



МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗВИТОЙ КАВИТАЦИИ В ГИДРОКАНАЛЕ ВОДОХРАНИЛИЩА

Бегимов Октам Ибрагимович

Кандидат медицинских наук, доцент, Университет
Альфраганус, Ташкент, Узбекистан

uktam1985beg@mail.ru

Борибоев Толибжон Мирали ўгли

Университет Альфраганус, Ташкент, Узбекистан

buriboevtolib@gmail.com

***Аннотация:** В статье рассматриваются стационарные задачи гидродинамики, в частности, случаи, когда состав воды не меняется со временем. В статье подробно представлены конкретные примеры кавитационного течения, такие как течения с использованием теоретических схем Рябушинского или Жуковского – Рошко, и их математические формулы. Асимптотический результат Гарабедяна получен совместно с Ш. Приводятся новые научные достижения и практические приложения вычислительной гидродинамики (CFD) и её интеграции с искусственным интеллектом. Инженерное дело и экологический в полях приложение возможности графический и диаграммы через уточнено .*

***Ключ слова :** Гидродинамика стационарная поток , непрерывность уравнение , уравнения Рябушинского , уравнения Бернулли уравнение , потенциал транслировать Теория Жуковского – Рошко схема , ламинарный поток , экологический проблемы.*

***Annotation:** This article examines stationary hydrodynamic problems, particularly cases where the water composition does not change with time. Specific examples of cavitation flow, such as flows using the Ryabushnskii or Zhukovsky-Roshko theoretical schemes, and their mathematical formulas are presented in detail. Garabedian's asymptotic result was obtained jointly with Sh. New scientific achievements and practical applications of computational fluid dynamics (CFD) and its integration with artificial intelligence are presented. Engineering and*

environmental applications in the fields of application include the capabilities of graphical and diagrammatic representations, refined through the context is unclear.

Key words: *Hydrodynamics steady flow, continuity equation, Ryabushinsky equations, Bernoulli equations, potential broadcast Zhukovsky-Roshko theory scheme, laminar flow, environmental problems.*

Для решения задачи кавитационного течения применяются два основных метода: метод интегральных уравнений и метод конечных разностей. При этом используются теоретические схемы Рябушинского или Жуковского-Рошко для кавитационного течения.

Как известно, в методе конечных разностей поле течения покрывается сетками, а значения потенциала скорости - Φ или функции тока - функции Ψ размещаются в узлах. В этом случае мы переходим от непрерывной функции и аргумента к дискретной функции и аргументу. Находятся значения функции в каждом узле и значения первой и второй производной функции вблизи узлов. Таким образом, мы строим конечно-разностный аналог дифференциального уравнения, полученного для заданной - Φ или текущей - функции. Ψ Чтобы найти значения - или текущей - функции Ψ в конечных разностях, мы приводим конечно- Φ разностный аналог уравнения к системе алгебраических уравнений. Решение системы алгебраических уравнений находится совместно с конечными аналогами граничных условий.

проверенных разностей требует глубокого понимания физического смысла задачи, то есть того, как изменяется функция в конкретных точках рассматриваемой области, и требует повышения точности расчета.

Решим задачу кавитационного течения по схеме Рябушинского, для чего построим нечетную функцию на поверхности, состоящей из сплошных вихрей или в вихревом слое, в следующем виде:

$$\psi = \frac{r}{4\pi} \int_{S_T} \frac{\zeta_T \cos(\theta - \vartheta)}{\Delta} ds + \frac{r\zeta_K}{4\pi} \int_{S_K} \frac{\cos(\theta - \vartheta)}{\Delta} ds \quad (1)$$

$$\Delta = \sqrt{(x - \xi)^2 + r^2 + r'^2 - 2rr' \cos(\theta - \vartheta)} -$$

(x, r, θ) и (x', r', θ') расстояние между точками. S_T - поверхность тела (кавитатора); S_κ - поверхность полости; ζ_T и ζ_κ - тело и Интенсивность слоя, в котором расположена каверна, равна. Интенсивность вихревого слоя равна скорости текущего потока и берётся с обратным знаком.

