

процессором IntelCorei5, 2.3 ГГц, ОЗУ 4 Гб. При этом использовался ламинарный режим течения. Общее количество ячеек 383678 для выполнения расчета требовалось порядка 3-4 часов.

Дальнейшая работа заключается в использовании PIV метода для визуализации вихревых потоков.

УДК 536.25

## ЧИСЛЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ПРОЦЕССА В ВЕРТИКАЛЬНОМ ЦИЛИНДРЕ БОЛЬШОГО УДЛИНЕНИЯ ПРИ ПОСТОЯННОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ ГРАДИЕНТЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

© 2012 В.Г. Шахов, А. С. Хорошев

Самарский государственный аэрокосмический университет

## NUMERICAL STUDY OF NATURAL CONVECTION IN LONG VERTICAL CYLINDER AT CONSTANT VERTICAL GRADIENT OF TEMPERATURE ON LATERAL SURFACE

© 2012 V. G. Shakhov, A.S. Khoroshev

Samara State Aerospace University

Buoyancy-induced flow of water in the long vertical cylinder is studied. CFD (Computational Fluid Dynamics) tools (Ansys CFX) is used. Influence of aspect ratio and difference of temperatures on wall of the cylinder on intensity of buoyancy-induced flow is analysed.

Исследуется свободно-конвективное движение жидкости в длинном вертикальном цилиндре (удлинение от 60 до 200). Движение смоделировано средствами CFD (вычислительная гидродинамика) в пакете AnsysCFX. Проанализировано влияние удлинения и перепада температур на стенке цилиндра на интенсивность конвективного течения.

Граничные условия:

7. Условие прилипания на стенках (Скорость на стенке равна нулю).

8. Торцы предполагаем теплоизолированными.

9. На стенках поддерживается температура  $T_w(z) = T_0 - \gamma |z|/h$ , где  $\gamma$  - градиент температуры в направлении продольной оси (оси  $z$ ) постоянен, а  $T_0$  температура у основания цилиндра.

10. Объем замкнутый.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. – М.: Машиностроение, 1969. – 183 с.

2. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. – М.: Бинوم, 2004. – 289 с.

Основные уравнения решаются методом конечных объемов.

Проанализировано влияние на форму конвективного движения числа Рэлея для значений от  $3 \cdot 10^3$  до  $3 \cdot 10^5$ . Определено критическое число Рэлея начала конвективного движения.

В таблице представлены значения чисел Рэлея, среднее значение модуля вертикальной составляющей вектора скорости  $V_z^{ср\text{едн}}$ , и ее максимальное значение  $V_z^{\text{макс}}$ .

Анализ полученных результатов позволяет выделить три типа течения (см. рис.).

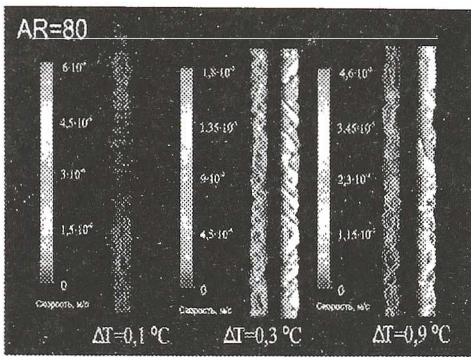


Рисунок. - Линии тока и изовеллы вертикальной составляющей вектора скорости для цилиндра удлинением 80 и трех перепадов температур. Фиолетовые изовеллы – скорость направлена вниз. Величина скорости соответствует цвету.

Первый тип – отсутствие движения ( $\Delta t = 0,1^{\circ}C$ ). Второй тип – упорядоченное винтовое движение ( $\Delta t = 0,3^{\circ}C$ ) со сменой направлений закрутки. Третий тип – сложное движение ( $\Delta t = 0,9^{\circ}C$ ). Движение, возникающее в цилиндре удлинением 100 при перепаде  $\Delta t = 0,9^{\circ}C$  было отнесено к переходному режиму. Наблюдается явная линейная зависимость средней по сечению вертикальной скорости от числа Рэлея (за исключением значений  $Ra$ , соответствующих отсутствию движения).

		Удлинение		
		60	80	
Перепад температур, °C	0,1	$Ra$	4039	3029
		$V_{max}$ , м/с	$8 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-6}$
		$V_z^{сред}$ , м/с	$3 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$
	0,3	$Ra$	12116	9087
		$V_{max}$ , м/с	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$
		$V_z^{сред}$ , м/с	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
	0,9	$Ra$	36347	27261
		$V_{max}$ , м/с	$4,9 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$
		$V_z^{сред}$ , м/с	$10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
			Удлинение	
			100	200
	0,1	$Ra$	2423	1211
$V_{max}$ , м/с		$4,6 \cdot 10^{-6}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	
$V_z^{сред}$ , м/с		$6 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-7}$	
0,3	$Ra$	7269	3634	
	$V_{max}$ , м/с	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	
	$V_z^{сред}$ , м/с	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	
0,9	$Ra$	21808	10904	
	$V_{max}$ , м/с	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	
	$V_z^{сред}$ , м/с	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	

Таблица. – Основные параметры конвективного течения для различных удлинений и перепадов температур.

Таким образом для рассмотренных чисел Рэлея существует три типа конвективного движения. При  $Ra \approx 3000$  происходит переход от первого типа ко второму. Точка перехода от второго типа к третьему значительно более размыта и находится при  $Ra \approx 20000$ .

## ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

© 2012 Хрустицкий, К.В., Черепашков А. А.

Вольский механический завод, Вольск  
Самарский государственный технический университет, Самара

## PROBLEMS TO COMPLEX AUTOMATION OF PROCESS PLANING AND NUMERIC CONTROL OF MECHANICAL PROCESSING OF HULLS DETAILS

© 2012 Khrustitskiy K.V., Cherepashkov A.A.

Volsky mechanical plant, Samara state technical university