

УДК 697.962.2.001.2:728

МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ДОМА С СИСТЕМОЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

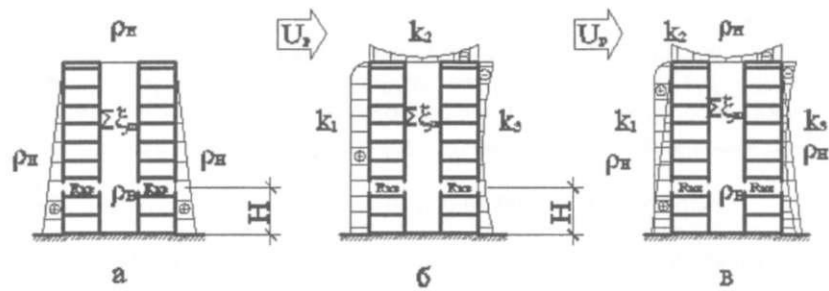
Т.У.Татыбаев, А.А.Фармонов
ЮКГУ им М.Ауезова, г.Шымкент

Крайне важно, чтобы архитектура жилья, а именно его объемно – планировочные решения, максимально учитывали особенности климата местности. Только тогда можно говорить о его комфортности, энергоэкономности и гармонии с окружающей средой.

Для южных районов с господствующими летом низкими скоростями ветра для улучшения микроклимата квартир в наиболее жаркие периоды часто предлагается использовать один из наиболее эффективных архитектурных приемов - вертикальную систему проветривания. В жарких странах дальнего зарубежья этот прием известен давно и широко распространен. Однако его внедрение в современную проектно-строительную практику приостановлено. Основная причина - недостаточная разработанность теории проектирования зданий этого типа. Ведь для них до сих пор не существует приемлемого метода обоснования архитектурных решений. Известные же [1,2,3] пригодны разве что для расчета и оценки лишь простейших схем. И по ним никак нельзя определить даже основные параметры подобных зданий. В «Рекомендациях» же [4] сечение аэрационной шахты предлагается принимать в диапазоне от 1:30 до 1:10 от проветриваемой площади. Но это слишком приблизительно!

В связи с этим предлагается новый метод расчета, призванный решить эту проблему и не только. Он разработан с учетом результатов собственных натурных, лабораторных и теоретических исследований.

Рассмотрим типичные ситуации для дома с системой вертикального проветривания квартир (рисунок 1).



а – только тепловой напор; б – только ветровой напор; в – тепловой и ветровой напоры

Рисунок 1 - Расчетная схема (с эпюрами давлений) дома с системой вертикального проветривания квартир, при учете действия различных факторов

Аэрация под действием только теплового напора. Допуская, что сопротивление движению воздуха в здании отсутствует, представим шахту ($\rho_{ш}$) и окружающую дом произвольную часть атмосферы ($\rho_{н}$) в виде сообщающихся через квартиру сосудов с воздухом (рисунок 1а). При равенстве температуры воздуха в шахте ($t_{ш}$) и снаружи ($t_{н}$) плотности их будут одинаковыми и потому давления в нижних частях сосудов (по высоте) будут равными, в связи с чем движения воздуха в шахте не будет. Если же температура воздуха в шахте и снаружи не одинакова, то воздух с большей плотностью по закону гравитации, опускаясь вниз, будет вытеснять менее плотный. При этом, в зависимости от соотношения плотностей воздуха в шахте ($\rho_{ш}$) и снаружи ($\rho_{н}$), будет меняться и величина теплового напора (иначе – естественной тяги) - ρt , а следовательно, направление и скорости движения воздушных потоков, проходящих сквозь квартиру. В этой ситуации для составления уравнения сил, действующих по обе стороны квартиры, примем направление движения воздушных потоков из квартиры в шахту и тогда

$$P_a + Hq\rho_{ш} + \Delta P = P_a + H \rho_{н} , \quad (1)$$

где P_a - атмосферное давление; q - ускорение силы тяжести; H - расстояние от поверхности земли до рассматриваемого уровня.

Откуда

$$\Delta P = Hq(\rho_{н} - \rho_{ш}) = Hq\Delta\rho \quad (2)$$

Очевидно, что в случае $t_{н} < t_{ш}$ воздушные потоки будут двигаться сквозь квартиру в шахту, а затем вверх и наружу. А при $t_{н} > t_{ш}$ воздушные потоки пройдут, наоборот, из шахты через квартиру наружу. В действительности же квартира и шахта оказывают сопротивление движению воздушных потоков (сопротивления: трения, местного, лобовое). На преодоление сопротивления расходуется часть энергии движущегося через них воздушного потока. В рассматриваемой системе (рисунок 1а) потери напора можно представить следующим образом:

$$\Delta P_t = \Delta P_{кв} + \Delta P_{ш} \quad (3)$$

Потери же напора в квартире устанавливаются из зависимости:

$$\Delta P_{кв} = R_{кв} G^2 \quad (4)$$

В шахте энергия движения воздуха расходуется на преодоление трения ($\Delta P_{тр}$) и местного сопротивления ($\Delta P_{м.с.}$). Следовательно, общие потери энергии в шахте составят:

$$\Delta P_{ш} = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.} \quad (5)$$

