

Санкт-Петербургский государственный  
политехнический университет  
Кафедра гидроаэродинамики

## Отчёт по вычислительной лабораторной работе № 1

Дисциплина: Численные методы гидродинамики

Тема: Расчёт течения в начальном участке плоского канала

Выполнил студент гр. 5037/1 ..... А. В. Игнатьев

Принял преподаватель, асс. .... Н. Г. Иванов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009 г.

### Задание

Выполнить расчёт стационарного ламинарного течения несжимаемой жидкости в начальном участке плоского канала для разных значений числа Рейнольдса; сопоставить расчётные длину начального участка и коэффициент сопротивления развитого течения с результатами аналитического решения.

### Постановка вычислительной задачи

Расчётная область представляет собой плоский канал размером  $1 \times 20$ ; на входной границе задана безразмерная скорость  $V = 1$ , на выходной – уровень безразмерного давления  $P = 0$ . Вид области и расчётная сетка показаны на рис. 1. Задача решалась для чисел Рейнольдса  $Re = 100, 200$  и  $500$ .

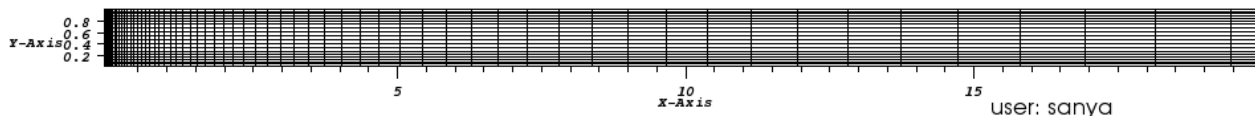


Рис. 1. Расчётная сетка

Для каждого из случаев были построены по численному расчёту двумерные поля скоростей и давлений, а также одномерные поля коэффициента трения на стенках.

### Анализ результатов

Течение можно условно разделить на два участка: начальный с резко меняющимся по длине характером и участок развитого течения с практически не изменяющимся по длине профилем скорости (с исчезающе малыми  $y$ -компонентами) и плавно убывающим

давлением (рис. 2). Длина начального участка может быть оценена по месту достижения 95% максимальной скорости и по аналитическому решению близка к  $0,04\text{Re}$ . Падение давления обусловлено трением в толще жидкости и может быть определено по формуле

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = \frac{\lambda}{H} \cdot \frac{\rho V_{\text{ср}}^2}{2}, \quad (1)$$

где  $\Delta p$ ,  $\Delta L$  – падение давления (среднего по сечению) и длина участка;  $H$  – ширина канала;  $\rho$  – плотность жидкости;  $V_{\text{ср}}$  – средняя по сечению скорость;  $\lambda$  – коэффициент сопротивления; согласно теории на участке развитого течения  $\lambda = 2C_f$ , где  $C_f$  – коэффициент трения на стенке канала (оценка:  $\lambda = 24/\text{Re}$ ). По формуле (1),  $\lambda$  выражается через безразмерные величины как  $2 \cdot \Delta \bar{p} / \Delta \bar{L}$ .

Результаты анализа представлены в таблице.

Т а б л и ц а . Результаты анализа

Число Рейнольдса Re	Длина начального участка $L_{\text{нач}}$		Коэффициент сопротивления $\lambda$ на участке развитого течения		
	числ.реш.	аналит.реш.	по наклону	теория	$2C_{f \min}$
100	2,7	4,0	0,243	0,240	0,239
200	12,6	8,0	0,058	0,120	0,119
500		20,0		0,048	0,049

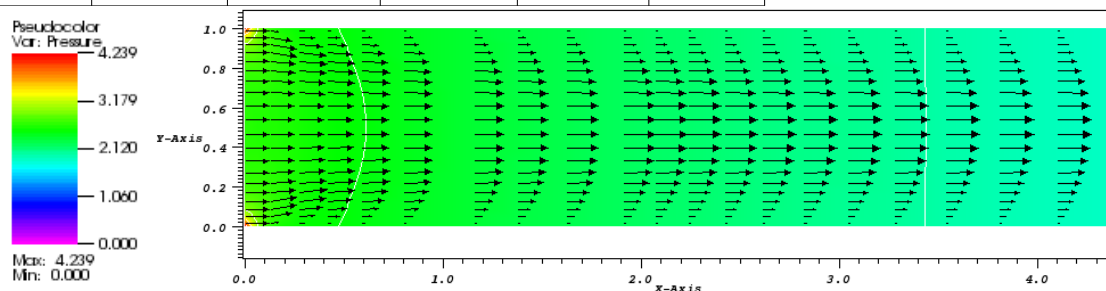


Рис. 2. Переход к установившемуся течению и изменение профилей скорости и давления на начальном участке ( $\text{Re} = 100$ )

