

УДК: 53.05

ВЕТРОВОЕ ДАВЛЕНИЕ В ТАНДЕМЕ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ НЕЛИНЕЙНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ

Гныря А.И.¹, Коробков С.В.¹, Мокшин Д.И.¹, Кошин А.А.¹, Терехов В.И.²

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

²Институт теплофизики Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск

Увеличение темпов роста зданий повышенной этажности в России привело к необходимости формирования общей модели расчета ветрового воздействия на ограждающие конструкции. Наиболее часто исследование аэродинамики и ветровой нагрузки носит частный характер и может быть применено только в конкретном случае [1]. В последние годы активность работ в области промышленной аэродинамики заметно повысилась [2-5]. Подобные исследования проводятся в ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Институте механики МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, МГСУ, ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова и др.

Нормы проектирования [6, 7] не в полной мере позволяют определить воздействие ветра на здание повышенной этажности. Кроме того, практически не учитывается наличие поблизости других зданий и сооружений.

Численные методы исследования зарекомендовали себя как эффективные и, относительно, недорогие в применении для решения сложных задач строительной аэродинамики, однако, по-прежнему, нуждаются в экспериментальном подтверждении. В свою очередь, экспериментальное моделирование наиболее приближено к реальным условиям и более полно отражает физические явления, несмотря на целый спектр проблем и особенно вызванные масштабным моделированием. Тем не менее, исследования плохообтекаемых тел с острыми кромками показывают [8], что в достаточно широком диапазоне чисел Рейнольдса ($10^4 < Re < 10^7$) их аэродинамические характеристики не претерпевают существенных изменений. Таким образом, имеет место явление автомодельности, при котором данные, полученные на моделях можно переносить и на результаты натуральных экспериментов.

Исследование статических воздействий позволяет наиболее полно определить влияние ветрового потока на здания, находящиеся в сложных аэродинамических условиях. В условиях интерференции распределение ветрового давления в значительной степени отличается от данных, характерных для отдельно стоящих зданий и сооружений. Оказывает влияние не только расстояние между домами, но и направление ветрового потока, создающее сложные вихревые структуры.

Ряд экспериментов физического моделирования, методика которых описана в [9-11], показал некоторые особенности взаимного влияния двух одинаковых по конфигурации моделей на распределение ветрового давления по их граням. В частности, в работе [11] описаны особенности изменения ветрового давления на подветренную модель в тандеме при продольном увеличении расстояния между ними.

Дальнейшим шагом стало исследование изменения ветровой нагрузки при поперечном смещении подветренной модели из следа впередстоящей.

Экспериментальная модель состояла из призмы квадратного сечения 50x50 мм и высотой 300 мм. Перед моделью устанавливалось препятствие с аналогичной геометрической конфигурацией (рис. 1). Все эксперименты проводились при $Re = 4,25 \cdot 10^4$ и угле атаки воздушного потока $\varphi = 0^\circ$.

