

УДК 624.042.41: 721.012.27

## Применение программы ANSYS CFX для определения коэффициентов лобового сопротивления высотных сооружений

**Владимир Аркадьевич МЕЛЕШКО**, аспирант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), 198005 Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, e-mail: vl-meleshko@yandex.ru

*Проанализировано применение моделей турбулентности при разных режимах течения, проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными. Применение программы ANSYS CFX позволяет достаточно точно рассчитать коэффициент лобового сопротивления для высотных сооружений, что существенно уменьшит объем испытаний в аэродинамической трубе, тем самым обеспечивая значительный экономический эффект.*

**Ключевые слова:** коэффициент лобового сопротивления, обтекание бесконечного цилиндра, программа ANSYS CFX.

### THE USE OF ANSYS CFX PROGRAM FOR DETERMINATION OF DRAG COEFFICIENTS OF BUILDING

**Vladimir A. MELESHKO**

*Проанализировано применение моделей турбулентности при разных режимах течения, проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными. Применение программы ANSYS CFX позволяет достаточно точно рассчитать коэффициент лобового сопротивления для высотных сооружений, что существенно уменьшит объем испытаний в аэродинамической трубе, тем самым обеспечивая значительный экономический эффект.*

**Key words:** drag coefficients, the flow of unlimited cylinder, the use CFX.

**Р**асчет на ветровую нагрузку [1, 2] требует определения коэффициента лобового сопротивления  $C_x$ . Для простых тел его можно взять из СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия», но для сложных пространственных конструкций значение этого коэффициента будет некорректным. В этом случае необходимо продувать модель в аэродинамической трубе, что крайне неудобно и дорого, а для высотных сооружений следует также учитывать изменение скорости ветра по высоте здания. Это создает дополнительные трудности при испытаниях в аэродинамической трубе. При этом число Рейнольдса оказывается ниже, чем в натуре, что иногда может по-

требовать корректировки полученных результатов.

Современные программные средства, в частности ANSYS CFX, позволяют провести достаточно точный расчет  $C_x$  и выбрать оптимальные параметры конструкции. Конечно, они не исключают испытаний в аэродинамической трубе, однако их объем существенно уменьшится, что может дать значительный экономический эффект.

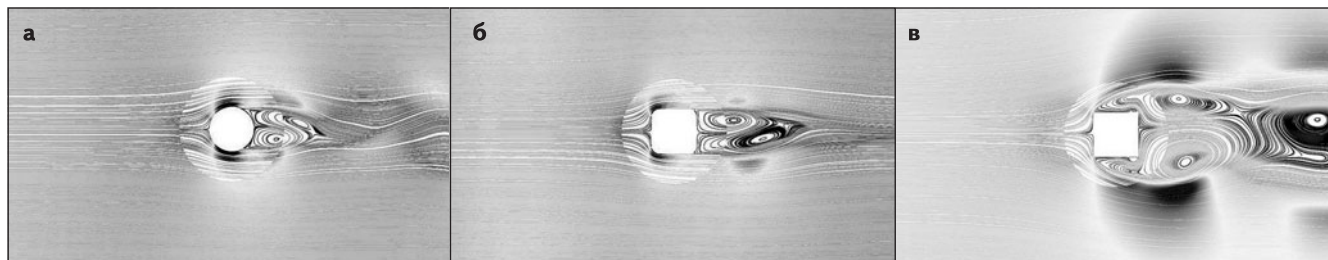
В *таблице* приведены результаты расчета с применением программы ANSYS CFX и экспериментальные значения коэффициентов лобового сопротивления для бесконечного цилиндра, квадратной призмы и квадратной призмы с закруглен-

ными кромками при числе Рейнольдса  $4 \cdot 10^7$ .

При обтекании тел была применена модель турбулентности SST с пристенной функцией Automatic Near-Wall Treatment [3], которая учитывает обратный градиент давления [4] и места отрыва на кривых поверхностях. Кроме того, эта модель не требует высокого сеточного разрешения ( $y^+ < 200$ ), как модель турбулентности  $k-\omega$  ( $y^+ < 2$ ) [5, 3].

Все задачи были решены в нестационарном режиме (Transient), так как при больших числах Рейнольдса течение за обтекаемым телом неустойчивое. Значения коэффициентов в значительной степени зависят от осреднения. Коэффициенты лобо-

*Обтекание бесконечного цилиндра (а), бесконечной квадратной призмы с закругленными кромками (б), бесконечной квадратной призмы (в)*



**Коэффициенты лобового сопротивления  $C_x$  при  $Re = 4 \cdot 10^7$** 

Тело	Эксперимент	Расчет по ANSYS CFX	
	Ламинарный поток	Турбулентный поток	
	$I = 0$	$I = 1 \%$	$I = 5 \%$
Цилиндр	0,7	0,67	0,55
Призма $r/d = 0,167$	$> 0,7$	0,81	0,87
Призма	2	2	2

Примечание:  $I$  – интенсивность турбулентности.

вого сопротивления были определены в интервале времени до начала образования вихревой дорожки Кармана [6].

На рисунке показано обтекание бесконечного цилиндра, квадратной

призмы и квадратной призмы с закругленными кромками при числе Рейнольдса  $4 \cdot 10^7$ .

**Л И Т Е Р А Т У Р А**

1. Аута С. М., Масленников А. М. Ди-

намический расчет высотных зданий на ветровую нагрузку численным методом // Вестник гражданских инженеров. 2006. № 3. С. 27–30.

2. Попов Н.А. Рекомендации по уточненному динамическому расчету зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки / ГУП ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, ООО «ЕВРОСОФТ». М., 1999. 26 с.
3. Методическое руководство по ANSYS CFX 12. 2008.
4. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М. : Наука, 1974. 711 с.
5. Белов И. А., Исаев С. А. Моделирование турбулентных течений. СПб : Балтийский ГТУ, 2001. 108 с.
6. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения / пер. с англ. и редакция Б. Е. Маслова. М. : Стройиздат, 1984. 360 с. ■