

VIII Российская конференция
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ
В АЭРОАКУСТИКЕ И АЭРОДИНАМИКЕ



20—25 сентября 2021 г., ГЕЛЕНДЖИК



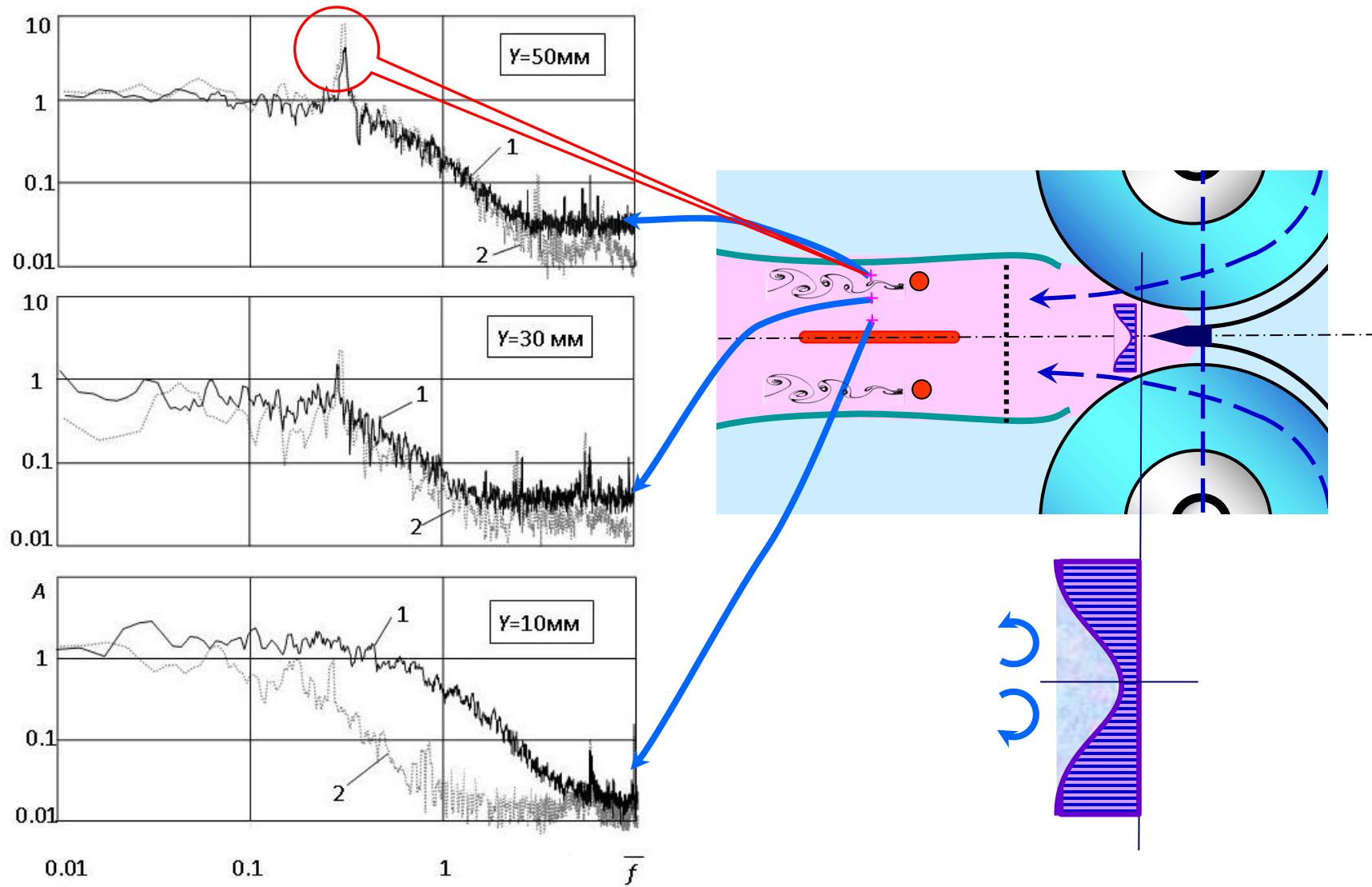
ТЕЧЕНИЕ КУЭТТА В ПОЛУКОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ

В.А. Лебига, А.Ю. Пак, Д.С. Миронов, В.Н. Зиновьев



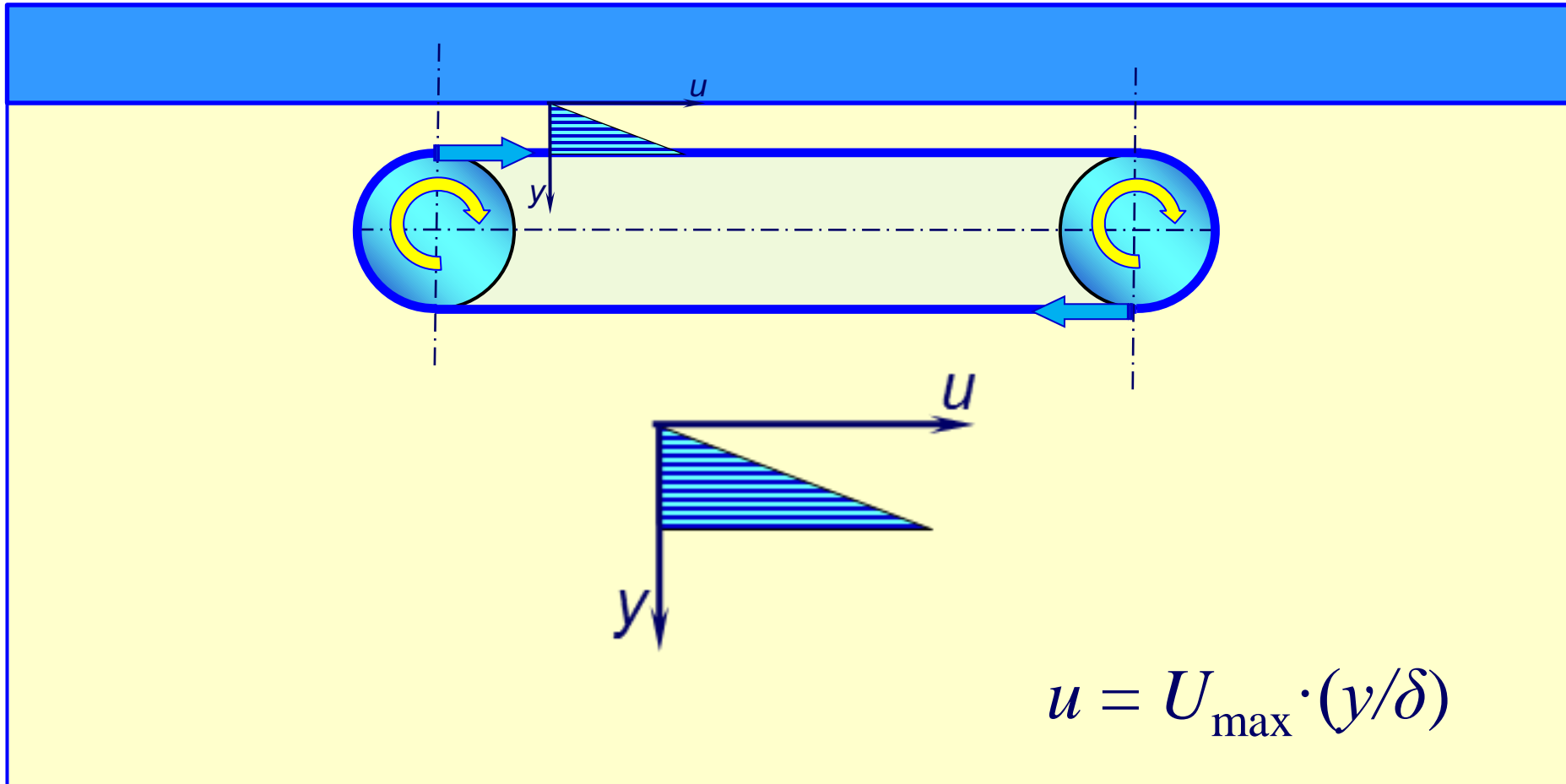
*Институт теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, 630090*

