Казахский национальный университет имени аль-Фараби

Факультет механико-математический

Кафедра механики

Образовательная программа «6B05403 – Механика» · бакалавриат

Дисциплина: Экспериментальная механика

Лекция № 8

Определение направления потока

Преподаватель: Туралина Динара Елеусизовна

к.ф.-м.н., ассистент-профессор

Алматы, 2026 год

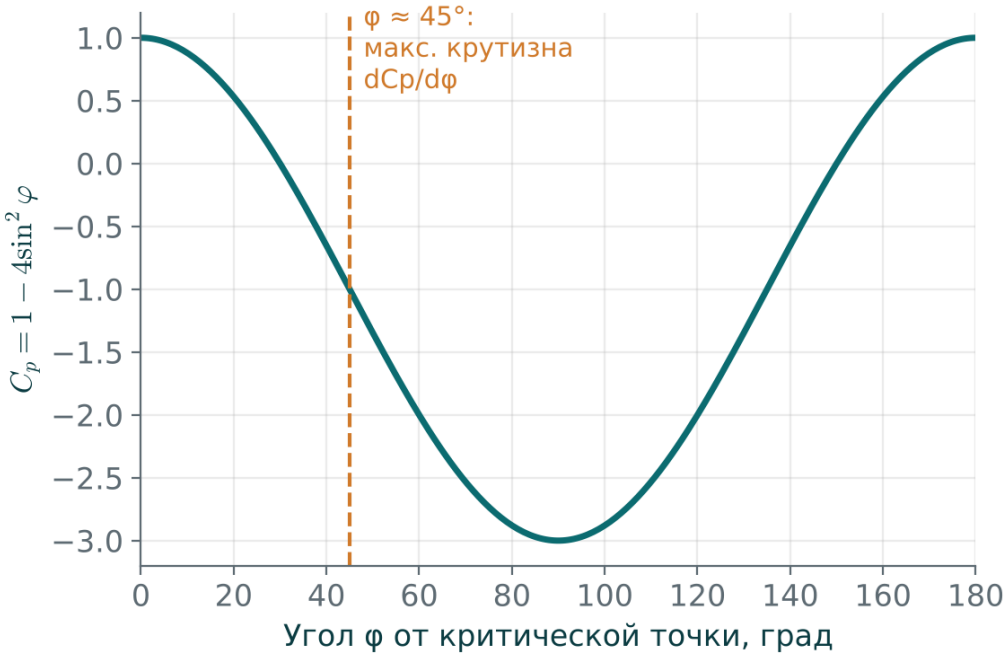
Зачем знать направление скорости

В аэромеханике часто нужно знать не только величину, но и **направление** скорости:

- газодинамические машины — турбины, компрессоры
- каналы
- рабочие части аэродинамических труб, где поток не должен быть скошенным

Для этого применяют **угломерные насадки**. Их основная характеристика — чувствительность к углам скоса.

На цилиндре в точке под углом ϕ ≈ 45° к набегающему потоку давление меняется наиболее резко.



Распределение давления по цилиндру (потенциальное обтекание)

Чувствительность к углу скоса

Обычная трубка Пито

Нечувствительна к скосу до α = (10–15)° и очень чувствительна при α = (45–60)°.

Срез под 45°

Если срезать приёмное отверстие трубки Пито под углом ϕ = 45°, получится трубка, чувствительная к изменению угла скоса.

Вывод

Приёмные отверстия угломерных насадков должны располагаться **под углом к геометрической оси** приёмника.

Трёхканальный насадок

В двумерных потоках величину и направление скорости измеряют **трёхканальным (трубчатым)** и **цилиндрическим** насадками.

- три трубки спаяны вместе в одной плоскости
- боковые трубки 1 и 3 срезаны под углом
- центральная трубка 2 воспринимает давление торможения

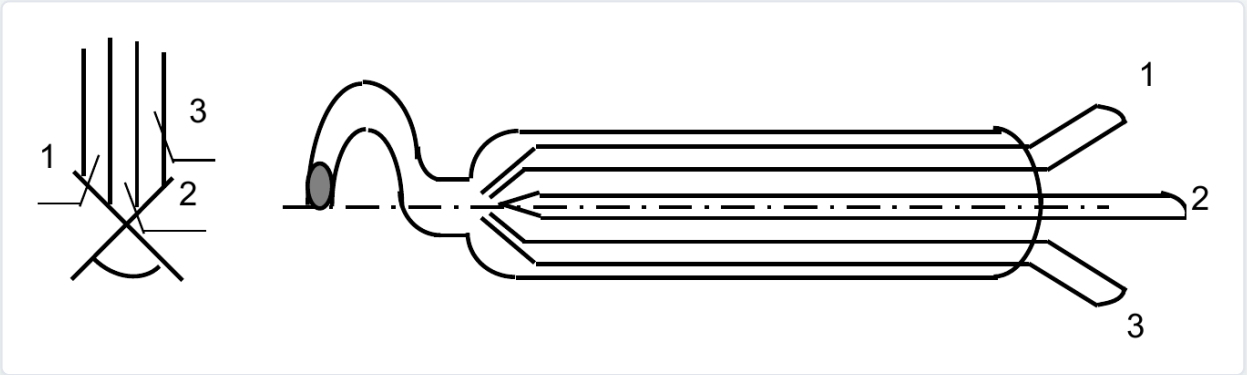


Рисунок 6.1. Схема отверстий и общий вид трёхканального насадка

Измерение методом поворота

1. Вносят насадок в поток и соединяют трубки с манометрами.