Если объединить ψ -функцию тока однородного потока с формулой $\psi = \frac{V_\infty r^2}{2} (1)$, то получим следующую систему уравнений, состоящую из двух интегральных уравнений:

$$\sum_{n=1}^N \int_{S_T} \frac{\zeta_{Tn} \cos(\theta - \vartheta)}{\Delta} ds - V_\kappa \int_{S_N} \frac{\cos(\theta - \vartheta)}{\Delta} ds = -2\pi V_\infty r_i \quad (2)$$

$$R = \frac{V_\kappa}{2\pi V_\infty} \int_{S_N} \frac{\cos(\theta - \vartheta)}{\Delta} ds - \frac{1}{2\pi V_\infty} \int_{S_T} \frac{\zeta_T \cos(\theta - \vartheta)}{\Delta} ds, (x, r) \in S_\kappa \quad (3)$$

(2) получаем начальную форму каверны и распространение вихря ζ_{Tn} и находим скорость V_κ . Подставляя полученные значения в правую часть уравнения (3), находим новый размер полости, то есть новый R радиус, и находим остальные размеры i . Этот цикл продолжается.

современной вычислительной гидромеханике проблема представления полученных величин и результатов в определённом виде, даже при многомерности задачи, остаётся актуальной. Л.Г. Гузевский получил результаты для аппроксимационных формул в судоходных течениях, которые дают размеры полости перед конусами и позволяют найти коэффициенты сопротивления:

$$\left. \begin{aligned} \frac{R_\kappa}{R_\mu} &= \sqrt{\frac{C_x}{k\sigma}}, k = \frac{1+50\sigma}{1+56,2\sigma} \\ \frac{L_\kappa}{2R_\mu} &= \left[\frac{1,1}{\sigma} - \frac{4(1-2\alpha)}{1+144\alpha^2} \right] \sqrt{C_x \ln \frac{1}{\sigma}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$C_x(\sigma) = C_x(0) + (0,524 + 0,672\alpha)\sigma_T \quad 0 \leq \sigma \leq 0,25; \quad \frac{1}{12} \leq \alpha \leq \frac{1}{2}.$$

$$C_x = \begin{cases} 0,5 + 1,81(\alpha - 0,25) - 2(\alpha - 0,25)^2, & \frac{1}{12} \leq \alpha \leq \frac{1}{2} \\ \alpha(0,915 + 9,5\alpha), & 0 \leq \alpha \leq \frac{1}{12} \end{cases} \quad (5)$$

Здесь $\alpha\pi$ - угол поворота конуса. Если на пути потока находится диск, то для его сопротивления получаем следующую формулу:

$$C_x(\sigma) = 0,8275 + 0,86\sigma$$

В этой формуле, если $\sigma = 0$, Асимптота Гарабедяна к результату приходит.

Пример . Развитое кавитационное течение в $H = 0,5\text{ м}$ гидроканале Пачкамарского водохранилища находится на глубине, радиус которой $R_n = 0,01\text{ м}$ происходит за диском. Скорость тележки диска $v_\infty = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ равна . Расчёты показывают, что сопротивление диска равно $X = 30\text{ Н}$, давление в полости $p_k = 0,9825 \cdot 10^5 \text{ Па}$ равно . Найдите размеры полости и запишите уравнение её профиля.