- ***Мотивация***
- ***Плоское течение Куэтта***
- ***Течение Куэтта в кольцевом канале***
- ***Экспериментальная установка***
- ***Результаты измерений характеристик потока***
- ***Примеры применения***
- ***Заключение***

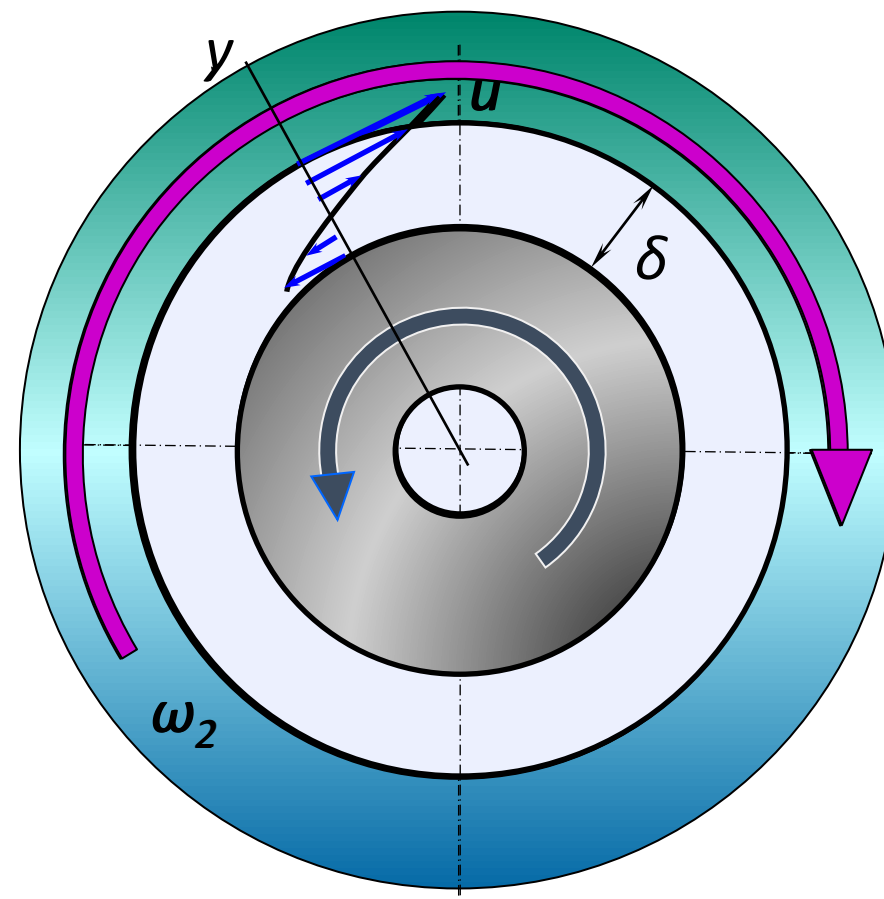
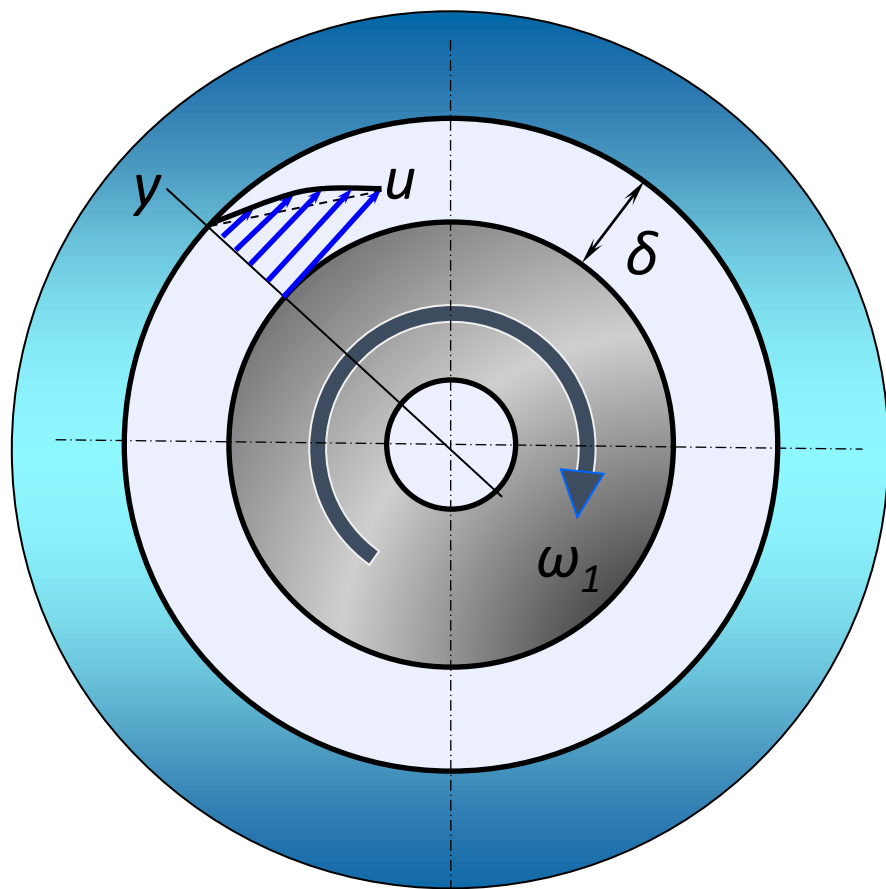


