

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ПО ГЛУБИНЕ ПОТОКА В ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ

Аннотация

В статье рассматривается формирования поля скоростей в оросительных каналах. Дается анализ предложенной зависимости на основе натурных данных.

Ключевые слово: поток, глубина, турбулентность, скорость, канал.

Keywords: the flow, depth, turbulence, velocity, channel.

Поиск закономерностей формирования поля скоростей в открытых водных потоках остается одним из важных задач при оценке кинематической структуры потока. Более правильное построение профилей скоростей требует использование различных гипотез и подходов. Поиск новых направлений в этом аспекте остается перспективным в определении распределения осредненной скорости по глубине потока, что является основой для оценки сопротивления движению потока в русле.

В процессе исследования движения жидкости было предложено множество формул эмпирического или полуэмпирического характера для расчета распределения скорости по сечению потока и в исследовании этого явления достигнуты определенные успехи [1; 2; 3; 4 и др.].

Существующие формулы, определяющие распределение скорости по глубине потока, можно отнести к одному из следующих типов: параболическому, логарифмическому, показательному (степенному) и эллиптическому.

В наиболее упрощенном виде эти формулы выражаются в виде:

$$u = u_{\max} - \frac{m}{C} u_c (1 - \eta)^2 \quad \text{-параболический;} \quad (1)$$

$$u = u_{\max} + \frac{V_z}{\kappa} \ln \eta \quad \text{-логарифмической;} \quad (2)$$

$$u = u_{\max} * \eta^x \quad \text{-степенной;} \quad (3)$$

$$u = u_{\max} \sqrt{1 - p\eta^2} \quad \text{-эллиптической;} \quad (4)$$

$u_{\max}$ - поверхностная скорость; u - местная скорость;

u_c - средняя скорость по вертикали; V_z - динамическая скорость;

C - коэффициент Шези; η - относительная глубина,

m, κ, x, P - соответственно, параметры параболического, логарифмического, степенного и эллиптического профилей скоростей. Эти параметры, в основном, определяются на основе экспериментов и меняются в больших диапазонах. Каждая из этих зависимостей получены на основе различных гипотез и подходов описания структуры потока.

Подробный анализ теоретических предпосылок формул распределения скоростей рассматривается в работах [1; 2; 4; 7 и др.].

Анализ работ, посвященных разработке поля скоростей показывает, что очень важным моментом при описании формирования распределения скоростей по глубине потока является учет турбулентности потока и взаимодействия потока и ложа русла.

В условиях ламинарного течения, где сопротивления движения обуславливаются только силами молекулярной вязкости, задача распределения скоростей для любой формы линий распределения легко решается теоретически исходя из равенства между сдвигающей силой и удерживающим касательным усилием, пропорциональным вязкости и градиенту скорости сдвига по нормали к поверхности сдвига. Для потоков с турбулентным режимом течения, где основное сопротивление движению создается перемешиванием водных масс с равными скоростями, строгого

теоретического решения еще нет. Поэтому задача распределения скоростей для турбулентных потоков решается на основе полуэмпирических теорий или непосредственной обработкой экспериментальных данных. В данной работе нами рассматривается формирование поля скоростей, развивая работы [3; 4 и др.]. Тогда турбулентные касательные напряжения запишем в виде:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} - L \int u dy \quad (5)$$

На основе данного подхода составлены системы дифференциальных уравнений движения вязкого турбулентного потока [1; 2; 4; 7 и др.].

В случае одномерного установившегося и равномерного движения жидкости, уравнение движения в оросительных каналах приводится к виду:

$$\mu \frac{d^2 u}{dy^2} - LU = \rho g i \quad (6)$$

где: ρ -плотность жидкости, i -уклон, L -параметр турбулентности.

