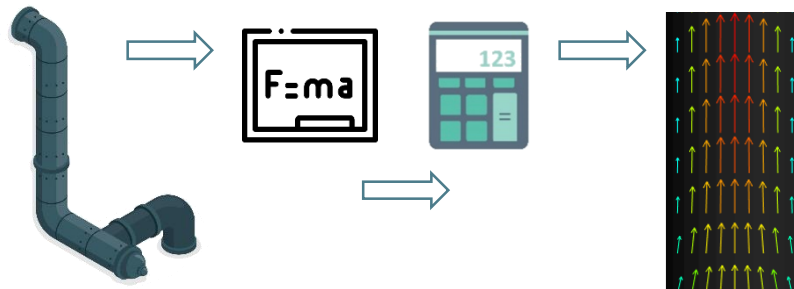


Модуль 1. Введение



www.freepik.com

Урок 4.2 Решение задач CFD. Этапы работы в ПК

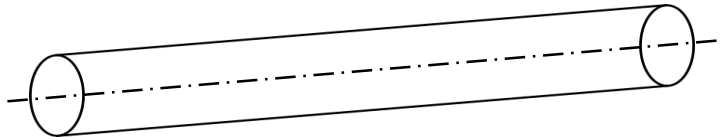
КОНЦЕПЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

- Анализ постановки задачи

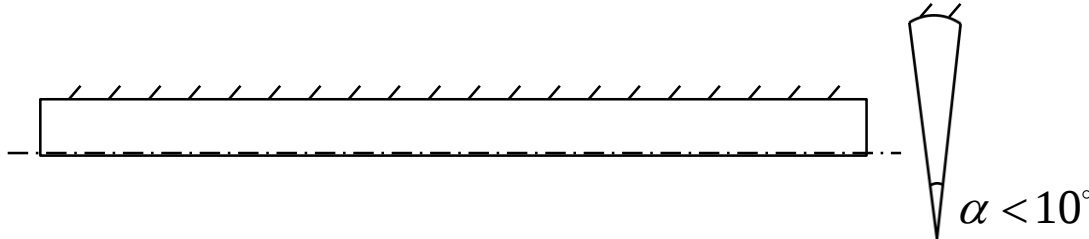
ЕСЛИ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ CFD

- Подготовка геометрической модели
- Препроцессинг, расчет, постпроцессинг

Подготовка геометрической модели



- Определение плоскостей/осей симметрии
- Сведение задачи к 2D/сектору



- Необходимы специальные ГУ

Этапы работы в CFD-системе

- Препроцессинг
- Расчет
- Постпроцессинг

Препроцессинг в ПК CFD

- Импорт геометрической модели
- Определение параметров физико-математической модели
 - Физические свойства веществ
 - Моделируемые физические процессы
 - Начальные и граничные условия
- Настройка расчетной сетки и шага по времени

Препроцессинг по другому

- Импорт геометрической модели
- Упрощение геометрической модели
- Построение расчетной сетки
- Определение физико-математической модели
 - Граничные условия (на сетке) ...