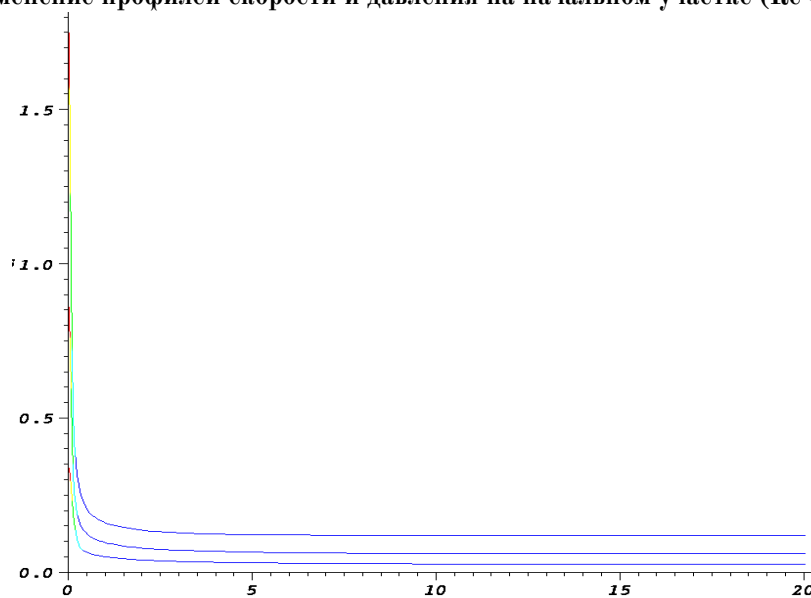


Рис. 3. Коэффициент трения на стенке

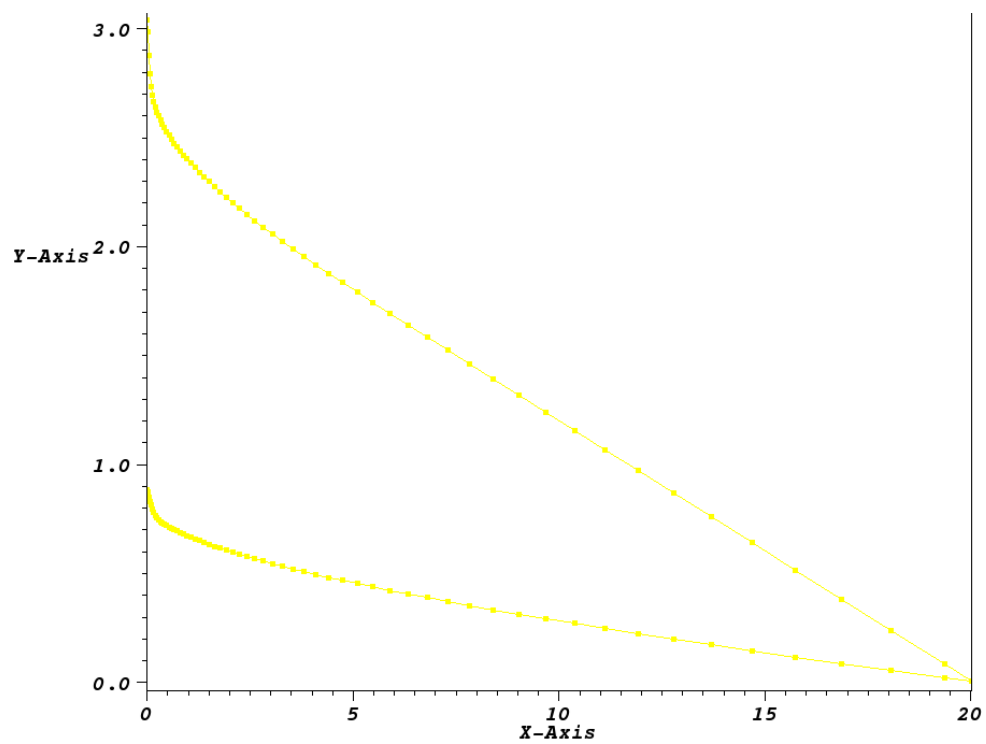


Рис. 4. Графики падения среднего давления