

**1** Понятие субстанциональной и локальной производных.

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + (\vec{v}\nabla) - \text{субстанциальная}$$
$$\frac{\partial}{\partial t} - \text{локальная}$$

**2** Уравнение неразрывности для сжимаемой и несжимаемой жидкости.

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div}(\vec{v}) = 0,$$

$$\frac{d\rho}{dt} = 0 \text{ для несжимаемой}$$

**3** Уравнение Эйлера в векторной форме и в проекциях на оси в декартовой системе координат.

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \vec{f}$$
$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + \sum_{k=1}^3 v_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial t} + f_i$$

**4** Закон сохранения энергии идеальной жидкости. Поток энергии.

$$\int_V = \left[ \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\rho v^2}{2} + \rho \varepsilon \right) + \operatorname{div} \left( \frac{\rho v^2}{2} + W \right) \vec{v} \right] dV = 0,$$

где  $W = \rho \varepsilon + p$  - энтальпия  
или в дифференциальной форме

$$\frac{\partial E}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{E} = 0, \text{ где}$$

$$E = \frac{\rho v^2}{2} + \rho \varepsilon - \text{плотность энергии}$$

$$\vec{N} = \left[ \frac{\rho v^2}{2} + \rho \varepsilon + p \right] \vec{v} - \text{вектор плотности потока энергии}$$

**5** Закон сохранения импульса идеальной жидкости. Тензор плотности потока импульса и его представление в декартовой системе координат.

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V p(\vec{v}) dV = - \oint_S [p\vec{n} + \rho \vec{v}(\vec{v}\vec{n})] d\sigma$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho v_i) = - \sum_{k=1}^3 v_k \frac{\partial \Pi_{ik}}{\partial x_k} + \rho f_i$$

$\Pi_{ik} = p\delta_{ik} + \rho v_i v_k$  - тензор ППИ

**6** Уравнение гидростатики.

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \vec{f} - \text{Эйлера}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{v}) = 0$$

$$p = p(\rho)$$

**7** Частота Брента-Вайсяля.

$$N = \sqrt{\frac{g}{\rho} \frac{d\rho}{dz}}$$

**8** Теорема Бернулли для потенциальных и непотенциальных, стационарных и нестационарных течений.

$$\frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} - gz = \text{const} - \text{потенциальное}$$

$$\frac{v^2}{2} + W - gz = \text{const} - \text{стационарное}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} - gz = \text{const} - \text{нестационарное не}$$

вихревое  
не полностью, проверить!!!

**9** Теорема Томсона.

Циркуляция скорости вдоль замкнутого контура, перемещающегося в идеальной жидкости, остается постоянной.

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \oint_L d \left( \frac{v^2}{2} - W - u \right) = 0$$

$$\Gamma = \oint_L \vec{v} d\vec{r} - \text{циркуляция}$$

**10** Потенциальные течения идеальной несжимаемой жидкости. Основные уравнения, граничные условия.

$$\Delta \varphi = 0, \quad \vec{v} = \operatorname{grad}(\varphi)$$

граничное условие непроникания:

$$\vec{v}\vec{n}|_s = \frac{\partial \varphi}{\partial n} = \vec{v}_0 \vec{n}$$

Граничное условие на бесконечности?

**11** Парадокс Д'Аламбера-Эйлера.

**12** Понятие присоединенной массы. Присоединенная масса сферы и единицы длины бесконечного кругового цилиндра.

**13** Функция тока и ее свойства.

**14** Комплексный потенциал.

**15** Линии тока и эквипотенциальные линии.

**16** Формула Жуковского.

**17** Точечные вихри и их взаимодействия.

**18** Поверхностные гравитационные волны (длинные, короткие, гравитационно-капиллярные) и их основные свойства (траектории движения частиц, дисперсионные уравнения, фазовые и групповые скорости).

**19** Уравнение Навье-Стокса для несжимаемой вязкой жидкости в векторной форме и в проекциях на оси в декартовой системе координат.

**20** Тензор вязких напряжений, физический смысл, представление в декартовой системе координат.

**21** Граничные условия для несжимаемой вязкой жидкости на поверхности твердого тела и свободной поверхности.

**22** Формула Пуазейля для расхода жидкости.

**23** Скин-слой.

**24** Числа Рейнольдса, Фруда, Струхала и их физический смысл.

**25** Формула Стокса.

**26** Зависимость ширины пограничного слоя от параметров.

**27** Уравнения линейной акустики. Волновое уравнение.

**28** Монохроматические волны, уравнение Гельмгольца

**29** Закон сохранения энергии (звуковой волны)