Физические свойства и процессы

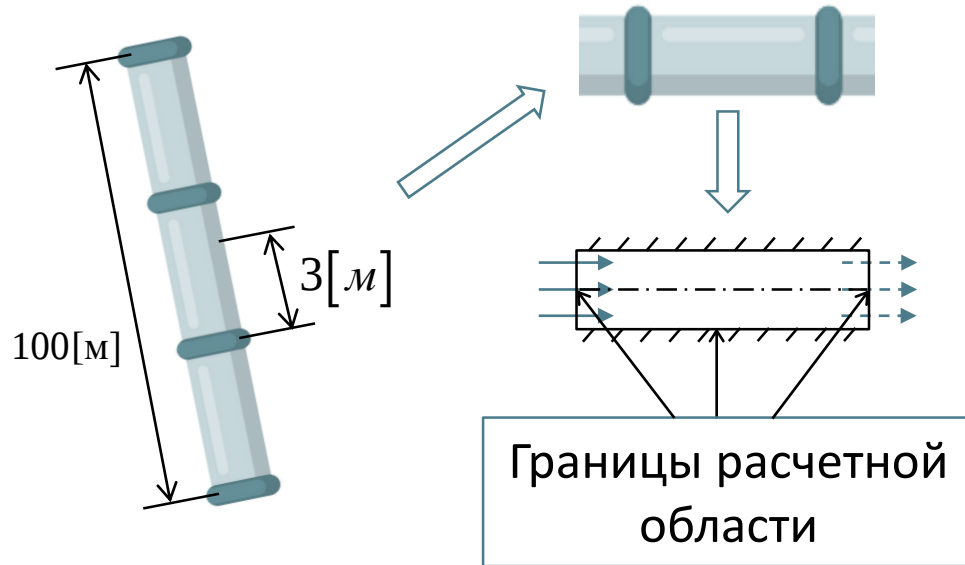
- Физические свойства нефти

$$\rho = 850 \left[\text{кг}/\text{м}^3 \right]$$

$$\eta = 0.0085 \left[\text{Па} \cdot \text{с} \right]$$

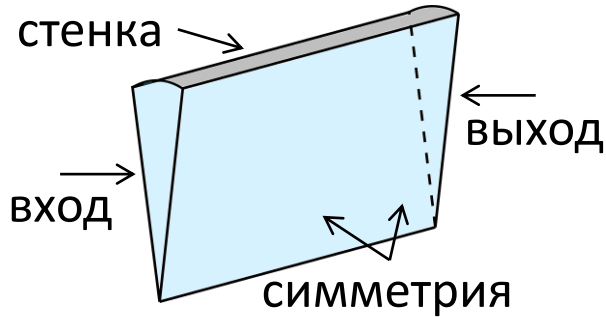
- Моделируем только движение

Расчетная область задачи



Граничные и начальные условия

- Граничные условия

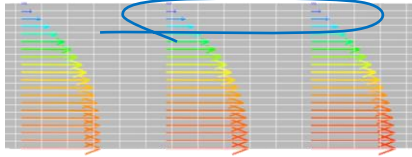


- Вход : скорость
- Выход: давление
- Стенка: прилипание
- Симметрия

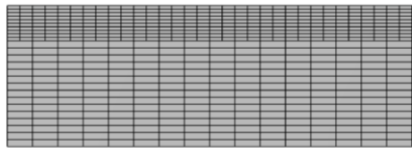
- Начальные условия

- Могут быть нулевыми
- Ускоряют выход на стационарный режим

Построение расчетной сетки



- Выделение особенностей решения
- Локальное измельчение сетки



Задание шага по времени

- Пролетное время частицы

$$\tau = \frac{l}{V_{\text{ср}}} = \frac{9}{0.001} = 9000 \text{ [с]}$$

- Для стационарных ламинарных
безвихревых внутренних течений

$$\Delta t = 0.1\tau = 900 \text{ [с]}$$

Расчет в ПК CFD

- Расчет
 - Выполнение алгебраических операций
 - Результаты расчета в виде набора чисел
- Мониторинг контрольных параметров
 - Среднее давление на входе
 - Средний расход на выходе

Выход на стационарный режим

- Давление на входе от времени

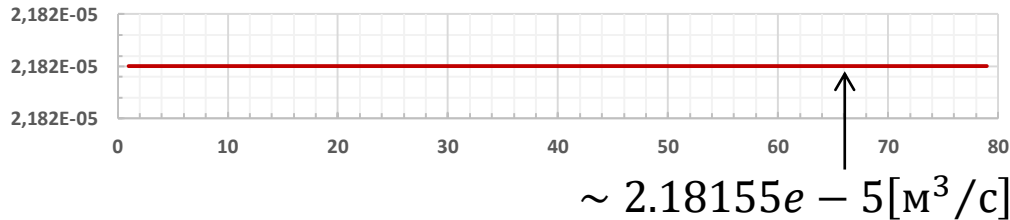


- Прямой участок (3 метра), аналитика

$$\Delta P_{np} = 0.000816 [Па]$$

Выход на стационарный режим

- Расхода на выходе от времени



- Заданный расход на входе

$$Q = 0.000785 \left[\text{м}^3/\text{с} \right] \approx 36 (\text{секторов}) \cdot 2.18155 \times 10^{-5}$$

Постпроцессинг в ПК CFD

Перепад давления на
участке трубы длиной 3 [м]

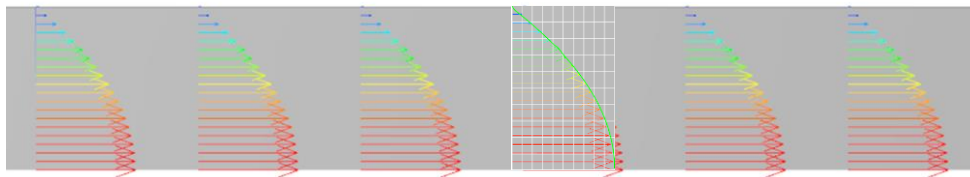
$$\begin{aligned}\Delta P_{\text{пр}}^{\text{расч}} &= P_{6[\text{м}]}^{\text{ср}} - P^{\text{вых}} (= 0) = P_{6[\text{м}]}^{\text{ср}} = \\ &= \oiint_S P_{6[\text{м}]} dS = 0.000808 [\text{Па}]\end{aligned}$$

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТА

$$\frac{|\Delta P_{\text{пр}}^{\text{ан}} - \Delta P_{\text{пр}}^{\text{расч}}|}{\Delta P_{\text{пр}}^{\text{ан}}} = \frac{0.000008}{0.000816} \approx 0.9\%$$

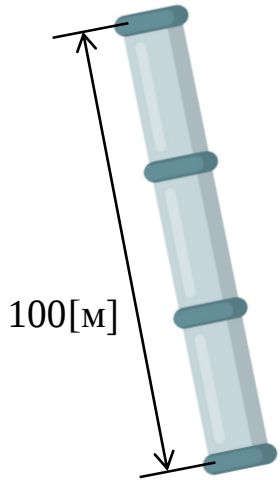
Постпроцессинг в ПК CFD

Визуализация векторного поля скорости



Течение Пуазёйля (Хагена-Пуазёйля)

Напор насоса



Прямой участок длиной
100 метров

$$\Delta P_{\text{пр}_100[\text{М}]}^{\text{расч}} = \frac{0.00081593}{3} \cdot 100 \sim 0.027[\text{Па}]$$

$$H = \frac{\Delta P_{\text{пр}_100[\text{М}]}^{\text{расч}}}{\rho g} + \frac{V_{\text{ср}}^2}{2g} =$$

$$= \frac{0.027}{850 \cdot 9.81} + \frac{(0.001)^2}{2 \cdot 9.81} \approx 3e - 6[\text{М}]$$

На уроке мы узнали

Ключевые этапы работы в ПК CFD при решении задач инженерных расчетов

- Создание геометрической модели
- Препроцессинг
- Мониторинг расчета
- Постпроцессинг

На следующем уроке

Практика. Расчет ламинарного
течения в круглой трубе в ПК CFD