1 – без сетки, 2 – с сеткой

Плоское течение Куэтта



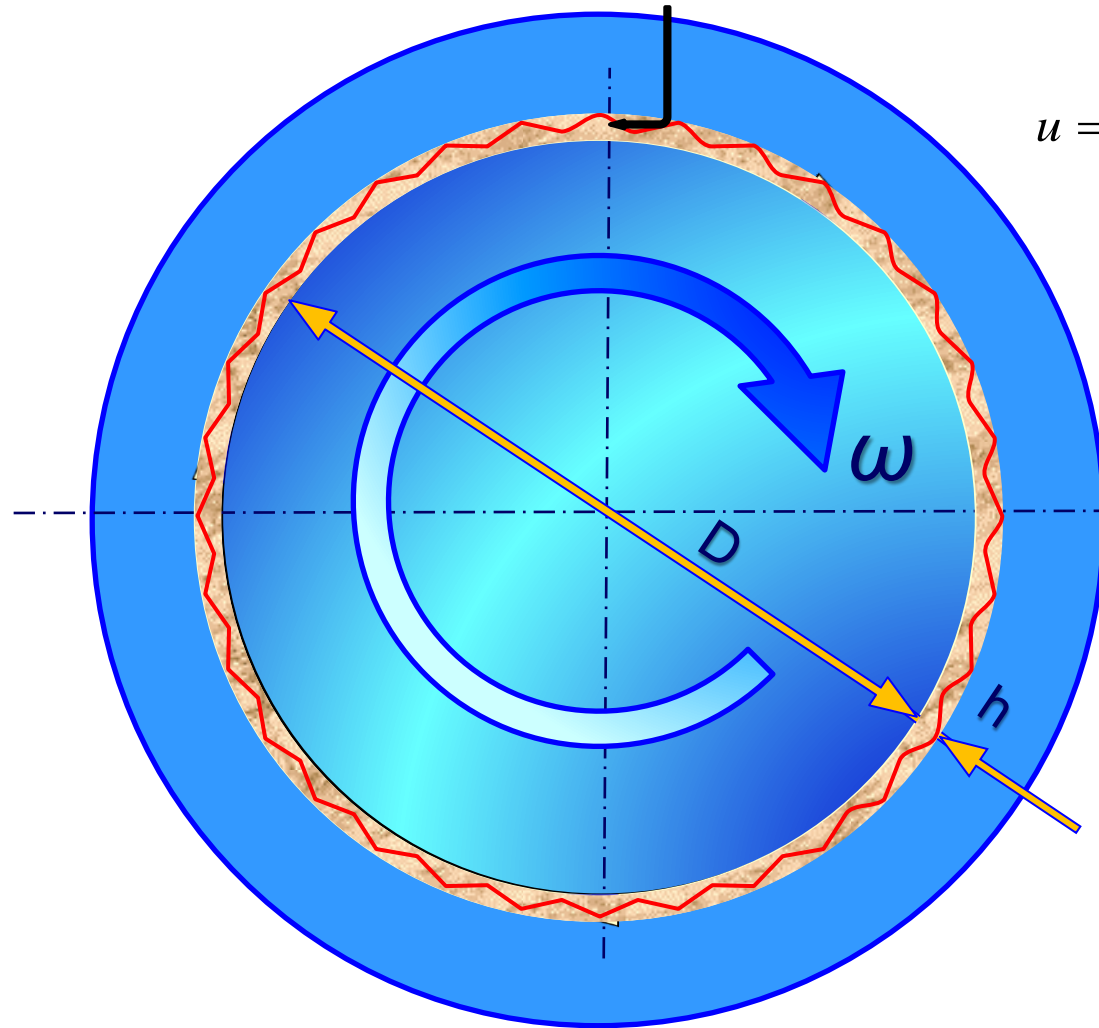
Течение Куэтта в кольцевом канале



Течение Куэтта в кольцевом канале

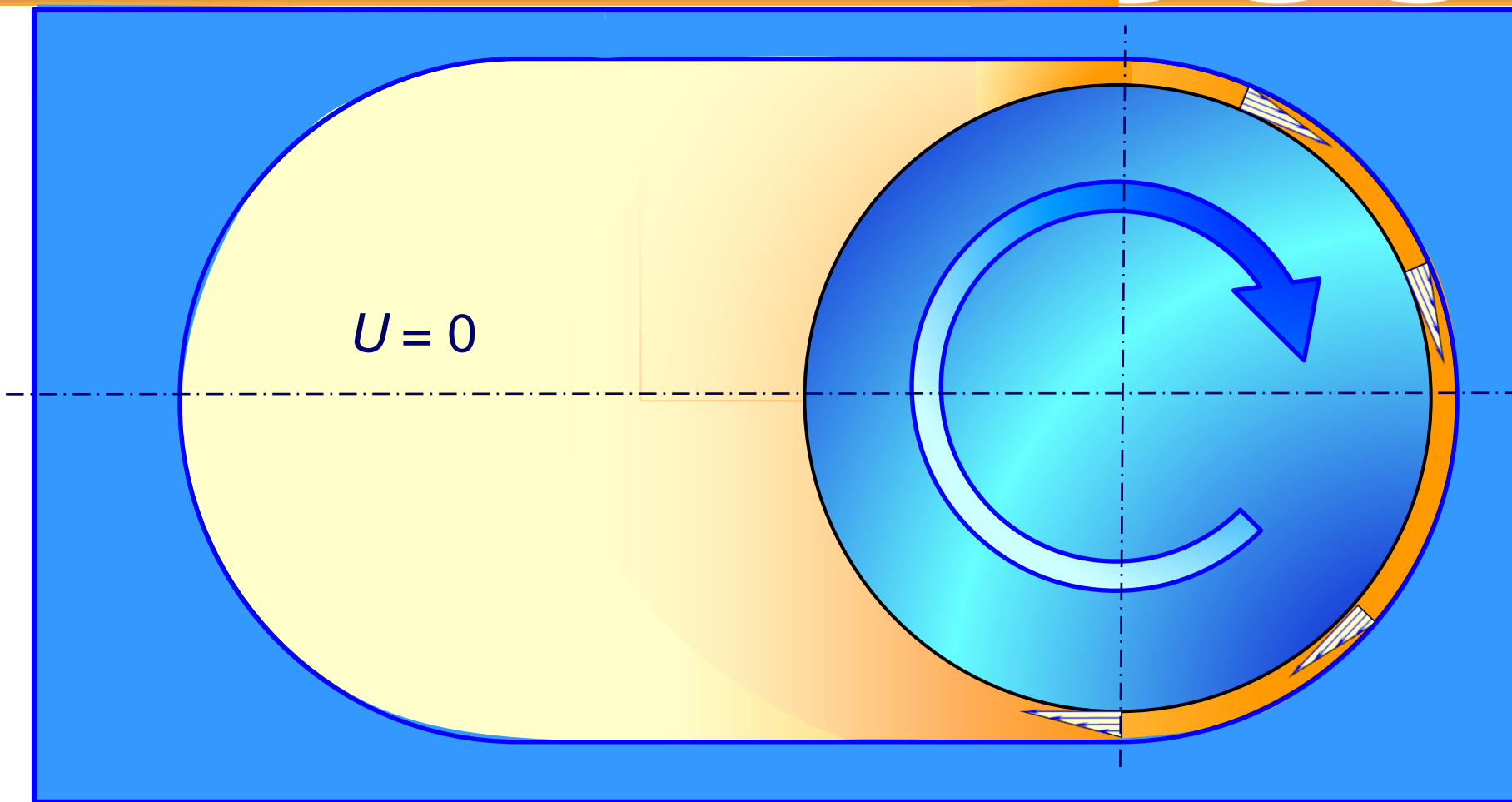
Профиль скорости нелинейный

$$u = \frac{\omega R^2}{R+y} \left(1 - \frac{(2R+y)y}{(2R+\delta)\delta} \right) \quad U_{\max} = \omega R$$



Возможно образование вихрей Тейлора

$$Ta = \frac{\rho U \delta}{\mu} \sqrt{\frac{\delta}{R}} = Re_{\delta} \sqrt{\frac{\delta}{R}} \geq 41.3$$

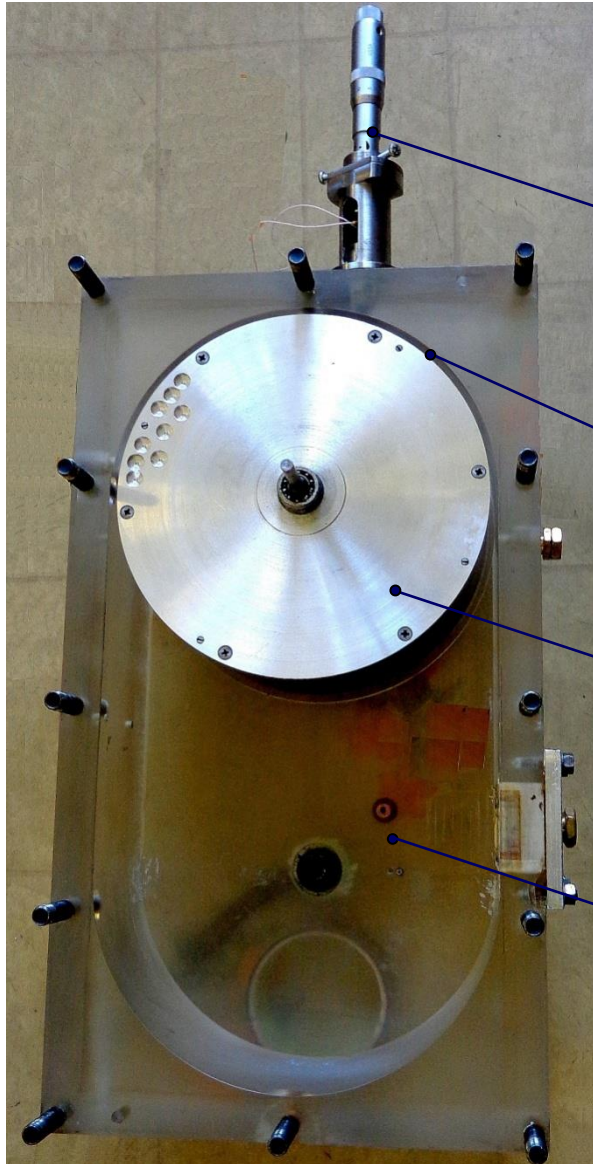


Данная конструкция позволяет:

- *изменять числа Re и Kn за счет изменения давления и скорости вращения цилиндра;*
- *использовать различные газы и смеси;*
- *управлять свойствами поверхностей (шероховатость, проницаемость и т.д.);*
- *управлять тепло/массообменом (нагрев/охлаждение поверхностей, вдув/отсос);*
- *...*

