
- [11] Эшев С. С., Хазратов А. Н., Гайимназаров И. Х. Экспериментальное исследование транспорта донных наносов в каналах в условиях нестационарности потока насыщенными наносами //Приволжский научный вестник. – 2014. – №. 6 (34). – С. 149-152.