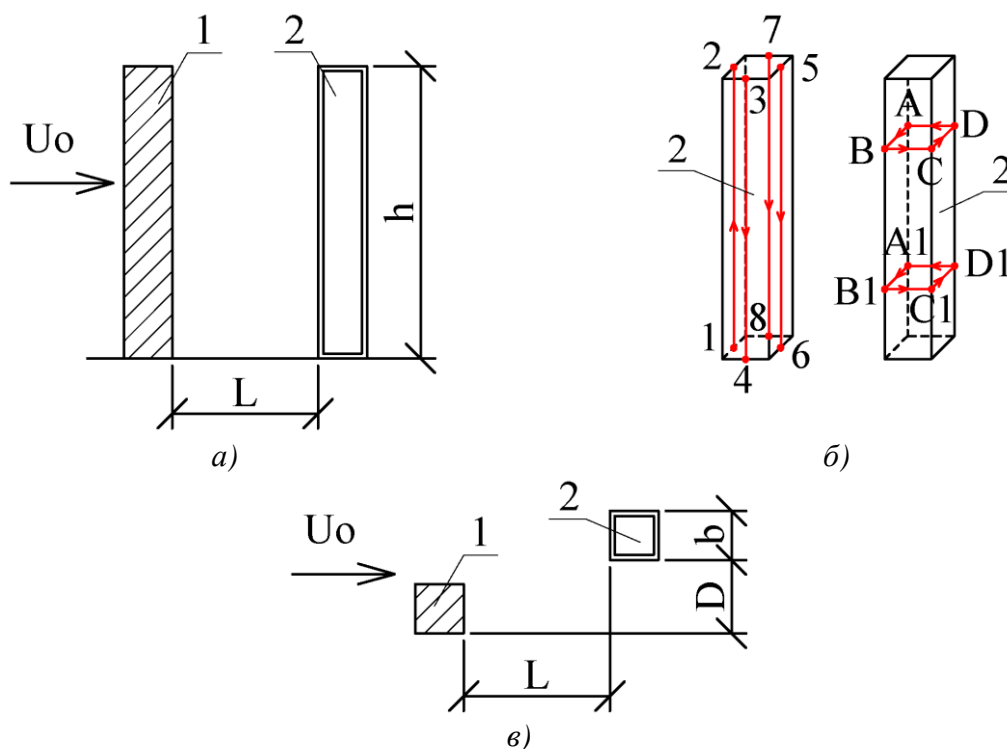


Рис. 1 Схема расположения исследуемой модели 2 относительно модели 1:
 а – общий вид экспериментальной модели; б – вертикальные и горизонтальные сечения; в – схема расположения моделей при продольном (L) и поперечном (D) смещении.

Визуализация воздушного течения (рис. 2), отражающая движение воздуха вблизи основания моделей, может быть применена для анализа процесса вихреобразования и в средней их части.

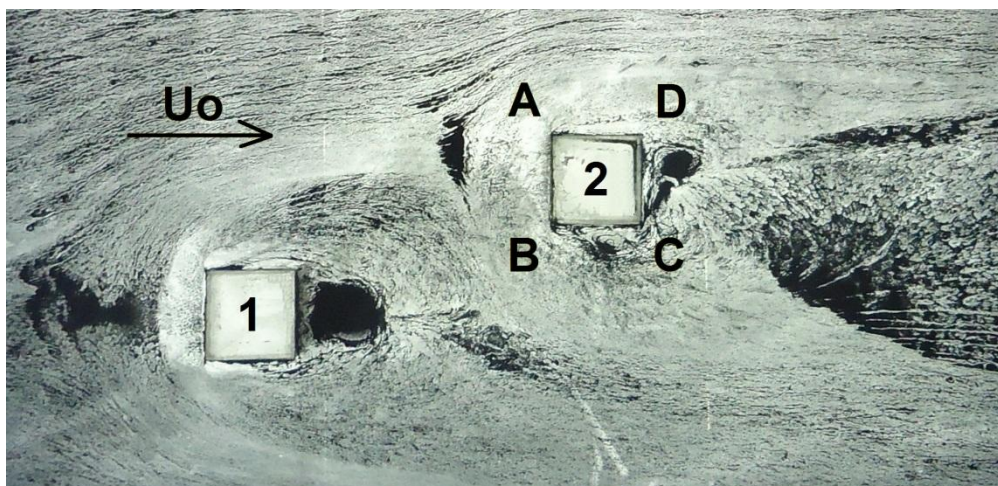


Рис.2 Визуализация течения воздуха вблизи тандема моделей зданий при поперечном смещении $D/b=1,5$; $L/b=3,0$; $\varphi = 0^\circ$

На грани B-C формируется вихревое течение, провоцируемое вихревой дорожкой за моделью 1 и срывом потока от ребра B.