Экспериментальная установка

Стенд для моделирования течения Куэтта в криволинейном канале



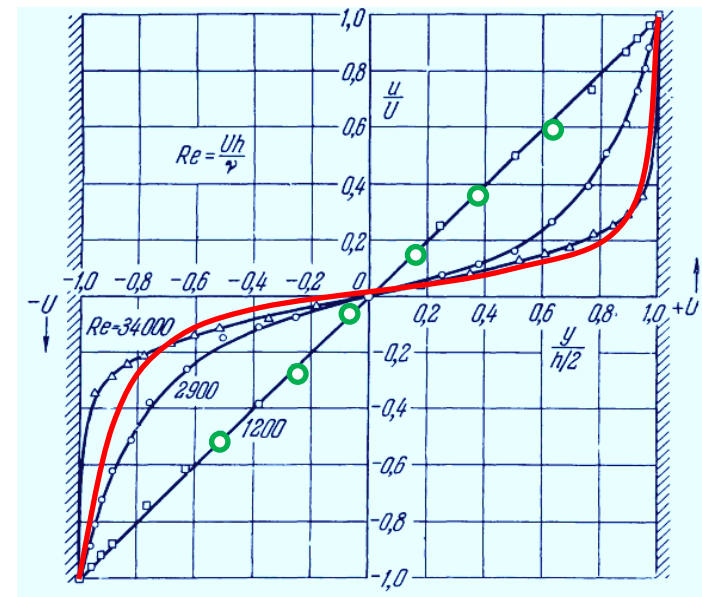
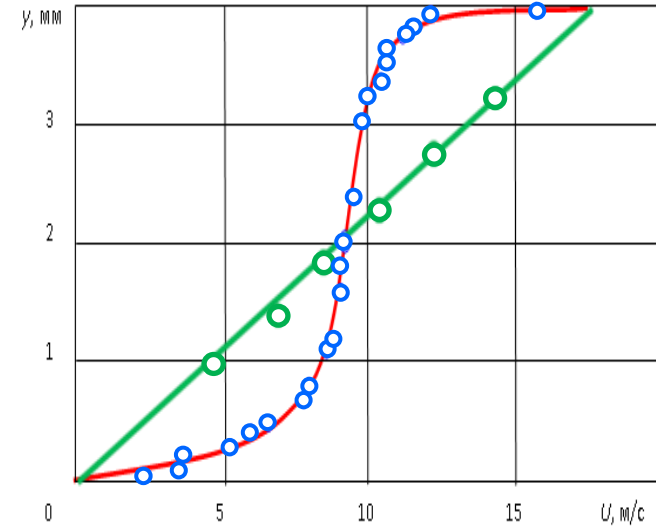
микрокоординатник

полукольцевой канал

вращающийся цилиндр

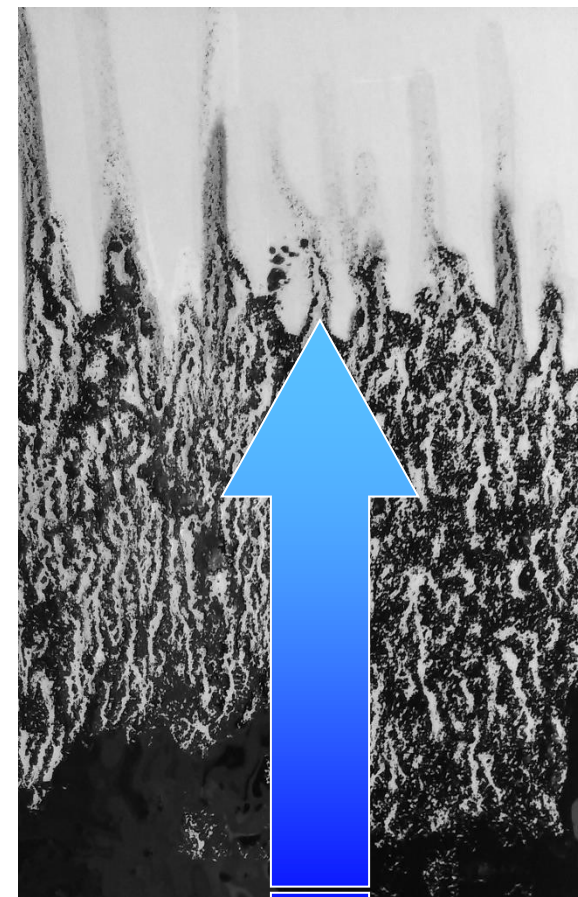
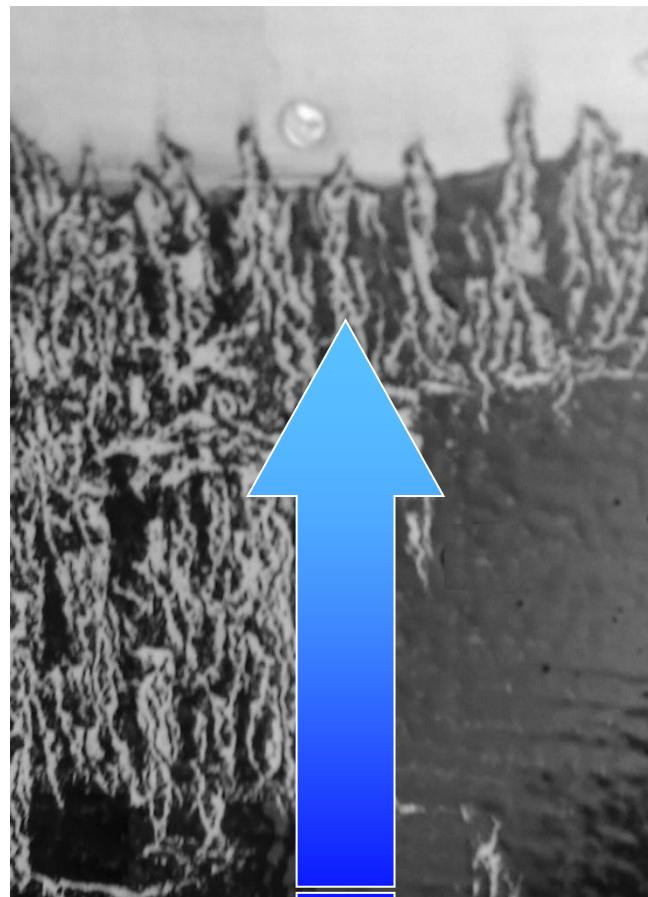
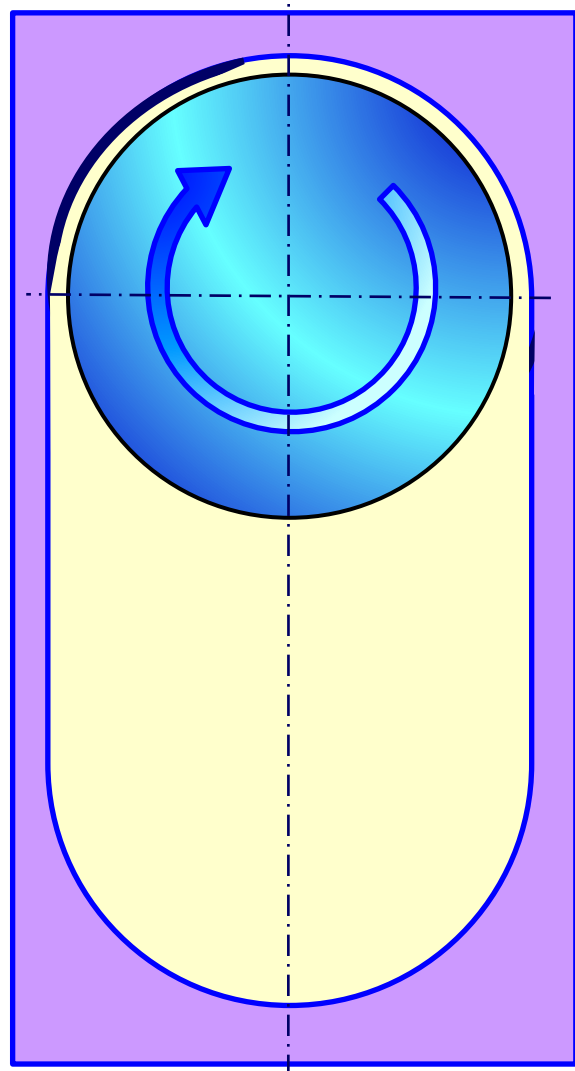
успокоительная камера