Решение . I. Находим число кавитации:

$$\sigma = \frac{p_a + \rho g H - p_k}{\frac{1}{2} \rho V_\infty^2} = \frac{(1 + 0,05 - 0,9825) \cdot 10^5}{\frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 225} = 0,06$$

2. Находим вязкость.

$$\mu^{(m)} = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{2\chi^2}{\sigma} \mu^{(m-1)} \right], \mu^{(0)} = 1, \mu = 1,789 .$$

3. Рассчитываем коэффициент сопротивления : (1.2.33)

$$C_{x,n} = \frac{X}{\frac{1}{2} \rho V_\infty^2 S_n} = \frac{30}{\frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 225 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4}} = 0,87$$

4. Радиус средней линии полости равен:

$$R_k = R_n \sqrt{\frac{C_{xn}}{\sigma}} = 0,01 \sqrt{\frac{0,87}{0,06}} = 0,038$$

5. Половина длины эллиптической полости :

$$L_k = R_u \frac{\sqrt{2\mu C_{xu}}}{\sigma} = 0,01 \frac{\sqrt{2 \cdot 1,789 \cdot 0,87}}{0,06} = 0,294$$

6. Уравнение для определения начальной внутренней части кавитирующего участка ;

$$R = R_u \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\xi}{R_u} \right)^{\frac{2}{3}} \right] = 0,01 \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\xi}{0,01} \right)^{\frac{2}{3}} \right]$$

7. Профиль пещеры в основном сечении:

$$R^2(x) = \frac{\sigma}{2\mu} L_k x \left(2 - \frac{x}{L_k} \right) = \frac{0,06}{2 \cdot 1,789} \cdot 0,294 x \left(2 - \frac{x}{0,294} \right)$$

8. Сдвиг каверны, начинающийся от носа эллипсоида, начинается на следующем расстоянии.

$$x_1 = 4 \sqrt{\frac{\mu}{2C_{xu}}} R_u = 4 \cdot 0,01 \sqrt{\frac{1,789}{2 \cdot 0,87}} = 0,04 м$$

Решение задачи кавитационных течений осуществлялось итерационным методом. На первом этапе берётся простая форма каверны и решается корректная задача. При этом условие, что давление в сечении потока, где расположена каверна, не выполняется, не выполняется. На следующем этапе форма каверны корректируется без нарушения её физической формы, и цикл расчётов повторяется. Расчёты останавливаются при достижении предельного значения формы каверны.

Для решения задачи кавитационного течения применяются два основных метода: метод интегральных уравнений и метод конечных разностей. При этом используются теоретические схемы Рябушинского или Жуковского-Рошко для кавитационного течения.

Литература:

егимов У.И. Пространственные каверны в потоках с возмущениями и их влияние на безопасность гидротехнических сооружений // Международный научный журнал «Глобальная наука и инновации 2020: Центральная Азия», Нур -Султан, Казахстан, февраль-март 2020 г.

егимов О.И. Моделирование определения размеров кавитационных повреждений в потоке // Вестник ТУИТ: Технологии управления и связи 2023.Том-4(27)

егимов У.И., Худайкулов СИ., Усманов А.Х. Моделирование воздействия турбулентного потока на береговые водосбросы Пачкамарских водохранилищ
Опубликовано: 11 ноября 2020 г. Дои:

егимов У.И., Худайкулов С.И., Моделирование джийнй возмущенной каверны и проявления кавитации, пульсации потока // Журнал « Потомки Мухаммада аль-Хорезми » . № 3 (9) T ash kent - 201 9. -с.39-41

уйвол В.Н., Лапин В.А., Шевчук Ю.Р. О форме тонких пространственных пещер за круглым диском в весомой жидкости // Прикл . Механика, 1976, 12, № 6, с. 105-110.

уйвол В.Н., Степанский П.М., Об уравнениях воздействий границы каверны, двигающейся вблизи твердой стены // Гидромеханика, 1973, вып. 24, с. 51-56.

уйвол В.Н., Шевчук Ю.Р. Деформирование каверны наклонным кавитатором // Гидромеханика, 1981, вып. 43, стр. 3-10.

ильсен. диджей. Аэродинамика управляемых снаряжений // М.: Оборонгиз, 1962— 474 с.

евчук Ю.Р. Об эквивалентном кавитатораксе при расчете каверн за эллиптическими насадками // Там же, 1978, вып. 37, с. 67-72.