

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК В УСЛОВИЯХ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРУППЫ ИЗ ДВУХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В ТУРБУЛЕНТНОМ ВЕТРОВОМ ПОТОКЕ

Ваганова Ж.В., Кошин А.А., Коробков С.В., Гныря А.И.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

Существует великое множество работ, преимущественно зарубежных, посвященных аэродинамике различных типов конструкций и, в целом, зданий. Исследованию подвергались как одиночные модели разных форм и конфигураций, так и множественные модели парами, небольшими группами и многочисленными массивами. Ранние труды были посвящены преимущественно изучению характера движения воздушного потока вблизи тел простой формы, таких как пластина, куб, пирамида, цилиндр и др. Исследовались базовые характеристики воздушного потока, его «поведение» вблизи тел, формирование вихрей перед моделью, на ее боковых сторонах и позади модели. Были зафиксированы вихревые формирования, характерные для прямоугольных тел, таких как куб или призма.

Основным предметом исследования в данной статье является тандем моделей квадратных призм. Ее особенностью является исследование воздействия ветрового потока на модель призматической формы с геометрическими размерами 300 мм сечением 50x50 мм, расположенную за препятствием с аналогичными геометрическими параметрами, при условии его смещения от продольной оси канала перпендикулярно направлению воздушного потока.

1. Измерение ускорения воздушного потока в отрывных течениях

Так как целью данного исследования является изучение ускорения воздушного течения, то для начала снимались показания с микроманометра при одиночно стоящей модели высотного здания. При этом трубка Пито устанавливалась в разных сечениях (рис. 1), но на одинаковой высоте, а также, менялось расстояние между моделью и трубкой Пито (рис. 2).

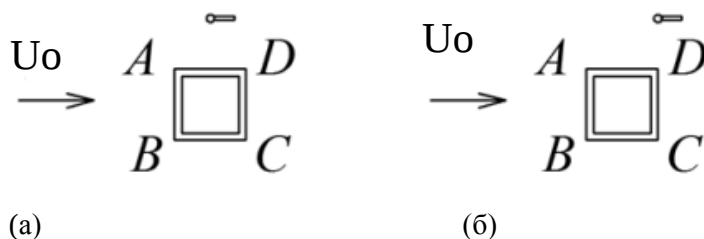


Рис. 1. Расположение трубки Пито на грани: а – на середине боковой грани AD; б – на углу боковой грани AD.

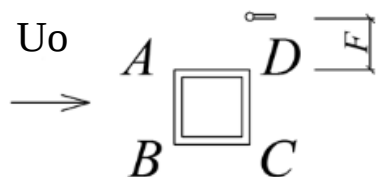


Рис. 2. Расположение трубки Пито на заданное расстояние F (мм).

Дополнительными переменными факторами являются: атмосферное давление ($P_{\text{атм}} = 745$ мм рт. ст., температура воздуха ($t_0 = 18^\circ\text{C}$), угол атаки ($\alpha = 0^\circ$), скорость движения U_0 .

Таблица 1. Давление ветрового потока

Заданное расстояние F (мм) при расположении трубки на середине грани AD	Показания микроманометра Δp ($\text{кг}\cdot\text{с}/\text{м}^2$)	Заданное расстояние F (мм) при расположении трубки на углу боковой грани AD	Показания микроманометра Δp ($\text{кг}\cdot\text{с}/\text{м}^2$)
15	35	15	-
20	60	20	-
25	67	25	50
30	70	30	63
35	70	35	69
40	69	40	69
45	68	45	70
50	68	50	70
55	-	55	67
60	-	60	67
65	-	65	67
70	-	70	67

Исходя из этих данных (табл. 1), был построен график зависимости давления от расстояния (рис. 4).

Далее, трубка Пито устанавливалась между двумя призмами, расположенными в тандеме линейно, но при этом, высота трубки варьировалась: $H=50, 150$ и 250 мм (рис. 3).

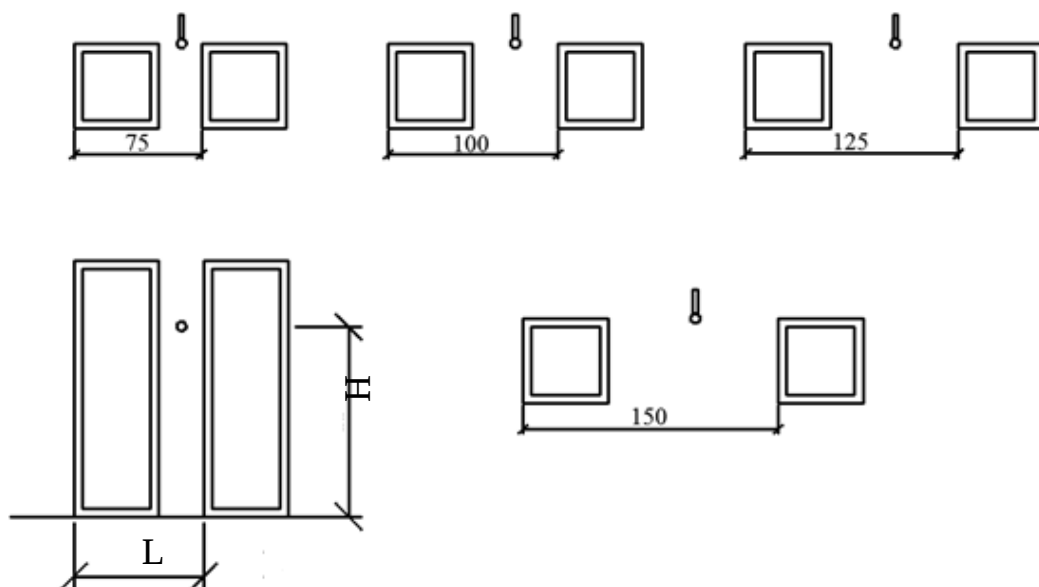


Рис. 3. Схемы расположения моделей в тандеме линейно и расположение трубки Пито.