Диаметр цилиндра – 200 мм,
Высота цилиндра – 100 мм,
Криволинейный канал – 4 мм

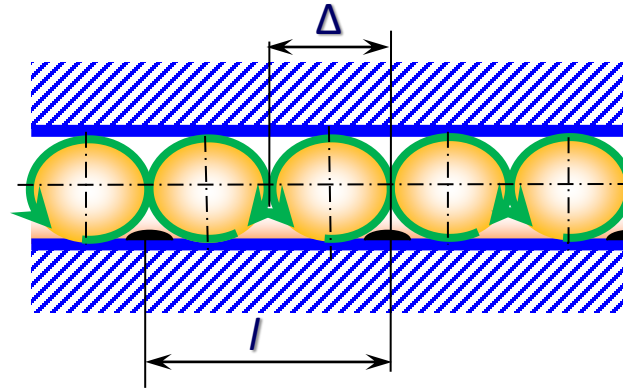
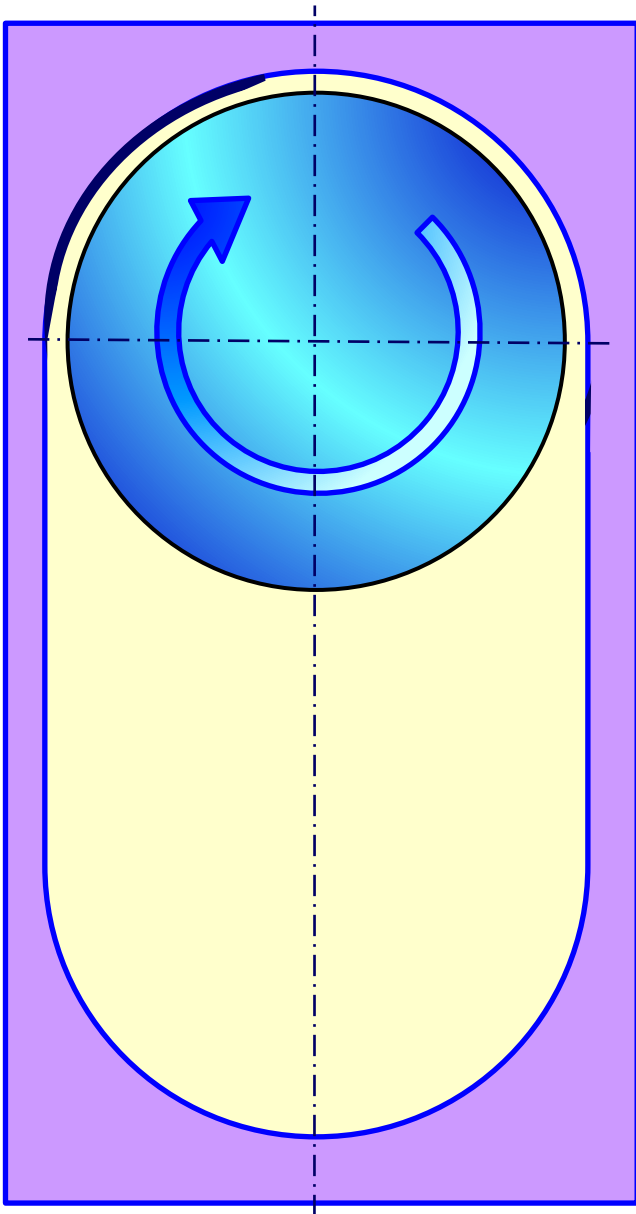




Маслосажевая визуализация

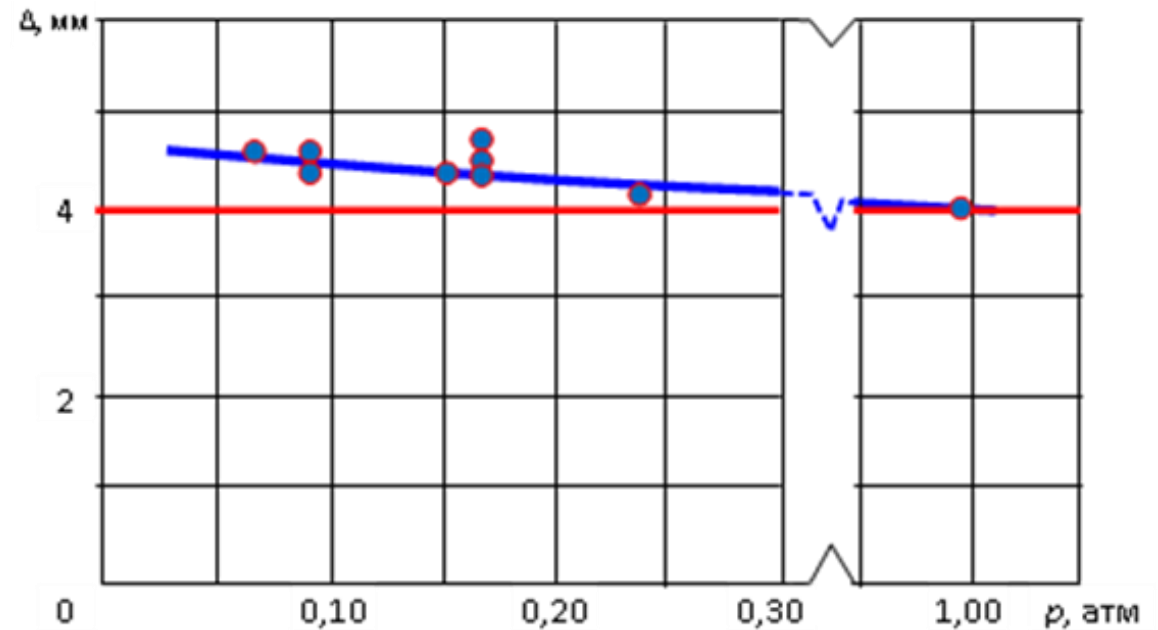


Размер вихрей Тейлора



$$\Delta = \frac{l}{2} = \frac{L}{2(n-1)}$$

- L - расстояние между крайними полосами,
- n - количество полос,
- l - расстояние между соседними полосами,
- Δ - размер вихря по образующей цилиндра (поперечное сечение)

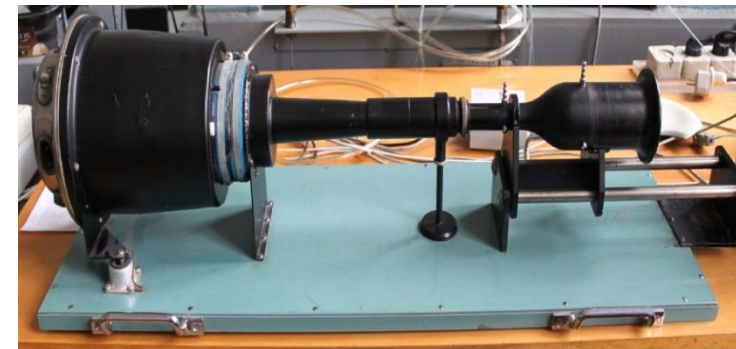
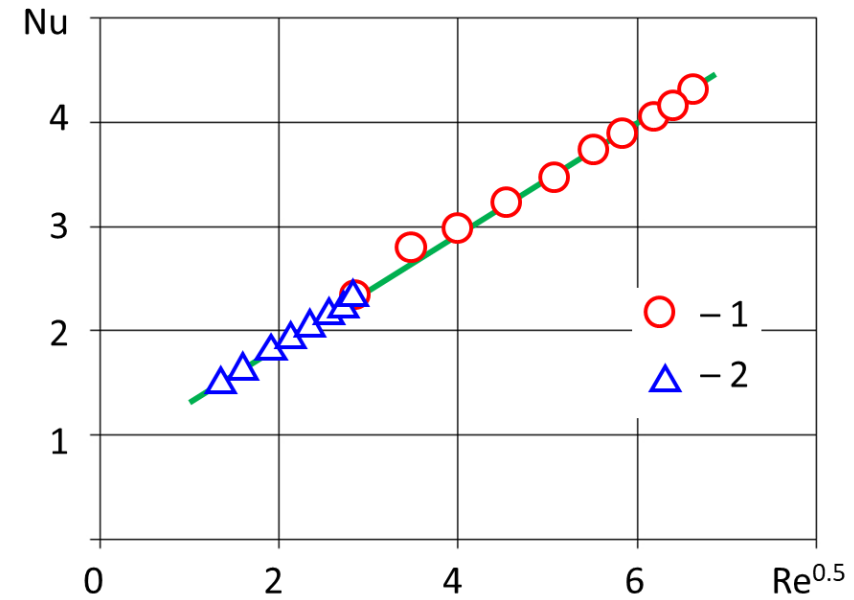


