

4. [www.cinefex.ru](http://www.cinefex.ru). Электрон интернет журналы.
5. [www.film-effects.ru](http://www.film-effects.ru). Интернет портали. Мастер-класс рукни.
6. И. Саифназаров, Б. Қосимов, А. Мухторов, Г. Никитченко. Фаннинг фалсафии масалалари, Т.: "Fan va tehnologiya" нашриётги, 2007.
7. Comolli J., Narboni J. (1977) *Cinema/Ideology/Criticism in Society for Education in Film and Television* (eds.) Screen reader 1. London: Society for Education in Film and Television.

#### Хусанов Шерзод Тиркашалиевич

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент Ахборот технологиялари Университети, «Телестудия тизимлари ва иловалари» кафедрасининг катта ўқитувчиси, Ўзбекистон

УДК 532.5

Д.С. Яхшибаев

## ДВУХСЛОЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ РАЗНОПЛОТНОСТНЫХ ПОТОКОВ

В статье рассматривается формирование стратифицированных течений при впадении рек при проникновении (интрузии) соленых вод из колодцев и устья рек, при впадении рек большой концентрацией взвешенных наносов в водоемы и их схематизации как двухслойные течения.

**Ключевые слова:** концентрация, взвешенные наносы, стратифицированные течения, двухслойные, пульсационное движение, устойчивость, модель многофазных взаимопроникающих жидкостей.

### Введение

Как известно, при сбросе отработанных вод в водоемы и водотоки, при проникновении (интрузии) соленых вод из колодцев и устья рек, при впадении рек с большой концентрацией взвешенных наносов в водоемы формируются стратифицированные течения, которые условно можно схематизировать как двухслойные.

В этом случае можно рассматривать независимо каждый слой в отдельности со свойственными ему полями скоростей и плотности. При таком представлении пренебрегают турбулентным обменом между слоями. [1]

**Основная часть.** Для двухслойной системы жидкостей запишем уравнения сплошности и движения для верхнего слоя, ограниченного свободной поверхностью и поверхностью раздела:

$$\frac{\partial h_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1}(V_1 h_1) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_1}{\partial x_1} = g \left[ i_0 - \frac{\partial}{\partial x} (h_1 + h_0) \right] + \frac{\tau_c - \tau_0}{\rho_1 h_1} \quad (2)$$

Республикаси Тошкент шаҳри,  
sherart@list.ru  
+99893-593-37-76

**Khusanov Sh.T.**

### Cinema art and high technologies: cooperation, conflict and future

In the article are studied processes of use high and computer technologies in cinema art and are studied questions and problems, connected with of using computer technologies in creation special effects, often allowed mistakes of specialists and are analysed and offered possible decisions of these problems.

**Keywords:** art, cinema, cinematographer, special effects, computer technologies, figurative

для нижнего слоя, ограниченного дном и поверхностью раздела:

$$\frac{\partial h_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1}(V_0 h_0) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial V_0}{\partial t} + V_0 \frac{\partial V_0}{\partial x_1} = g \left[ i_0 - \frac{\partial}{\partial x} (h_1 + h_0) + \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \frac{\partial (h_1 + h_0)}{\partial x_1} \right] + \frac{\tau_p - \tau_0}{\rho_0 h_0} \quad (4)$$

При использовании двухслойных схем для описания стратифицированных течений наиболее трудным вопросом является определение гидравлического коэффициента трения  $\lambda_p$ . Этому вопросу посвящено значительное количество исследований, результаты которых весьма противоречивы.