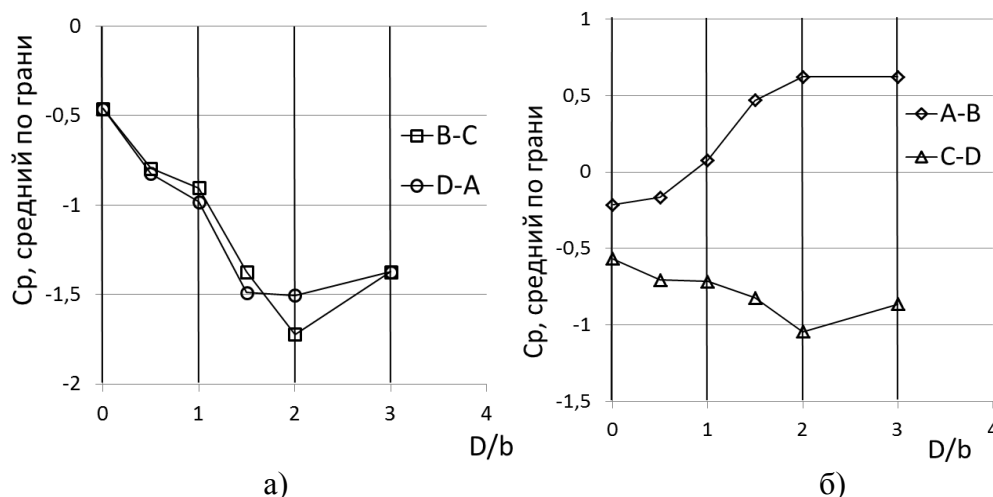


Рис. 3. Средний коэффициент давления по граням модели здания 2, $Re = 4,25 \cdot 10^4$; $\varphi = 0^\circ$

Анализируя данные рис. 3, а можно сделать вывод, что боковые грани модели 2, выходящей из следа модели 1 подвержены неодинаковому воздействию ветра на грани модели. Коэффициент бокового сопротивления (C_y) при $D/b=0,5$ до 1,5 равен от 0,1 до 0,2 в сторону грани D-A. При $D/b=2$ и выше направление воздействия меняется на противоположное с величиной $C_y=0,25$.

Это говорит о том, что, несмотря на наличие искусственного препятствия, коэффициент лобового сопротивления (C_x) остается равным по величине отдельно стоящей модели [10, 11] и изменяется от -0,45 до 1,7 (рис. 3, б). Вместе с тем добавляется поперечное ветровое воздействие, повышающее суммарную нагрузку на модель здания 2.

Литература

1. Саленко С.Д. Аэродинамические исследования комплекса высотных зданий [Текст] / С.Д. Саленко, Ю.А. Гостеев, А.Д. Обуховский, В.П. Однорал, Ю.В. Телкова // Аэродинамика и динамика полета летательных аппаратов: тез. докл. VII школы семинара СибНИА; под ред. А.Г. Румянцева. – Новосибирск, 2009. – С. 35-38.
2. Гувернюк С.В. Численное и физическое моделирование ветрового воздействия на группу высотных зданий [Текст] / С.В. Гувернюк, О.О. Егорычев, С.А. Исаев и др. // Вестник МГСУ. – Москва, 2011. № 3, том 1, С. 185-191.
3. Телкова Ю.В. Аэродинамика плохообтекаемых призматических тел в условиях интерференции [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (01.02.05) / Телкова Юлия Владимировна, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск, 2012. – 23 с.
4. Синявин А.А. Экспериментальное исследование аэродинамической интерференции при обтекании тандема высотных зданий [Текст] / А.А. Синявин // Труды конференции-конкурса молодых ученых. Под редакцией академика РАН Г.Г. Черного, профессора В.А. Самсонова / МГУ. – Москва, 2013. – С. 41-48.
5. Кошин А.А. Анализ динамического воздействия воздушного потока на тандем моделей высотных зданий [Текст] / А.А. Кошин // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2014. № 2. С. 134-141.
6. Свод правил 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2004, - 186 с.

7. Свод правил 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2011, - 85 с.
8. Девнин, С.И. Аэрогидромеханика плохообтекаемых конструкций [Текст] / С.И. Девнин. – Л.: Судостроение, 1983. – 331 с.
9. Кошин А.А. Аэродинамическая структура обтекания моделей зданий. Сажемасляная визуализация и поля давлений [Текст] / А.А. Кошин, А.И. Гныря, В.И. Терехов и др. // Интеграция, партнерство и ин-новации в строительной науке и образовании: сб.трудов междунаро. научн. конф. в 2 т. Т.1./ ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». – М.: МГСУ, 2011. С.
10. Кошин А.А. Комплексные экспериментальные исследования аэродинамики и теплообмена моделей зданий и сооружений [Текст] / А.А. Кошин, А.И. Гныря, В.И. Терехов // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2011, №4. – С. 113-126.
11. Кошин А.А. Анализ динамического воздействия воздушного потока на тандем моделей высотных зданий [Текст] / А.А. Кошин // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2014, №2. – С. 134-141.