

## **ВОЛНОВЫЕ СКОРОСТИ ДЛЯ ВОЛН НА ТЕЧЕНИЯ**

<sup>1</sup>Нормаматов Усмон Кахрамон угли,  
<sup>2</sup>Кувватов Жобирбек Закирджон угли,  
<sup>2</sup>Джураева Шахноза Халим кизи,  
<sup>3</sup>Латипов Шахбоз Алишер угли

<sup>1</sup>Магистрант Бухарского Института управления природными ресурсами при Национального исследовательского университета" Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

<sup>2</sup> Магистрант Каршинского инженерно-экономического института

<sup>3</sup> Доцент Каршинского инженерно-экономического института.

Email:[normamatov\\_2020@mail.ru](mailto:normamatov_2020@mail.ru), [jobirbekquvvatov0098@gmail.com](mailto:jobirbekquvvatov0098@gmail.com)

### **АННОТАЦИЯ**

*Рассматривается сложения скоростей течения и волн с учетом воздействия течения на волны. Предлагаются расчетные зависимости для определения волновых скоростей.*

*Ключевые слова:* Длина потока, скорость потока, скорость прилива, абсолютная частота, соответствие профиля потока при отсутствии волн

### **ANNOTATSIYA**

*Oqimning to'qling ta'sirini hisobga olganda oqim va to'qlin tezliklarining qo'shilishi qarab chiqiladi. To'qlinli tezliklarni hisoblash bog'lanishlari keltiriladi.*

*Kalit so'zlar:* Oqim uzunligi, oqim tezligi, to'qlinli tezlik, mutlaq chastota, to'qlinlar yo'qligida oqim profiliga mos keladi

### **ABSTRACT**

*The solitude of speeds of current and wave considering the influence of the current on the wave. It gives the conjunctions in calculating the current speed.*

*Keywords:* Stream length, stream velocity, tide velocity, absolute frequency, stream profile compliance in the absence of waves

### **ВВЕДЕНИЕ**

Как показывают исследования и расчеты генерации ветровых волн на течениях, при достаточных длинах разгона течение перестает влиять на параметры генерируемых волн. Однако при наличии пространственного

градиента течения, вызванного медленным по сравнению с длиной волны изменением глубины канала, возможна трансформация волн горизонтально-неоднородным течением. Теория трансформации волн горизонтально-неоднородными крупномасштабными течениями достаточно разработана, имеется большое количество экспериментальных данных [1]. Исключение составляет при акустическая область так называемой блокировки волн на встречном течении, достигаемая в окрестности  $C_{gr} = u$  или  $1/2gT/2\pi = u$ . Из этой оценки легко видеть, что даже для минимальных периодов расчетных волн  $T = 3 - 4c$ , для блокировки нужна скорость встречного течения около 2 м/с, что в условиях каналов маловероятно. Поэтому методика расчета трансформации волн горизонтально-неоднородными течениями эффектов блокировки не учитывает.

Если профиль скорости течения по глубине аппроксимируется с достаточной точностью равномерным  $U = const$ , то можно предположить, что структура волновых скоростей в системе координат, движущейся вместе с потоком, для крупномасштабных течений такая же, как для волн на неподвижной воде. Тогда выражения для волновых скоростей на потоке легко получаются из известных выражений для волн на неподвижной воде, при замене частоты на  $(\sigma_a - kU)$  в соответствии с дисперсионным соотношением для волн на течении. При этом скорости течений в абсолютной системе координат получаются сложением переносной скорости течения и относительных волновых скоростей.

Для проверки возможности сложения скоростей течения и волн с учетом воздействия течения на волны были проведены эксперименты [2]. В результате сравнения теории с экспериментом установлено, что при использовании теории волн Стокса третьего порядка результаты расчетов вполне удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов (рис.1).

В случае неравномерного по глубине профиля скорости течения выражения для составляющих волновой скорости на течении можно получить, используя линейную теорию. Течение предполагается установившимся с произвольным распределением скорости по глубине, турбулентность не учитывается. Уравнение свободной поверхности имеет вид

