

Оглоблин Г.В, Бревнов Д.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет,

г. Комсомольск-на - Амуре, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЕ ТЕЛ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

С ПОМОЩЬЮ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДЕТЕКТОРА

Ogloblin G.V, Brevnov D.

Amur State Pedagogical University, Komsomolsk-on-Amur, Russia

SIMULATION OF AIR FLOW AROUND BODIES WITH LCD DETECTOR

It is proposed another way to get the aerodynamic range with a detector based on liquid crystals, cholesteric mesophase with 27-35 °C.

Известно, что при обтекании воздушным потоком твердого тела поток испытывает деформации, это приводит к изменению скорости, давления, температуры и плотности в струйках потока[1]. Воздушный поток становится неоднородным, возникают аэродинамические силы и моменты. Для визуализации физической картины процесса обтекания воздушным потоком тела используют дымканалы, шелковинки, бумажные ленты, оптические методы и т.д. Полученную видимую картинку принято называть аэродинамическим спектром. Нами предлагается ещё один способ, позволяющий также получить аэродинамический спектр с помощью детектора на жидких кристаллах холестерического типа с мезофазой 27-35 °C [2]. Рассмотрим аэродинамические спектры различных тел:

Плоская пластина. Поместим пластину размером 30x30x2мм на детекторе, описанном в работе [2], таким образом, чтобы воздушный поток был нормален к поверхности пластины. Воздушный поток создаётся с помощью фена с заданной средней температурой 40 °C. Если пластина неподвижна и перпендикулярна скорости потока, то на неё действует сила

$$F = C_x \frac{\rho S}{2} V_n^2, \quad (1)$$

где F-сила давления воздушного потока (н), C_x – коэффициент сопротивления, зависящий от формы тела, ρ – плотность воздуха 1,29 ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$), S- площадь поперечного сечения пластины (м^2), V_n – скорость потока воздуха ($\frac{\text{м}}{\text{с}}$). Для тонкой пластины небольших размеров расположенной перпендикулярно воздушному потоку $C_x=1,11$ [3]. Проведем эксперимент и сравним результаты, полученные нами рис.1Б. с результатом полученный традиционным способом рис.1.А.

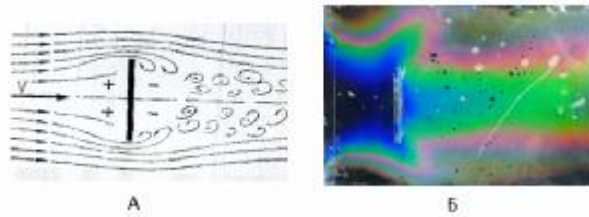


Рис. 1 А. Физическая картина обтекания прямоугольной пластины воздушным потоком, полученная традиционным способом. Б. Физическая картина обтекания прямоугольной пластины воздушным потоком, полученная с помощью детектора на жидких кристаллах.

На рис.1.А. Линии тока воздушного потока испытывают довольно резкое изменение перед пластиной, поток меняет скорость и направление движения, происходит уплотнение и обтекание его на краях пластины. Всё это сопровождается повышением давления перед пластиной и его уменьшения за ней. За пластиной образуется область, где линии тока превращаются в вихри.

На рис.1Б. Термограмма воздушного потока, обтекающей прямоугольную пластину. Термограмма представлена изотермами разной цветности. Для расшифровки термограммы нам необходима градуировочная шкала для данного типа жидких кристаллов. На рис.2 представлена градуировочная шкала для применяемого детектора. Сопоставляя цвета со шкалой температур мы видим, что температурное поле перед пластиной представлена семейством изотерм от 33°C до 27°C .

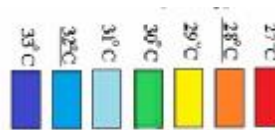


Рис.2. Градуировочная шкала.

Ультрафиолетовый цвет 33°C характеризует область повышенного давления перед пластиной, а также линии тока одной скорости и температуры, синяя 32°C , голубая 31°C , зелёная 30°C , жёлтая 29°C , коричневая 28°C , красная 27°C изотермы также характеризуют скорость линий тока и температуру. Зная исходную скорость воздушного потока можно определить скорость линии тока одной изотермы через соотношение температур и скоростей, а также получить градиент скоростей перед пластиной и за пластиной. Аналогично задачу можно решить и для давлений в линиях тока взяв за исходное выражение (1).

Цилиндрическое тело.

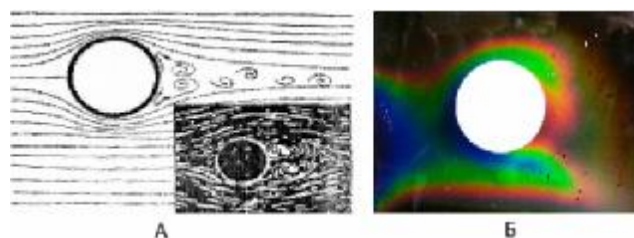


Рис. 3. Цилиндрическое тело в воздушном потоке. А. Аэродинамический спектр цилиндра, полученный традиционным способом. Б. Аэродинамический спектр цилиндра, полученный с помощью жидкокристаллического детектора.

Крыло.

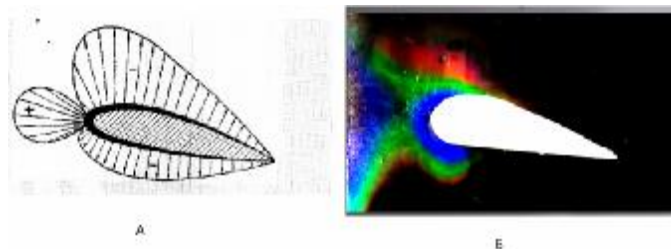


Рис.4. Аэродинамический спектр крыла самолёта. Распределение давления по профилю крыла. А. Графическое представление. Б. Термограмма крыла самолёта.

Предложенная методика моделирования тепловых полей воздушных потоков с помощью жидких кристаллов позволяет получить конечный результат, как в качественной, так и в количественной форме. При этом используется детектор многократного действия.

Литература.

1. Оглоблин Г.В., Федулов Е.Г.. Моделирование тепловых полей воздушных потоков.//Актуальные проблемы математики, физики, информатики в вузе и школе. Материалы в. н-п. к. г. Комсомольск-на-Амуре 26 марта 2010 г. Из. АмГПУ 2010.С.28-31