2. Поворачивают приёмник вокруг оси, пока показания боковых отверстий 1 и 3 не станут **одинаковыми**.

3. В этом положении центральная трубка 2 направлена **по вектору скорости**.

4. Угол поворота отсчитывают по **лимбу** — устройству для фиксации угла поворота.

5. По показаниям отверстий и коэффициенту тарировки вычисляют величину скорости.

Коэффициенты трёхканального насадка

Коэффициент тарировки по скорости (P′ = P_1 = P_3 — показания боковых отверстий, P_2 — центрального):

$$\xi = \frac{\rho V^2}{2(P_2 - P')} = \frac{P_0 - P}{P_2 - P'} \qquad (6.1)$$

Чувствительность к углу скоса — угломерный коэффициент:

$$\chi_\alpha = \frac{P_3 - P_1}{2P_2 - (P_1 + P_3)} \qquad (6.2)$$

При угле раствора 2ф = 90° зависимость χ_α(α) линейна и симметрична: оба боковых отверстия одинаково чувствительны.

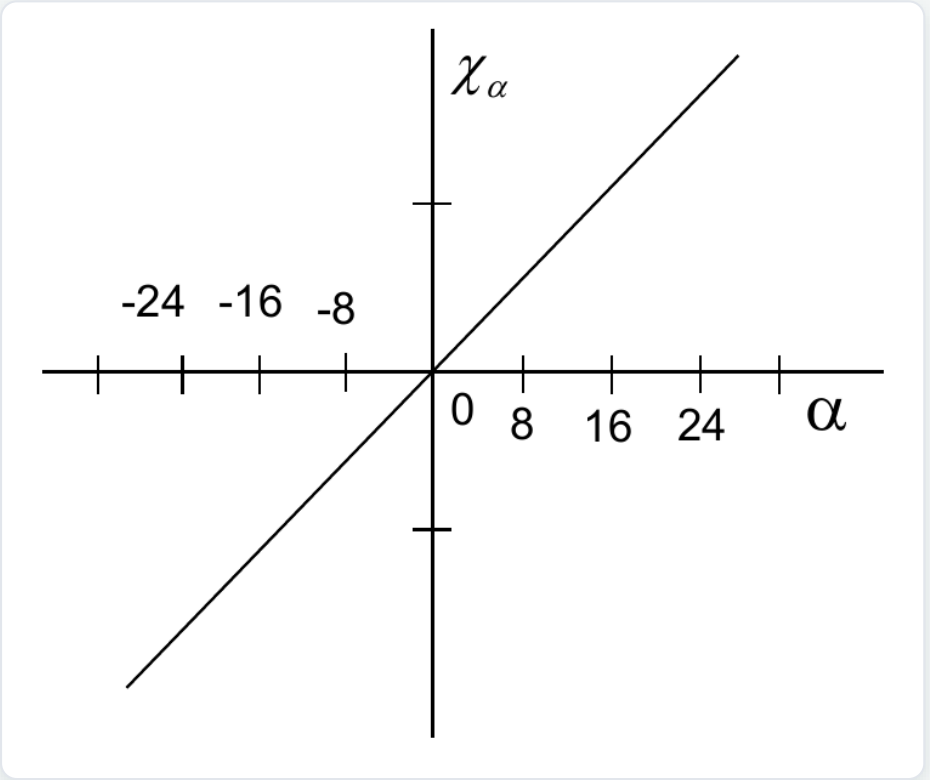


Рисунок 6.2. Зависимость χ_α от угла скоса

Цилиндрический насадок

На боковой поверхности цилиндра — **три отверстия**: два боковых (1 и 3) симметрично относительно центрального (2).

- малая протяжённость в направлении потока
- широко используется при измерении дозвуковых потоков
- угол между боковыми отверстиями 2ф

Направление определяется так же: насадок поворачивают до равенства давлений в отверстиях 1 и 3.