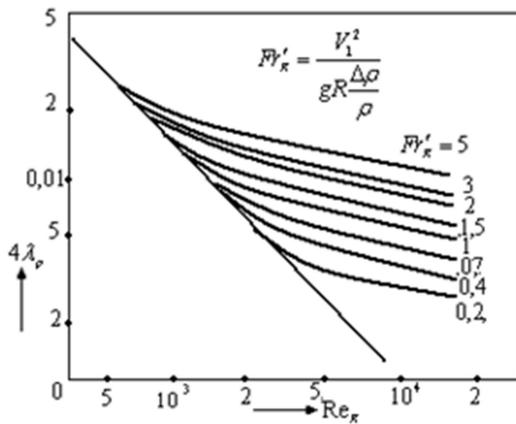


Рис.1. Зависимость  $4\lambda_p = f(Re_x, Fr'_x)$

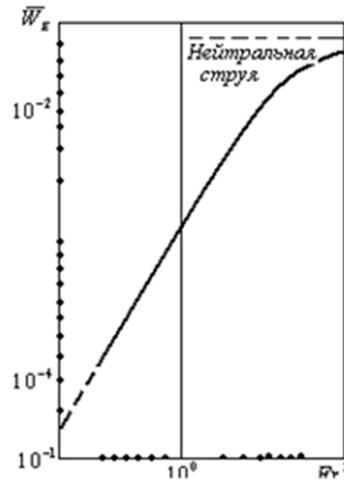


Рис.2. Экспериментальные данные Т. Эллисона, Д. Тэрнера в виде зависимости  $\bar{W}_E = \bar{W}_E(Fr_1)$

С учетом результатов исследований рекомендуются следующие зависимости для определения гидравлических коэффициентов трения на поверхности раздела:

$$\lambda_p = 2,4F^{-0,9} \text{ при } F \leq F_{крI} \quad (5)$$

$$\lambda_p = 0,08F^{-0,54} \text{ при } F \geq F_{крIV} \quad (6)$$

Зависимости (5) и (6) не позволяют подсчитать значения  $\lambda_p$  в зоне переходного режима, так как при  $F_{крI} \leq F \leq F_{крIV}$  имеет место неоднозначности зависимости  $\lambda_p(F)$  из-за формирования и разрушения внутренних волн.

На рисунке 1 представлена зависимость

$$4\lambda_p = f(Re_R, Fr'_R),$$

полученная Б.Георгиевым на основании обобщения опытных данных А. Иппена и Д.Харлемана. Эта зависимость может быть использована в первом приближении в инженерных расчетах

В реальных условиях между слоями жидкости разноплотностных потоков через скачок плотности происходит турбулентный обмен не только импульсом, но и субстанцией (или теплом). Турбулентный обмен осуществляется двумя основными способами: посредством обычного турбулентного обмена, при котором через некоторую условную поверхность раздела переносится тепло и содержащиеся в жидкости субстанции (растворенные соли, взвешенные механические примеси); с помощью процесса вовлечения жидкости из слоя, имеющего меньшие скорости, в слой большими скоростями. [2-5].

Турбулентный обмен может осуществляться в случае, когда скорости обоих слоев одинаковы.

Механизм вовлечения однородных жидкостей и подробно рассмотрен А. Таунсендом. Согласно Л.Таунсенду, вовлечение не турбулентной неподвижной жидкости в турбулентнуюзатопленную струю осуществляется за счет переноса крупномасштабных вихрей.

В стратифицированных двухслойных потоках в процесс вовлечены крупномасштабные вихри, в которых стабилизируется действие архимедовых сил, но поддерживается в результате процесса обрушений коротких неустойчивых внутренних волн. Скорость, вовлечения потоком жидкости верхнего слоя неподвижной жидкости нижнего слоя определяется зависимостью:

$$W_E = \frac{d(V_1 h_1)}{dx_1} \quad (7)$$

Согласно исследованиям Р.Коха, коэффициент вовлечения может быть аппроксимирован:

$$\bar{W}_E = 0,075 \left[ \frac{2}{1 + \frac{Ri}{0,85}} \right]^{1,75} \quad (8)$$

При  $Ri=0$  коэффициент  $\bar{W}_E$  принимает значения приведенной скорости вовлечения для однородной жидкости, равной 0,075. При  $Ri = 0,85 \bar{W}_E = 0$ .