Как известно, потери энергии на трение в аэродинамике оцениваются по известной формуле Дарси:

$$\Delta P_{тр} = (\lambda Hn/\Gamma) (v^2 \rho_{ш} / 2) \quad (6)$$

Подставляя $4\Gamma = D$, получим:

$$\Delta P_{\text{тр}} = (\lambda Hn/D) (v^2 \rho_{\text{ш}}/2) \quad (7)$$

Тщательнейший анализ показал, что до $H/D = 1/30$ коэффициент трения воздуха с достаточной точностью можно принять $\lambda = 0,02$. Таким образом:

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,02 (Hn/D) (v^2 \rho_{\text{ш}}/2) \quad (8)$$

Потери на местное сопротивление в шахте можно определить по формуле

$$\rho_{\text{М.с.}} = \Sigma \xi_{\text{ш}} (v^2 \rho_{\text{ш}}/2). \quad (9)$$

где λ - коэффициент трения воздуха; Γ - длина стороны сечения воздуховода; $\xi_{\text{ш}}$ - коэффициент шероховатости внутренних поверхностей шахты; $\Sigma \xi_{\text{ш}}$ - полное аэродинамическое сопротивление шахты; v - скорость движения воздуха; D - эквивалентный диаметр шахты, $D=2ab/(a+v)$; $R_{\text{кв}}$ - полное аэродинамическое сопротивление схемы проветривания квартиры, на основе экспериментальных данных; G - количество воздуха, проходящее сквозь квартиру в единицу времени; H - расстояние до уровня рассматриваемой квартиры; a, b - стороны сечения шахты.

Следовательно, общие потери энергии движущихся воздушных потоков в шахте составят

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,02 (Hn/D) (v^2 \rho_{\text{ш}}/2) + \Sigma \xi_{\text{ш}} (v^2 \rho_{\text{ш}}/2) \quad (10)$$

Отсюда общая сумма потерь напора в шахте и квартире:

$$\Delta P_{\text{т}} = R_{\text{кв}} G^2 + (0,02 Hn/D + \Sigma \xi_{\text{ш}}) v^2 \rho_{\text{ш}}/2 \quad (11)$$

Заменяя $v_{\text{ш}} = G/F_{\text{ш}}$, получим:

$$\Delta P_{\text{т}} = R_{\text{кв}} G^2 + \rho_{\text{ш}} G^2 / 2 F_{\text{ш}}^2 (0,02 Hn/D + \Sigma \xi_{\text{ш}}) \quad (12)$$

Откуда определим секундный расход воздуха $G_{\text{кв}}$:

$$G_{\text{кв}} = \sqrt{\Delta P_{\text{т}} / (R_{\text{кв}} + 0,5 \rho_{\text{ш}} / F_{\text{ш}}^2 (0,02 Hn/D + \Sigma \xi_{\text{ш}}))} \quad (13)$$

или площадь сечения самой аэрационной шахты $F_{\text{ш}}$:

$$F_{\text{ш}} = \sqrt{0,5 \rho_{\text{ш}} (0,02 Hn/D + \Sigma \xi_{\text{ш}}) / (\Delta P_{\text{т}} - R_{\text{кв}} G^2)} \quad (14)$$

А если также учесть, что $\Delta P_{\text{ш}} = \Delta P_{\text{т}} + \Delta P_{\text{кв}}$, то из формулы (10) следует:

$$v_{\text{ш}} = \sqrt{(\Delta P_{\text{т}} - R_{\text{кв}} G^2) / \rho_{\text{ш}} (0,02 Hn/D + \Sigma \xi_{\text{ш}})} \quad (15)$$

Последнюю формулу следует использовать для определения скорости воздушных потоков в шахте $v_{\text{ш}}$, естественно, для подобной ситуации.

Аэрация под действием только ветрового напора. Ветровое давление в любой точке поверхности здания может быть определено посредством аэродинамических коэффициентов. Распределение давлений, действующих в интересующих нас точках, сечениях и уровнях приведено на рисунке 1б. Составим уравнение энергии движущегося воздушного потока в уровне обозначенных квартир:

$$P_a + P_1 = P_a + P_2 + \Delta P_u \quad (16)$$

Откуда

$$\Delta P_u = P_1 - P_2, \quad (17)$$

где P_1, P_2 - ветровое давление на поверхности здания в уровнях квартиры и крыши, которые определяются по формулам:

$$P_1 = k_1 (0,5 \rho_{\text{н}} U_p^2); \quad P_2 = k_2 (0,5 \rho_{\text{н}} U_p^2) \quad (18)$$

Подставляя их в формулу (17), получим:

$$\Delta P_u = k_1 (0,5\rho_n U_p^2) - k_2 (0,5\rho_n U_p^2) = 0,5 (k_1 - k_2) \rho_n U_p^2 \quad (19)$$

По аналогии определим перепад давлений в уровне заветренной квартиры:

$$\Delta P_u = 0,5(k_3 - k_2) \rho_n U_p^2, \quad (20)$$

где U_p – расчетная скорость ветра у здания.