$$\eta(x, t) = a \cos(kx - \omega t) \tag{1}$$

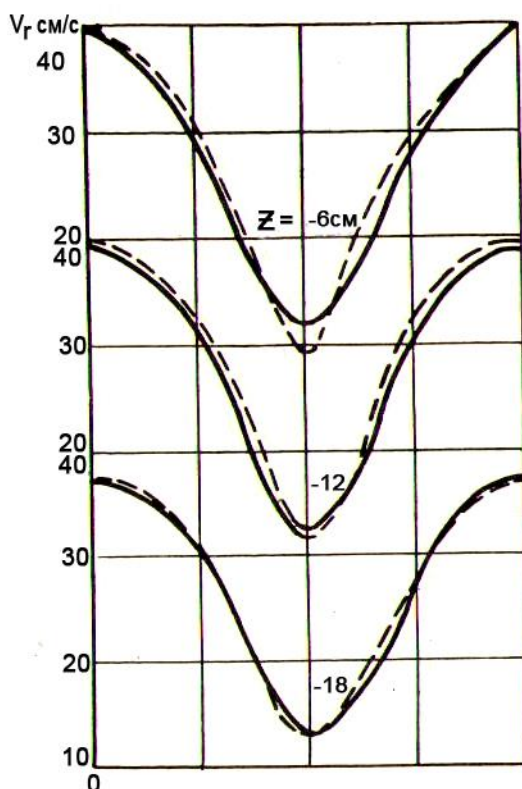


Рис.1. Сравнение экспериментальных и вычисленных по теории волн Стокса третьего порядка горизонтальных волновых скоростей на разных глубинах (течение попутное): \_\_\_\_\_ - теория; - - - - - опыты.

Где  $a$ -амплитуда волны;  $k$ -волновое число;  $\omega$ - абсолютная частота.

Составляющие скорости могут быть представлены суперпозицией не зависящего от времени течения и волнового члена первого порядка:

$$\begin{aligned} u(x, z, t) &= U(z) + u(z) \cos(kx - \omega t) \\ U(x, z, t) &= \mathcal{G}(z) \cos(kx - \omega t) \end{aligned} \quad (2)$$

где  $U(z)$  – соответствует профилю течения при отсутствии волн.

Изменение вертикальной составляющей скорости удовлетворяет уравнению Рэля (или Орра-Зоммерфельда) [3].

$$\frac{d^2 \mathcal{G}}{dz^2} - \left[ k^2 - \frac{k}{\omega - kU} \frac{d^2 U}{dz^2} \right] \mathcal{G} = 0. \quad (3)$$

Граничные условия, которым удовлетворяет  $\mathcal{G}(z)$ :

на дне  $\vartheta(z) = 0$  при  $z = -h$

на свободной поверхности

$$\left. \begin{aligned} (\omega - kU)^2 \frac{d\vartheta}{dz} + k(\omega - kU)\vartheta \frac{dU}{dz} - gk^2 \vartheta = 0 \\ \vartheta(z) = a(\omega - kU) \end{aligned} \right\} \text{npuz} = 0. \quad (4)$$

Первое из граничных условий на свободной поверхности представляет дисперсионное соотношение, второе – кинематическое условие на свободной поверхности.

Значения  $a, \omega, h$  и  $\vartheta(z)$  могут быть определены экспериментально. Систему (3)-(5) решают относительно  $k$  и  $\vartheta(z)$ . Тогда горизонтальная составляющая скорости  $u(z)$  определяется из уравнения

$$u(z) = \frac{1}{k} \frac{dv}{dz} \quad (5)$$

Расчет волновых скоростей удовлетворительно подтверждается данными лабораторных опытов [3,4] (рис.1), в которых скорости измерялись лазерным анемометром с точностью не выше 1%. При равномерном профиле скорости течения  $U$  расчеты по численному методу совпадают с результатами сложения скоростей. Поэтому целесообразно параллельное использование обоих методик расчета волновых скоростей на течении.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- [1] Кантаржи И.Г., Цивцивадзе Н.Ш., Акмурадов Х.А. Гидравлика ветровых волн в каналах. Под ред.Масса Е.И. Тбилиси, изд-во ГТУ,1984.-176с.
- [2] Iwagaki Y.Asano T. Water particle velocity in wave current. Coast.Eng., 1980.
- [3] Thomas G.P. Wave-current interaction: an experimental and numerical study. Part 1, Linear waves, Fluid mech., 110,1981.
- [4] Kemp P.H., Simons R.R. Theinteraction btween waves and a turbulent current: waves propagating with the current. J.Vtch., 1982,vol.116
- [5] Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82. М., Стройиздат, 1983.
- [6] Рекомендации по расчетам ветровых волн и транспорта наносов в больших каналах. М.: ЦНИИС, 1986. 64 с.

- [7] Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения (волновых, ледовых и от судов). П 58-76. Л., ВНИИГ, 1977.
- [8] Теплов В.И. Лабораторное исследование изменения элементов ветровых волн в зависимости от скорости течения и скорости ветра. Труды ГГИ, № 263. Л., Гидрометеиздат, 1980.
- [9] Kato H., Tsuruya H., Doi T., Miyaraki Y. Experimental study of wind waves generated on water currents (2nd report), Report of the port and harbour reseach inst., vol. 15, No 4, Dec., 1976.
- [10] Kato H., Tsuruya H., Terakawa H. Experimental study of wind waves generated on water currents (3rd report), Wave forecasting method and its experimental confirmation, Report of the port and harbours reseach inst., vol 20, No 3, Sept. 1981.
- [11] Francis J.R.D., Dudgeon C.R., An experimental study of wind generated waves on a water currents, Quart. J.Roy. Meteorol. Soc., 93,247,1967,