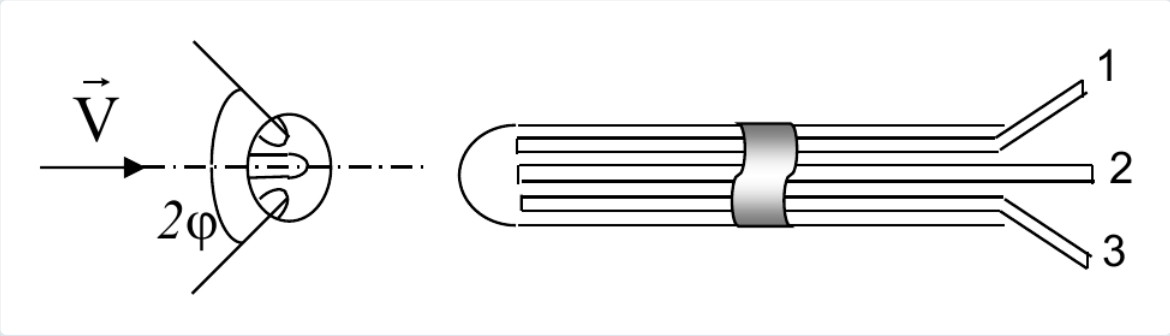


Рисунок 6.3. Схема цилиндрического насадка

Характеристики цилиндрического насадка

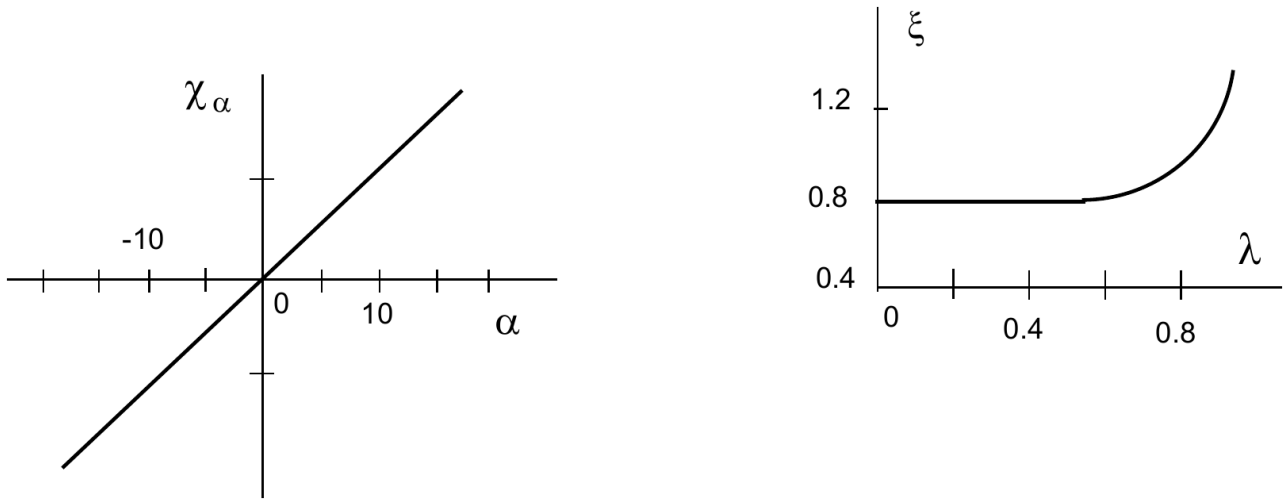


Рисунок 6.4. Зависимость χ_α от α и ξ от λ

Угол скоса

Угломерный коэффициент χ_α линейно зависит от α до 20°.

Скорость

Коэффициент ξ остаётся постоянным до λ = 0,4 (λ — приведённая скорость).

В этих диапазонах цилиндрический насадок позволяет определить и величину скорости, и её направление.

Сравнение угломерных насадков

Признак	Трёхканальный	Цилиндрический
Приёмная часть	Три спаянные трубки, боковые срезаны под углом	Цилиндр с тремя отверстиями на боковой поверхности
Протяжённость вдоль потока	Больше	Малая
Характеристика по углу	$\chi_\alpha(\alpha)$ линейна при $2\phi = 90°$	$\chi_\alpha(\alpha)$ линейна до 20°
Измерение скорости	По коэффициенту ξ (6.1)	ξ постоянен до $\lambda = 0{,}4$
Применение	Двумерные потоки	Дозвуковые потоки, стеснённые условия

Заключение и вопросы для самоконтроля

Выводы

1. Направление скорости измеряют угломерными насадками.
2. Отверстия угломерных насадков расположены под углом к оси приёмника.
3. Трёхканальный насадок ориентируют по равенству давлений в боковых трубках.
4. Угломерный коэффициент $\chi_\alpha = (P_3 - P_1)/(2P_2 - (P_1 + P_3))$.
5. Цилиндрический насадок линеен по углу до 20°, $\xi = \text{const}$ до $\lambda = 0{,}4$.

Контрольные вопросы

1. Почему важно знать направление потока в рабочей части трубы?
2. Почему отверстие под 45° чувствительно к скосу?
3. Как устроен трёхканальный насадок?
4. Как определить направление скорости методом поворота?
5. Запишите формулы коэффициентов ξ и χ_α.
6. Каковы рабочие диапазоны цилиндрического насадка?