Решая уравнение (6), получим следующее выражение для расчета распределения осредненной скорости по глубине однофазного потока

$$u = \frac{\rho g i}{L} \left(\frac{ch \sqrt{\frac{L}{\mu}} \cdot y}{ch \sqrt{\frac{L}{\mu}} \cdot h} - 1 \right) \quad (7)$$

Нами в качестве сравнительного анализа предложенной формулы (7) с другими существующими зависимостями были использованы эмпирические формулы (1), (2), (3), (4). Это связано с тем, что указанные формулы получены для условий р. Амударья, а натурные данные были собраны в этих же условиях и близких к ним. Результаты сопоставления натурных данных и расчетных (7) приведены на рис.1, где также показан сравнительный анализ формулы (7) с формулами эллиптического, показательного, параболического и логарифмического профилей. Как видно результаты сравнения указывают на пригодность применения формулы (7) для расчетных целей.

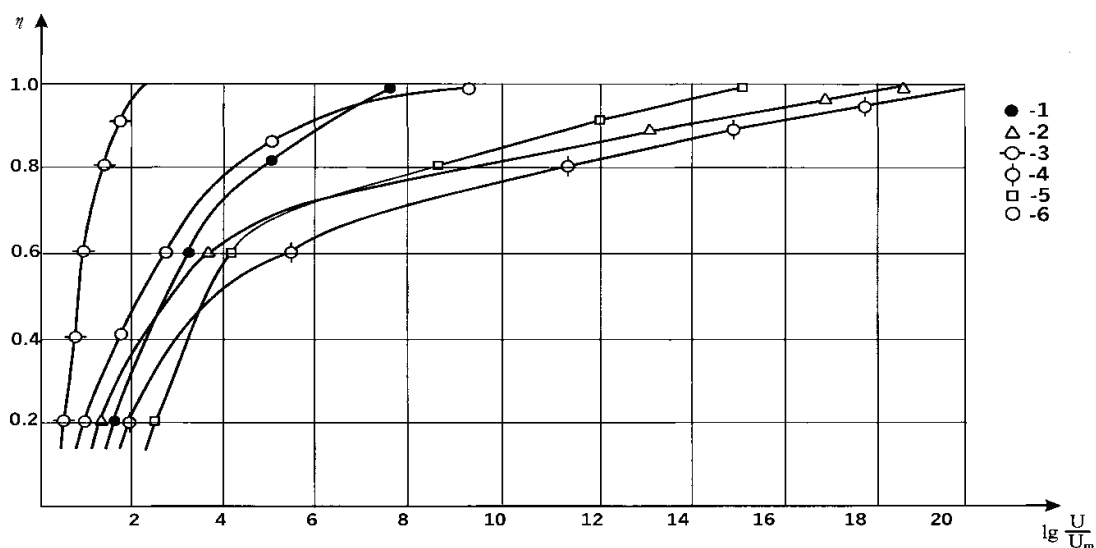


Рис.1. Сопоставление расчетных данных, полученных по формулам параболического - 2, логарифмического - 3, эллиптического - 4, показательного - 5, профилей и по предложенной формуле - 7, натурными - 1 данными

Как показывают результаты анализа, предложенная методика расчета поля осредненной скорости по глубине потока с достаточной точностью может быть использована в инженерных расчетах.

Таким образом, учет турбулентных характеристик потока и взаимодействия потока и русла позволили нам разработать более универсальную зависимость для расчета формирования поля скоростей в оросительных каналах.

Литература

1. Гринвальд Д.И, Турбулентность русловых потоков. Гидрометеиздат, Л., 1974.
2. Гришанин К.В. Гидравлическое сопротивление естественных русел. -С.Петербург.: Гидрометеиздат, 1992. -133с.
3. Латипов К.Ш, А.М.Арифжанов. Вопросы движения взвесенесущего потока в руслах. – Ташкент: Мехнат, 1994. -110с.
4. Латипов К.Ш. О внутренних напряжениях трения в жидкости. Известия.АНУзССР. Серия техн. наук. - 1980. - № 6. С. 43-47.
5. Латипов К.Ш., Арифжанов А.М. О модели движения взвесенесущего потока в руслах// Проблемы механики. - 1996. - № 6. - С. 51-54.
6. Сергутин В.Е., Радюк А.Л. О морфометрии русел и сечении каналов. Красноярск, 1984. - 151с.
7. Арифжанов А.М., Фатхуллаев А.М, Рахимов К.Т. Распределение скоростей при равномерном движении взвесенесущего потока// Узбекский журнал Проблемы механики, Ташкент,2005.- № 2. - С.25-29.