2. Обработка и анализ результатов экспериментов

Так как основной величиной, подлежащей опытному исследованию полей статического давления, является коэффициент давления C_p , то при его расчете по формуле

результаты сводятся в таблицу, из которой в последующем происходит группировка значений и построение графиков (рис. 4, 5).

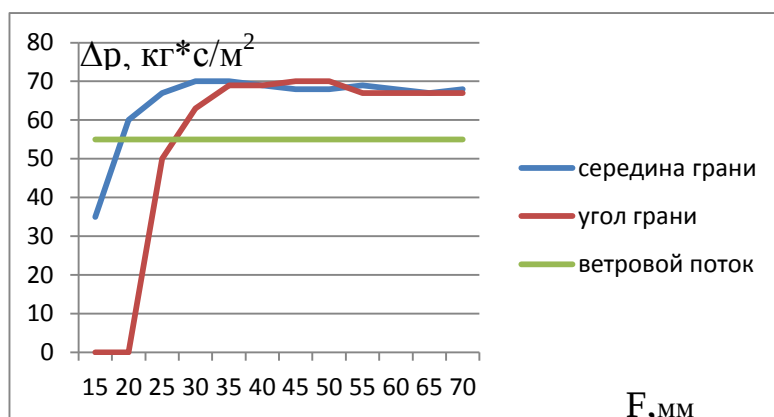


Рис. 4. Зависимость давления от расстояния между призмой и трубкой Пито

Анализируя данный график, можно увидеть, что с увеличением заданного расстояния от модели до трубки Пито, увеличивается скорость ветрового потока воздушного течения. Увеличение скорости составляет $\approx 20\%$ от заданной U_0 .

Далее обрабатывались данные между призмами в тандеме, стоящими линейно. При этом получаем зависимость давления от положения трубки Пито.

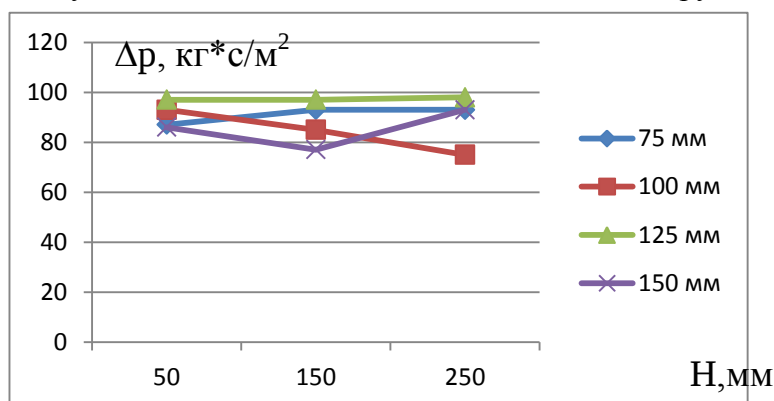


Рис. 5. Зависимость давления воздушного течения от положения трубки Пито и калибра

В данном графике (рис. 5) можно заметить, что увеличение скорости за счет поджатия потока составляет $\approx 44\%$, особенно ярко выражено ускорение воздушного течения в тандеме зданий, расположенных при калибре $D=2,5$ и 3. Исходя из этого, можно сделать вывод, что ускорение воздушного течения ветрового потока начинает возникать в диапазоне отношения L/a от 0,4 до 3 на боковых гранях моделей, но при этом, как только отношение L/b будет максимально большим, то ускорение ветрового потока начинает уменьшаться, а далее исчезает. Можно отметить, что при смещении $D=2,5$ давление достигает максимальных отметок, как для нижней, так и для верхних границ испытуемой призмы. Также, видна деградация давления от нижних сечений модели к верхним при смещении $D=2$.

Литература

1. Кошин А.А., Гныря А.И. Исследование давления воздушного потока на поверхность моделей высотных зданий./А.А. Кошин, А.И.Гныря //Научно-практическая конференция «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий» Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 19–20 марта 2013 г. [электронный ресурс]. –Новосибирск: Институт теплофизики. – С.311 – 316.
2. Гныря А.И., Коробков С.В., Кошин А.А., Мокшин Д.И. Давление в пограничном слое как фактор изменения теплопотерь в здании. Перспективы исследований./А.И. Гныря, С.В. Коробков, А.А. Кошин, Д.И. Мокшин/Материалы 58-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та. – 2012 г. – С. 153–155.
3. Кошин А.А. Анализ динамического воздействия воздушного потока на тандем моделей высотных зданий / А.А. Кошин // Вестник ТГАСУ. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та. – 2014. – №2. – С. 134–141.