*Некоторые результаты,
полученные с использованием
данного стенда*

Тарировка датчика термоанемометра

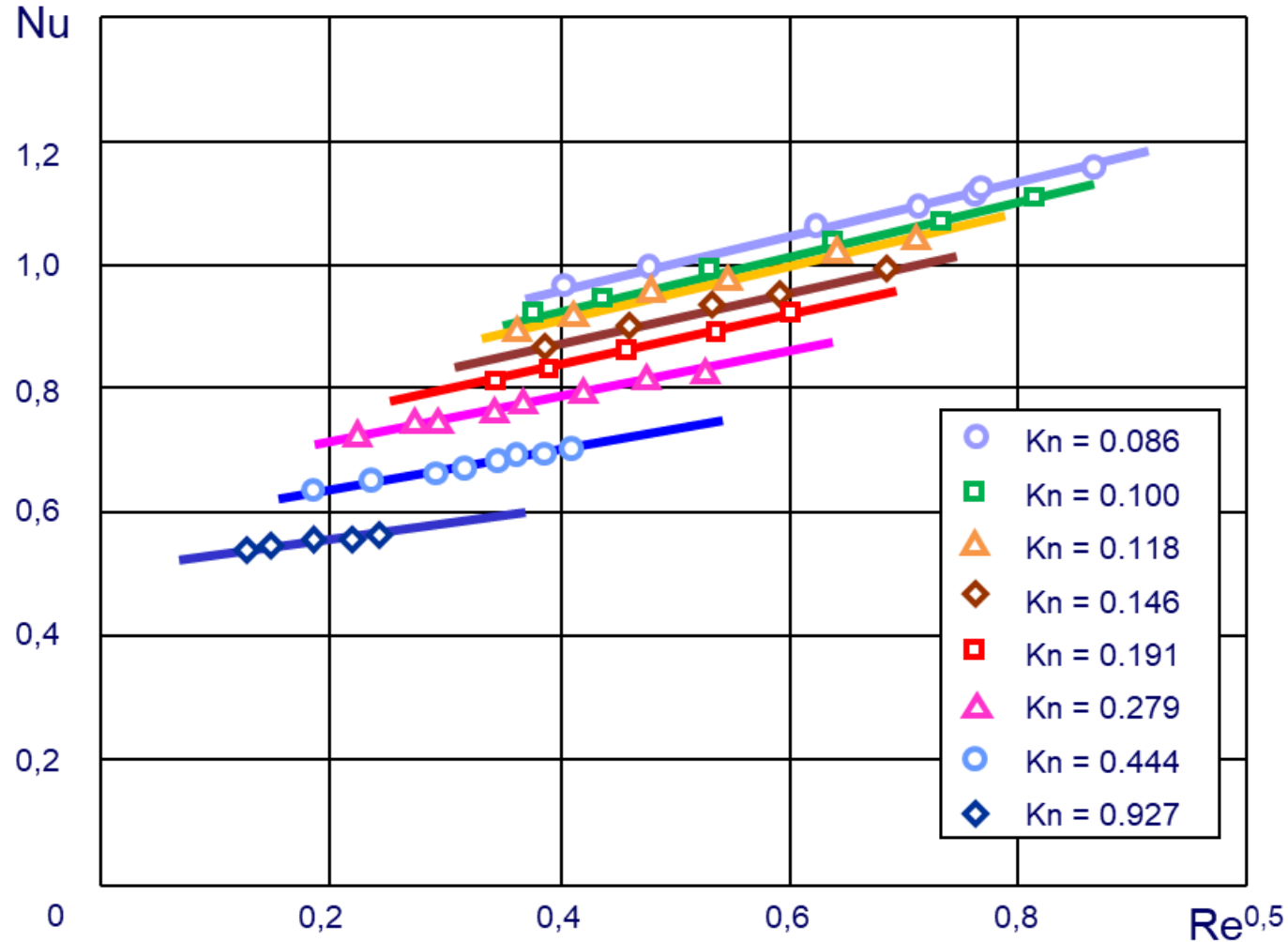


1 – Стенд для моделирования течения Куэтта



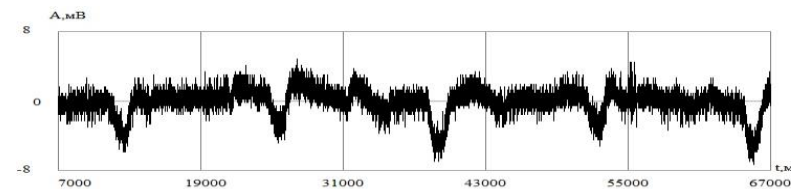
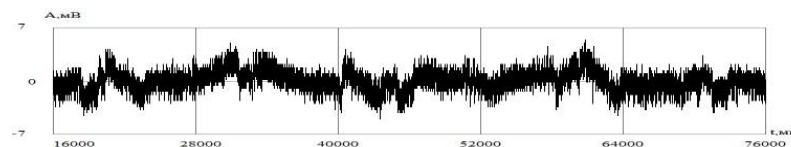
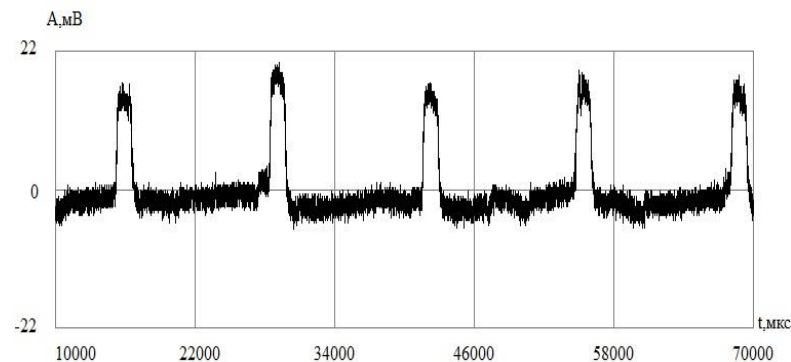
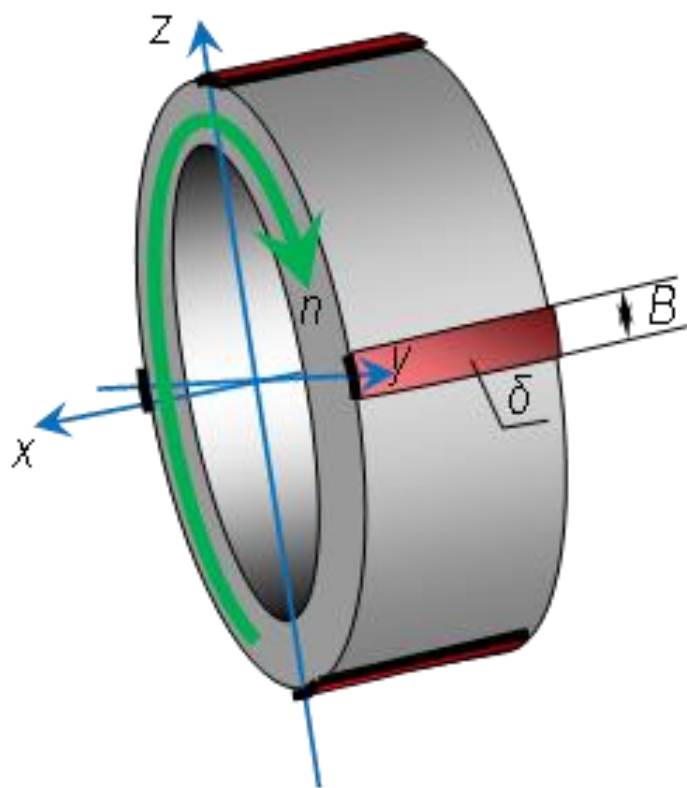
2 – Тарировочная установка DISA 55D41/42