Следует заметить, что предельные значения  $Ri$  ( $Ri=0,85$  и  $Ri=0$ ) практически совпадают с численными значениями ( $Ri_{крI}=0,9$  и  $Ri_{крII}=0,015$ ). Наиболее часто в инженерных расчетах используются экспериментальные данные Т. Эллисона, Д. Тэрнера и К. Лофквиста [18], обобщенные Г. Линем и А. Уиллоком в виде

зависимости  $\overline{W}_E = \overline{W}(Fr_1')$  (рисунок 2). Следует заметить, что в известных нам исследованиях условие стационарности не соблюдалось и замеры проводились в течение коротких промежутков времени, поэтому зависимости (8) и  $\overline{W}_E = \overline{W}(Fr_1')$  (рисунок 7) могут рассматриваться как приближенные.

В большинстве полуэмпирических теорий по замыканию систем дифференциальных уравнений (1) - (3) используется концепция Я.Буссинеска, согласно которой потоки импульса и тепла (субстанции) формально представляются в таком же виде, как молекулярные потоки. Вводимые при этом коэффициенты характеризуют уже не физические свойства жидкости, а статистические свойства пульсационного движения.

Из концепции Я. Буссинеска следует.[2]:

$$K = \frac{u'_1 u'_3}{\frac{d\overline{u}_1}{dx_3}} \quad (9)$$

$$K_T = \frac{u'_3 T'}{\frac{dT}{dx_3}} \quad (10)$$

$$K_s = \frac{u'_3 s'}{\frac{ds}{dx_3}} \quad (11)$$

У.Манк и Е.Андерсон, исходя из эвристических предположений, получили зависимости:

$$K = \frac{K_0}{\sqrt{1+10Ri}} \quad (12)$$

$$K_T = \frac{K_0}{\sqrt{(1+3,3Ri)^2}} \quad (13)$$

1) они пригодны только для области положительных  $Ri'$ . При  $Ri < -0,1$  коэффициенты обмена становятся мнимыми, хотя в условиях

статически неустойчивой стратификации имеет место перенос количества движения по вертикали;

2) исследования У.Манка и Е.Андерсона не затрагивают случая затухающей турбулентности, когда скорость увеличения гравитационного потока потенциальной энергии превышает скорость поступления внутренней энергии со стороны осреднённого движения;

3) формулы не удовлетворяют условию:

$$K \rightarrow 0 \text{ при } Ri = \infty \quad (14)$$

**Вывод:** Выше приведенные формулы имеют место в первом приближении для статически устойчивых стратифицированных течений, они могут быть использованы в расчетах зависимости (12) и (13).

### Литературы

1.Латипов К.Ш., Арифжанов А.М. Вопросы движения взвеси несущего потока в открытых руслах, Ташкент, "Мехнат", 1994.

2.Файзуллаев Д.Ф. Ламинарное движение многофазных сред в трубопроводах // Ташкент, "Фан".

3.Хамидов А.А., Худайкулов С.И. Теория струй многофазных вязких жидкостей, Ташкент, "Фан"2003.

4.Ellison T.H., Turner I.S. Mixing of Dense Fluid in a Turbulent Pipe Flow. Journ. Fluid Mechanics,8, No.4,1960.

5.Rotta J.C. Statistische Theorie nichthomogener Turbulenz,1,Zs. Phys.,129 No.5,1951.

Мақолада кўп қатламли стратификациялашган оқимлар пайдо бўлиши ва ривожланиши динамикасини келтирилиб, қудуқлардаги шўр сувнинг, концентрацияси юқори наносларнинг дарёларга тушиши натижасида икки қатламли оқимнинг шаклланиш қонунияти келтирилиб, икки қатламли оқимларнинг схемаси берилди.

**Таянч иборалар:** концентрация, муаллақ нанослар, стратификациялашган оқимлар, икки қатламли, пульсацияли ҳаракат, турғунлик, кўп фазаги ўзаро киришувчан суюқликлар модели.

The article deals with the dynamic stability of stratified flows by interpenetrating fluids, and reliability of the results checked by specifying the data of other authors obtained for the single-phase two-layer liquid.