

6.Забельская М. Системы утепления фасадов // Будмайстер. – 2001. – №20. – С.16-19.

*Получено 16.10.2009*

УДК 711.168

С.Г.КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка*

А.П.БУТОВА

*Донецкий национальный университет экономики и торговли  
им. Михаила Туган-Барановского*

### **ТЕПЛОПТЕРИ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАСТРОЙКИ ВЫСОТНЫМИ ЗДАНИЯМИ**

Рассматриваются вопросы градостроительства – уплотнение пятиэтажной застройки высотными зданиями. По результатам аэродинамических испытаний определено функционирование вентиляционных систем и изменения инфильтрации воздуха через ограждающие конструкции под воздействием высотного здания.

Розглядаються питання містобудування – ущільнення п'ятиповерхової забудови висотними будинками. За результатами аеродинамічних випробувань визначено функціонування вентиляційних систем та зміну інфільтрації повітря крізь огороджувальні конструкції під впливом висотної будівлі.

In the paper is presented one of questions of town planning which is considered the densification of the five-story built-up area with a tall building. The results of the aerodynamics tests determined functioning of ventilation systems and changed of an air infiltration on building surfaces due to the effect of a tall building.

*Ключевые слова:* пятиэтажная застройка, высотные здания, теплопотери, ветровые нагрузки, аэродинамическая труба, аэродинамические испытания, интерференционные эффекты.

В настоящее время в городах Украины рассматриваются различные программы по реконструкции пятиэтажных застроек. В некоторых крупных городах такие застройки уплотняют встраиванием в них высотных зданий. Воздухообмен является основным фактором, определяющим масштабы теплопотерь, в пятиэтажных зданиях воздухообмен происходит за счет системы воздуховодов и притворов. В случае перепада высот между зданиями возникает вопрос, будут ли вентиляционные системы работать с той же продуктивностью, что и до реконструкции, и главное – приведет ли это к увеличению теплопотерь.

Строительные нормы и правила [3, 4] не предусматривают такие условия расчета вентиляционных систем. Некоторые рекомендации и методики [1, 2], в которых рассмотрены условия распространения вредных веществ на промышленных площадках с учетом влияния на ветровой поток рядом расположенных зданий и сооружений, не дают расчетных давлений для систем в таких условиях. Рассматриваемый в

статье вопрос является одним из направлений строительной аэродинамики – ветровые нагрузки.

В научных публикациях поднимается тема о ветровых нагрузках, которые действуют на здания в окружении зданий городской территории. Ряд работ Plate E.J. и Davenport A.G. [7, 8] подтверждает необходимость и актуальность исследований ветровых нагрузок в городских районах. Также имеется ряд работ [6, 10, 12], которые говорят о важности исследований интерференционных эффектов в ветровых нагрузках, в частности вызванных действием высотного здания. Исследования [5, 9] распределения вредностей в городской среде и проветривания уличных каньонов также показали, что аэродинамика изучаемых явлений напрямую зависит от геометрических и микроклиматических параметров территории застройки. Все эти направления объединяет одно – поведение и влияние ветрового потока в городской среде. Данная проблема является открытой на сегодняшний день из-за большого числа факторов и условий, которые создает городская застройка.

Подобное исследование уже проводилось в работе Wiren B.G. [11], где определялись теплототери, вызванные работой систем естественной вентиляции двухэтажного здания, расположенного среди таких же зданий.