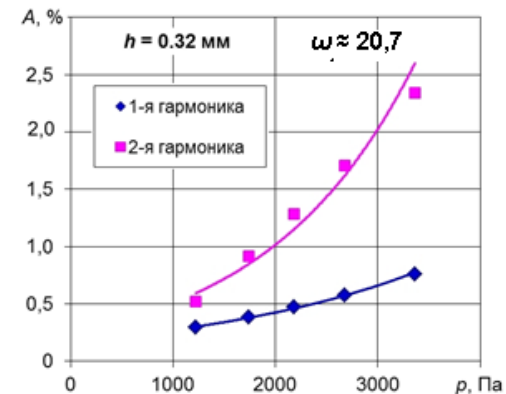
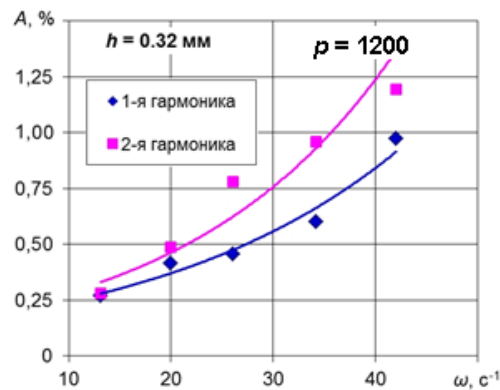
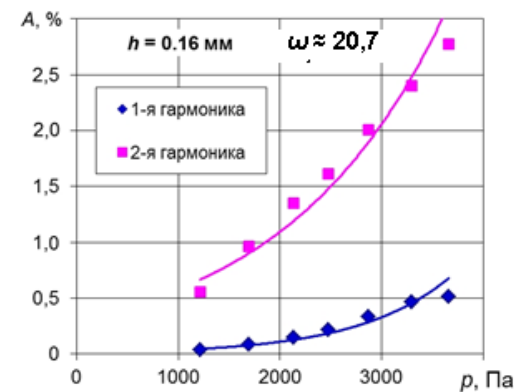
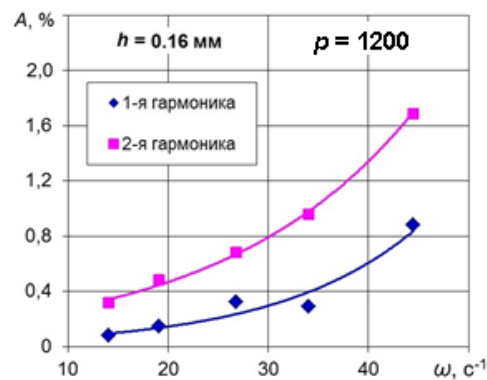
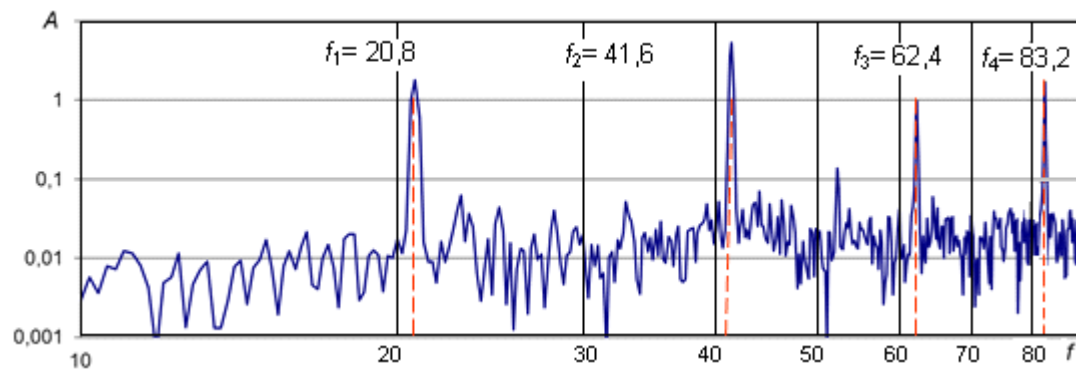
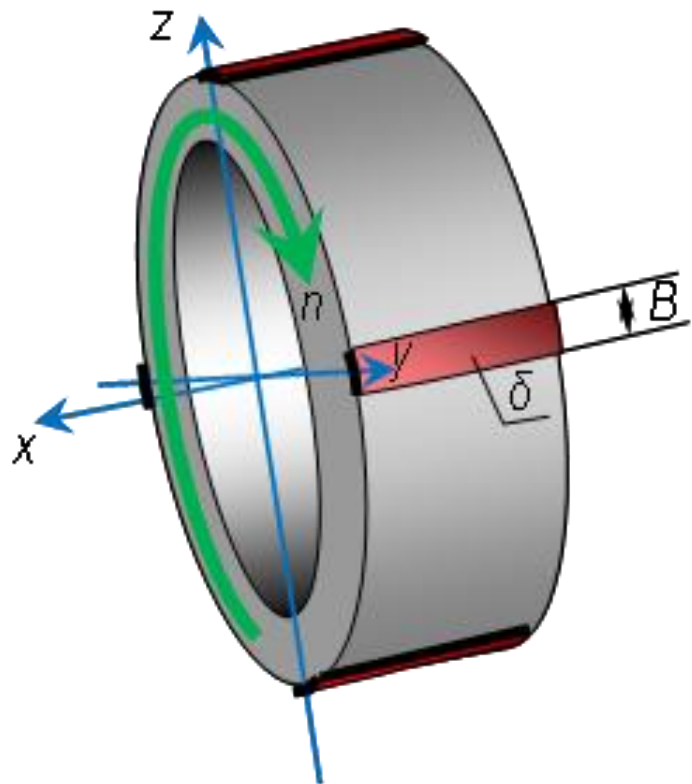
Влияние числа Кнудсена на теплообмен между нагретой поперечнообтекаемой нитью и потоком