Уравнения (19) и (20) однозначно указывают на то, что при прочих равных условиях в наветренной квартире интенсивность проветривания будет значительно выше, чем в заветренной, т.к. в первом случае значения аэродинамических коэффициентов суммируются, а во втором, наоборот, вычитаются. В этой ситуации расчет аэраций ведется аналогично с предыдущей, но только с заменой в формулах (13), (14) и (15) ΔP_t на ΔP_u .

Аэрация при совместном действии теплового и ветрового напоров. Полное безветрие – явление редкое. Поэтому случай совместного действия теплового и ветрового напоров более типичен. То есть здание, как правило, находится под воздействием: статического (атмосферного) P_a , гидростатического $Hq\Delta\rho$ и динамического (скоростного) $0,5\rho_n U_p^2$ давлений одновременно (рисунок 1в).

Запишем уравнение энергии движущегося потока относительно квартиры сразу же в виде:

$$\Delta H_{t,u} = (P_a - P_a) + (Hq\rho_n - Hq\rho_{ш}) + (k_1 0,5\rho_n U_p^2 - k_2 0,5\rho_n U_p^2) \quad (21)$$

Упростим это уравнение:

$$\Delta P_{t,u} = Hq(\rho_n - \rho_{ш}) + 0,5 (k_1 - k_2) \rho_n U_p^2 \quad (22)$$

Как видно из этого уравнения, при ветровом напоре в случае $t_n < t_{ш}$ скорости воздушных потоков в шахте увеличиваются, а при $t_n > t_{ш}$, наоборот, уменьшаются.

Если квартира расположена на заветренном фасаде, то:

$$\Delta P_{t,u} = Hq(\rho_n - \rho_{ш}) + 0,5 (k_3 - k_2) \rho_n U_p^2 \quad (23)$$

В этом случае значения секундного расхода воздуха $G_{кв}$, сечение шахты $F_{ш}$ и скорость движения воздуха в шахте $v_{ш}$ определяются путем замены в формулах (13), (14) и (15) ΔP_t на $\Delta P_{t,u}$. И тогда задача по обоснованию и, конечно, по определению основных объемно-пространственных параметров дома, даже в этой ситуации, уже не будет проблемной, как прежде.

Таким образом, предложенный метод, как минимум, позволит:

- определить необходимую площадь сечения шахты при заданной ее высоте;
- подобрать оптимальное соотношение сечения аэрационной шахты и высоты шахты (дома);
- позволит математически выверено (и с применением компьютеров тоже) определять скорости движения воздушных потоков (искусственный ветер) в зданиях с системой вертикального проветривания, в т.ч. и любых других вертикальных каналах (например, в лифтовых шахтах, дымовых трубах и т.п.);

Но, главное, применение метода позволит еще на стадии проектирования предусмотреть (и даже задать) необходимые параметры микроклиматических условий проектируемого жилища.

Следовательно, использование предлагаемого здесь метода расчета поможет в значительной мере повысить объективность и рациональность архитектурно-планировочных решений жилищ рассмотренного здесь типа.

Литература

- 2 Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Ч.2. Вентиляция. - М.: Стройиздат, 1964. - 471с.
- 3 Отопление и вентиляция /Под ред. В.Н.Богословского. – М.: Стройиздат, 1976.- 439с.
- 4 Рекомендации по улучшению санитарно-гигиенических качеств жилых домов массового строительства с учетом региональных природно-климатических условий. – М.:ЦНИИЭПжилища, 1983. – 24 с.

Қорытынды

Оңтүстікте тұрғын үйдегі патердің микроклиматтық комфорт деңгейі сонымен бірге оның жалпы энергожаратылысы сол үйдің жобасының сапасына байлынысты. Сондықтан оның сәулеттік шешімдерін дұрыс болудың жолын ұйымдастыру қажет. Сондай мәселені шешетін ең белгілі сәулеттік әдістерінің бірі - тік желдету системасы деп аталады. Бірақ, осы уақытқа дейін сондай сәулеттік шешімдерін қолданатын ғимараттардың бөлектерін дәлелдейтін немесе оларды бағалайтын сенімді әдіс болған емес. Бұл жерде сол мәселелерді шешетін сайман ұсынылады.

Summary

In the south, the quality of the project vein building defines the level his microclimatic comfort and even influences upon level of the expenses energy resource. So very important importance gains the correct organization his architectural spatial decisions. One of the most efficient architectral acceptance allowing adjust microclimate apartments known as system of the vertical ventulation. But to date methods of the estimation and motivations of the architectral decisions of the building of this sort was not. Instrument is offered in this article for decision given problems.