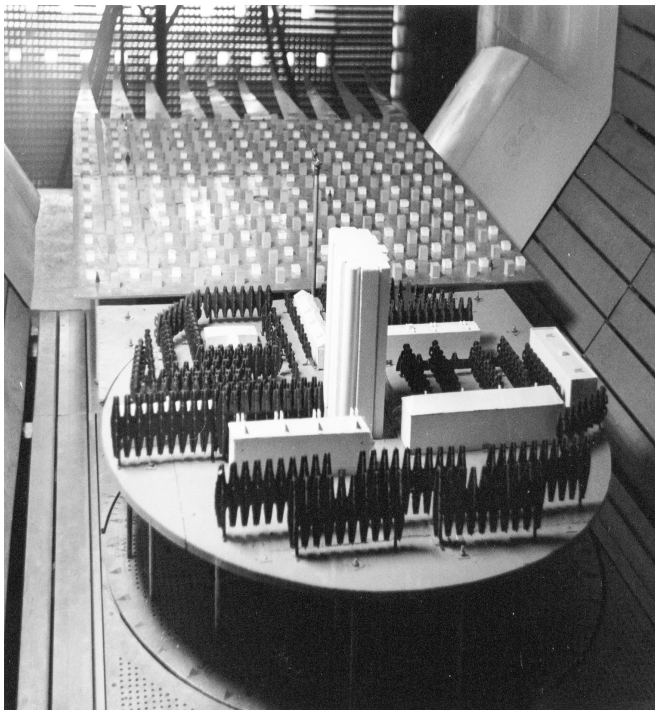
В этой статье рассматривается иная задача – изучение работы систем естественной вентиляции в режиме воздухоудаления низких зданий, расположенных в непосредственной близости вокруг высотного здания. Данная задача обусловлена современным развитием строительной индустрии Украины, в результате чего существующие застройки с низкими зданиями (высотой 3-6 этажей) уплотняются высотным зданием. Необходимость этого исследования обуславливает и тот факт, что качественную воздушную среду в таких зданиях создает не система кондиционирования, а системы натурной вентиляции, которые работают за счет разности давления, действующего извне и создаваемого атмосферным давлением и ветровым потоком (ветровыми нагрузками).

Исследования по аэродинамическим испытаниям проводили в аэродинамической трубе прямоточного типа с восьмиугольной в сечении рабочей частью закрытого типа с размерами  $4 \times 2,5$  м (ширина  $\times$  высота) и длиной 5,5 м. Распределение скорости воздушного потока по высоте описывалось степенной функцией с показателем степени 0,32. Максимальное значение интенсивности турбулентности достигло 40%. Моделируемый пограничный слой в аэродинамической трубе был толщиной  $\delta = 1,4$  м. Число Рейнольдса –  $Re_b \approx 10^5$ .

Исследования проводили на основе трех похожих изменяемых за-

строек г.Донецка. В центре каждой застройки встраивалось по одному 19-, 22- и 25-этажному зданию (высотой 57, 63 и 75 м) среди примерно одинаковых по высоте 5-этажных (высотой около 16 м) существующих 7-9 зданий. Максимальное значение высоты высотного здания в масштабе составило 0,42-0,5 м. Модели зданий были изготовлены в масштабе 1 : 125 и 1 : 140 согласно проектной документации и закреплялись на поворотном столе диаметром 2 м. Контур натурального круга, в границах которого было проведено моделирование, составил 250 м.

Модели низких зданий были оборудованы устройствами, имитирующими вентиляционные системы, которые выступали над поверхностью крыши. Натурные вентиляционные системы объединяли в себе до 16 каналов, на моделях изготавливалось только два крайних канала, а значения давлений между ними определялись путем интерполяции. На продольных стенах низких зданий на уровне 3-4 этажей вблизи плоскости торцевых вентиляционных систем также размещались дренажные точки (рисунок).



Вид одной из моделей застройки изнутри аэродинамической трубы ТАД-2

В сложившихся расположениях низких зданий в застройках в их центральных частях при наличии деревьев («лето») и при отсутствии деревьев («зима»), без высотного и с высотным зданием на более чем 80 моделях срезов вентиляционных каналов низких зданий в каждой дренажной точке были зафиксированы значительные изменения значений коэффициентов воздушного давления при действии ветра.

Исключением является 16% экспериментальных точек в диапазоне изменения направления ветрового потока  $40^\circ$  при наличии высотного здания и деревьев давление в точках изменяется от  $C_p = + 0,18$  до  $C_p = - (0,4 \dots 0,6)$ . В этих же точках при отсутствии деревьев и влиянии высотного здания не изменяется давление  $C_p = + (0,06 \dots 0,15)$ .