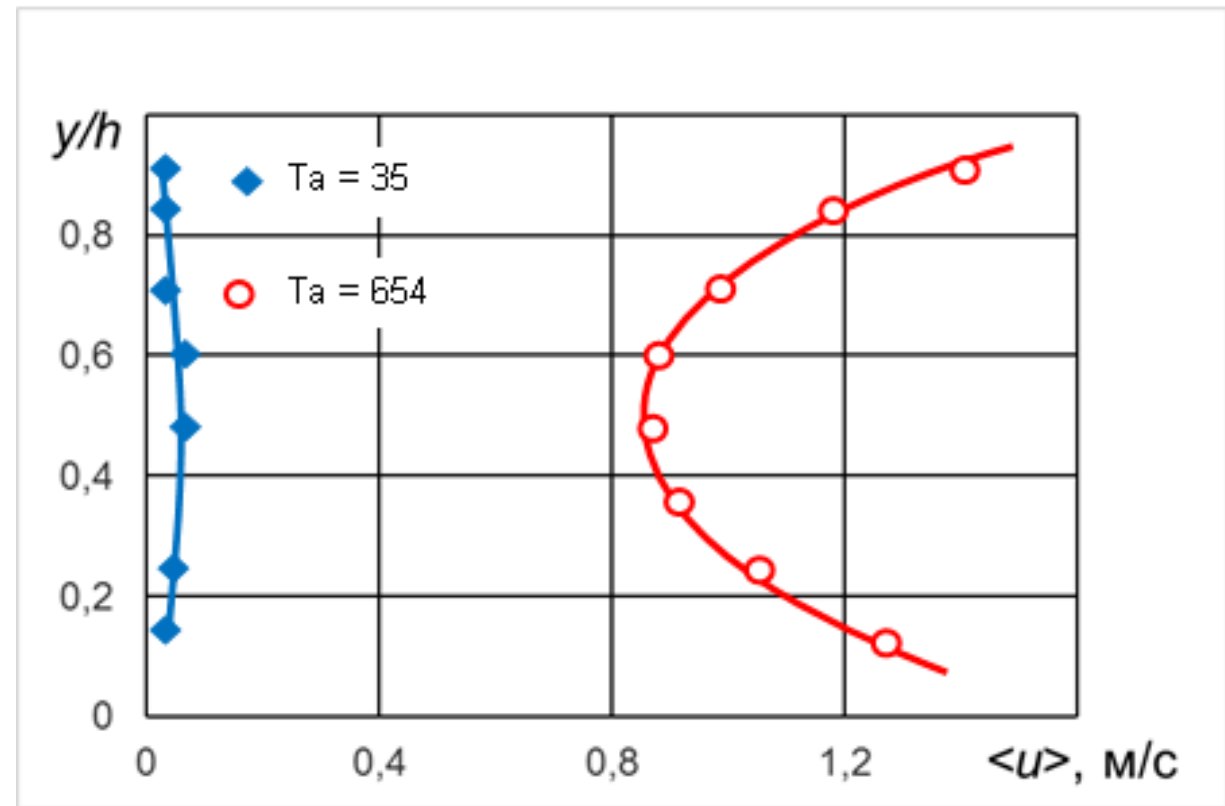
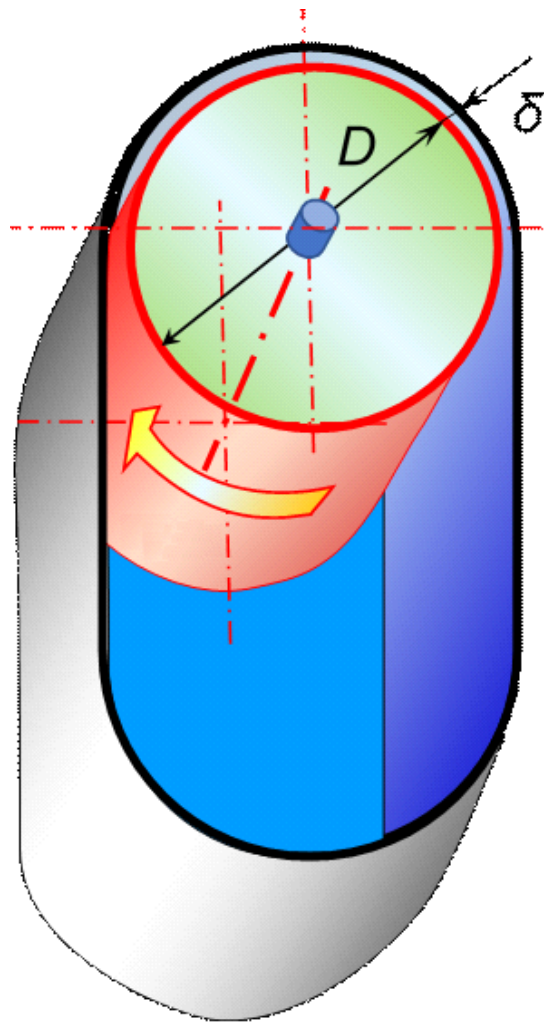


Влияние локализованных выступов



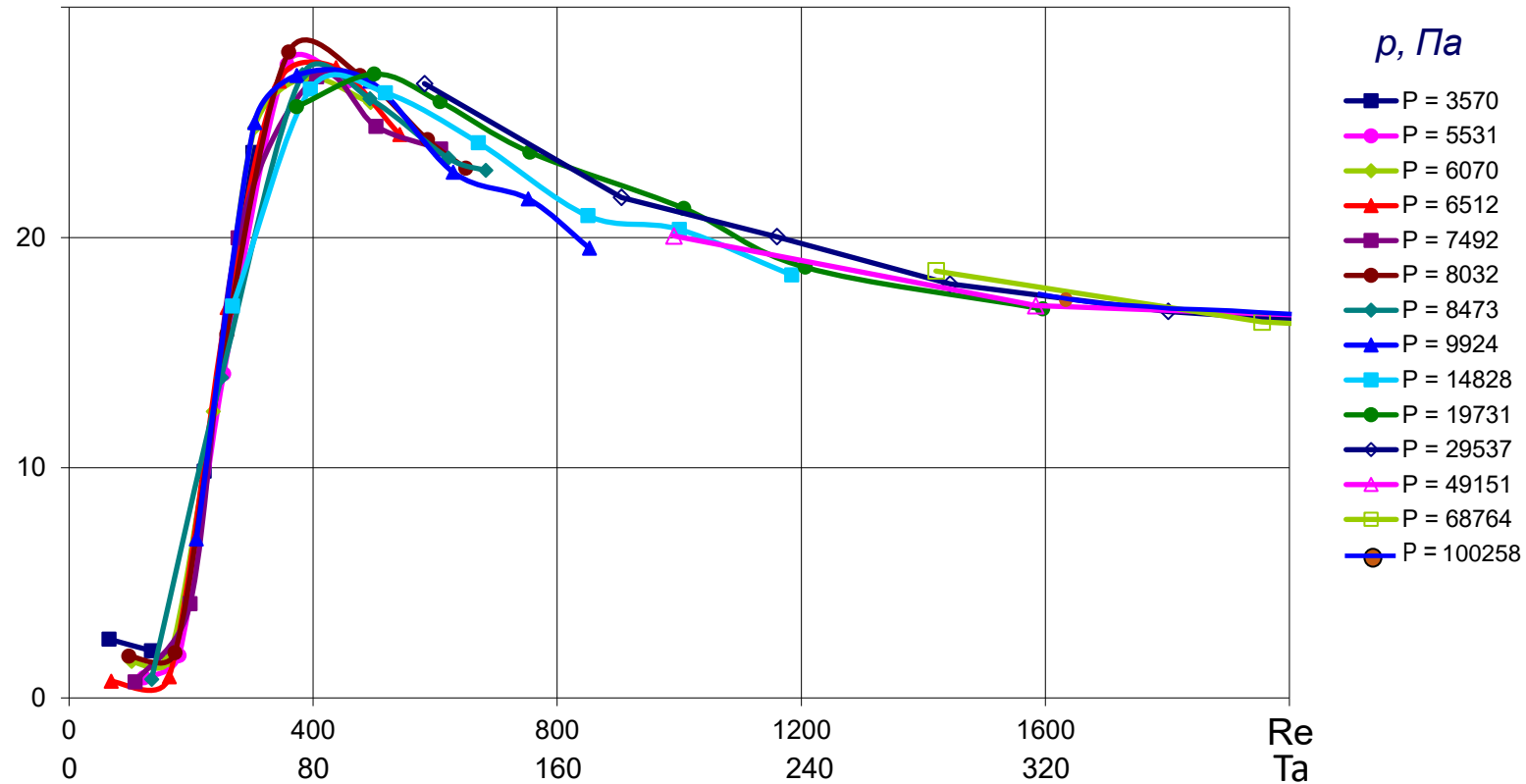


Пульсации скорости в канале



Пульсации скорости на центральной линии канала

$\langle u \rangle$, %



$$Ta = \frac{\rho U \delta}{\mu} \sqrt{\frac{\delta}{R}} = Re_{\delta} \sqrt{\frac{\delta}{R}} \geq 41.3$$

$$Ta = Re_{\delta} \sqrt{\frac{\delta}{R}} = 0.2 Re_{\delta}$$

Заключение:

- в полукольцевом канале возможно создание условий для моделирования как плоского, так и кругового течения Куэтта;
- впервые появилась возможность исследования характеристик кругового течения Куэтта с помощью датчиков, вводимых в поток;
- созданная установка позволяет моделировать течение при различных условиях на стенках цилиндра и параметрах рабочего газа;
- течение Куэтта в полукольцевом канале может использоваться в широком диапазоне параметров потока для тарировок датчиков термоанемометра.

Данные исследования профинансированы за счёт гранта РФФИ № 21-58-52013 МНТ_а для тарировок датчиков термоанемометра при измерениях в потоках вблизи цилиндров.

Спасибо за внимание!