Высотное здание частично изменяет распределение давлений на крышах окружающих его низких зданий. Так, впереди высотного здания (навстречная сторона) возникает зона повышенного давления, а сзади (заветренная сторона) в зоне аэродинамического следа давление понижается. При западном и восточном направлениях ветров ( $\theta = 0^\circ$  и  $\theta = 180^\circ$ ) это влияние меньше вследствие меньшего относительного поперечного размера сечения здания. При северном и южном ветрах ( $\theta = 90^\circ$  и  $\theta = 270^\circ$ ) влияние ветра наибольшее вследствие большего относительного фасадного размера высотного здания.

Например, в ряде точек при  $\theta = 40 \div 80^\circ$  уменьшение давления составляет  $\Delta C_p = - (0,1 \dots 1,1)$ , а при  $\theta = 40 \div 80^\circ$  давление увеличивается на  $\Delta C_p = + (0,01 \dots 0,08)$ , а в отдельных точках при  $\theta = 60 \div 140^\circ$  возникает дополнительное увеличение давления на крыше на  $\Delta C_p = + (0,2 \dots 0,3)$ .

Отсутствие моделей деревьев («зима») больше влияет на характер зависимости  $C_p(\theta)$ , например, коэффициенты давления в точках, размещенных на стенах низких зданий. При отсутствии деревьев скорость ветра над крышей увеличивается, что и приводит к значительным изменениям давлений  $C_p = - (1,2 \dots 1,9)$ .

Некоторое повышение давления на крышах низких зданий коррелируют с одновременным повышением давления ветра на боковых стенах, вследствие чего в ряде соответствующих квартир возможно увеличение теплопотерь. Остальные примеры увеличения давления ветра на крышах низких зданий в зимних условиях компенсируются большими различиями плотностей теплого (квартиры) и холодного (наружного) воздуха.

Результаты проведенных исследований еще раз подтверждают важность изучения интерференционных эффектов, возникающих в городской застройке, особенно влияний высотного здания на ветровые

нагрузки и на другие факторы, связанные с этими явлениями.

Проведенные экспериментальные исследования указывают на необходимость тщательного проектирования новых встроек в виде высотных зданий в существующие микрорайоны, исключая ухудшение режима работы и эффективности вентиляции с естественным побуждением движения воздуха в вентиляционных каналах. Увеличение отрицательных давлений на поверхностях низких зданий и на выходах вентиляционных каналов приводит к незапланированному увеличению теплопотерь.

1. Лейкин И.Н. Проектирование вентиляционных и промышленных выбросов в атмосферу. – М.: Химия, 1970. – 274 с.

2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Общесоюзный нормативный документ (ОНД-86). – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 126 с.

3. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. – К.: Минстрой Украины, 2006. – 78 с.

4. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 15 с.

5. Chang C.-H., Meroney R.N. Numerical and physical modeling of bluff body flow and dispersion in urban street canyons // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 89, 2001.

6. Khanduri A.C., Stathopoulos T., Bédard C. Wind-induced interference effects on buildings – a review of the state-of-the-art. Engineering Structures, 20, 7, 1998. – pp. 617-630.

7. Plate E.J., Kiefer H. Wind loads in urban areas // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 89, 2001. – pp. 1233-1256.

8. Plate E.J., Davenport A.G. The risk of wind effects in cities. in: Cermak, et al., Wind Climates in Cities, Proceedings of the NATO Advanced Study Institute in Waldbronn, Germany, NATO ASI Series, 277, Kluwer, Dordrecht, Netherlands, 1995. – pp. 1-20.

9. Sagrado A.P.G., Beeck J., Rambaud P., Olivari D. Numerical and experimental modeling of pollutant dispersion in a street canyons // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 90, 2002. – pp. 321-339.

10. Stathopoulos T. Adverse wind loads on low buildings due to buffing // Journal of Structural Engineering, 110 (10), 1984. – pp. 2374-2392.

11. Wiren B.G. Effects of surrounding buildings on wind pressure distributions and ventilative heat losses for a single-family house // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 15, 1983. – pp. 15-26.

12. Yahyai M., Kumar K., Krishna P., Pande P.K. Aerodynamic interference in tall rectangular buildings // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 41, 1992. – pp. 859-866.

*Получено 29.09.2009*