

Определение грузовых реакций $R_{i,F}$ для стержня от перемещений узлов δ' и распределенных нагрузок показано на рис. 5. Вырезания узлы в методе перемещений, получим:

$$\begin{aligned} R_{1,F} &= -\frac{\delta_1'}{c_1} - (7q_1 + 3q_4) \frac{l}{20}; & R_{3,F} &= -\frac{\delta_3'}{c_3} - (3q_1 + 2q_4) \frac{l^2}{60}; \\ R_{4,F} &= -\frac{\delta_4'}{c_4} - (q_1 + 2q_4) \frac{l}{6}; & R_{6,F} &= -\frac{\delta_6'}{c_6} - (2q_1 + 3q_4) \frac{l^2}{60}; \end{aligned} \quad (5)$$

Матрица $\{R_F\}$ определена. Решая систему уравнений метода перемещений (3) найдем перемещения $\{Z\}$ концов стержня, упруго-податливо присоединяемого к узлам системы.

После этого перемещение любого сечения стержня в местной системе координат определим на основе дифференциальной зависимости:

$$\frac{d^2 u_i}{dx^2} = \frac{M_i}{EJ}, \quad \frac{d^2 u_i}{dx^2} = \frac{M_v}{EJ_v} = \frac{1}{EJ_v} \left(r_3 + r_1 x + \frac{q_1}{2} x^2 + \frac{q_4 - q_1}{6l} x^3 \right). \quad (6)$$

Проинтегрируем выражение два раза и, подставив граничные условия, найдем постоянные интегрирования. Граничные условия при жестком присоединении к начальному узлу записываются в виде: при $x=0$ $y=Z_1$, $\varphi = \frac{du_i}{dx} = -Z_1$.

В результате получим зависимость для прогибов сечений стержня в виде:

$$u_i = Z_1 - Z_3 x + \frac{1}{EJ_z} \left(r_3 \frac{x^2}{2} + r_1 \frac{x^3}{6} + q_1 \frac{x^4}{24} + \frac{q_4 - q_1}{120l} x^5 \right).$$

Заключение. В работе получены зависимости для определения перемещений сечений конечных элементов, упруго-податливо присоединяющихся к узлам систем перекрестных балок, позволяющие определить координаты любого сечения деформированного сооружения.

Список цитированных источников

1. Игнатюк, В.И. Метод конечных элементов в расчетах стрелевых систем: учебное пособие / В.И. Игнатюк. – Брест: БрГТУ, 2007. – 172 с.
2. Игнатюк, В.И. Строительная механика: пособие / В.И. Игнатюк, И.С. Сыроквашко. – Брест: БрГТУ, 2015. – 152 с.

УДК 697.921.2

Бакукин Н.В., Дьякончук А.С.

Научный руководитель: ст.преподаватель Полюхович А.А.

ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ РАБОТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ. ПУТИ РЕШЕНИЯ.

Целью настоящей работы является выявление основных причин нарушения работы систем естественной вентиляции и нахождение путей решений восстановления нормального режима вентиляции в многоквартирных жилых домах.

Предмет исследования – система естественной вентиляции.

Объект исследования – многоквартирные жилые дома.

В процессе своей ежедневной деятельности человек пользуется кухонной плитой, принимает душ или ванну, стирает и, наконец, дышит, что приводит к загрязнению воздуха продуктами сгорания, насыщению его лишней влагой в помещениях и повышению уровня углекислого газа в помещениях.

Повышенная влажность в помещении приводит к:

- отсыреванию ограждающих конструкций помещения;
- появлению плесени и микроаргонизмов на участках стен, откосах.

Повышение уровня углекислого газа даже в невысоких концентрациях может пагубно отразиться на здоровье и работоспособности человека. Излишняя концентрация углекислого газа в воздухе может приводить к негативным изменениям в крови и моче человека и его ДНК.

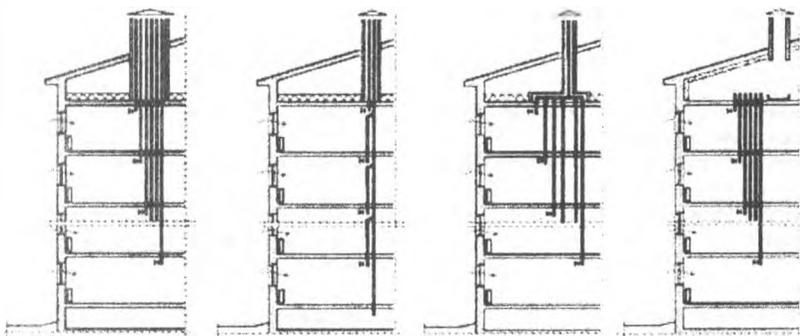
Каждая современная квартира должна быть оснащена вентиляцией, которая удаляет из нежилых помещений, таких, как ванная, туалет или кухня загрязненный воздух, что предусмотрено нормами [1,2]. Согласно [1,2] воздухообмен в жилых помещениях должен быть не менее $3\text{ м}^3/(\text{ч м}^2)$, для соблюдения санитарно-гигиенических требований по содержанию углекислого газа и влажности воздуха.

Качественная вентиляция помогает снижать концентрацию углекислого газа CO_2 в помещениях, уменьшать влажность в помещении до 40-60%, тем самым создавать здоровый микроклимат жилища, не ухудшающий состояние здоровья человека и состояние ограждающих конструкций здания.

При естественной вентиляции свежий воздух поступает в помещение через небольшие щели в дверных и оконных рамах (инфильтрация). Удаляется воздух из помещения через вентиляционные каналы за счет:

- разности температур наружного и воздуха в помещении;
- разности давлений «воздушного столба» между нижним уровнем (помещением) и верхним уровнем (вытяжным устройством, установленным на кровле здания);
- в результате воздействия, так называемого ветрового давления.

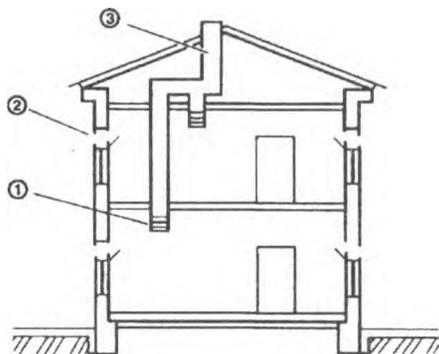
Самые распространенные схемы вентиляции, применяемые на сегодняшний день в строительстве, представлены на рис. 1.



а – без сборных каналов; б – с вертикальными сборными каналами; в – с горизонтальными сборными каналами на чердаке; г – с тёплым чердаком

Рисунок 1 – Принципиальные схемы некоторых систем естественной вентиляции жилых зданий

Простейшая схема работы вентиляции представлена на рис. 2.



- 1 – устье вентиляционного канала;
2 – поступление свежего воздуха путем инфильтрации;
3 – вентиляционный канал

Рисунок 2 – Простейшая схема работы вентиляции

Различные факторы могут приводить как к отсутствию тяги в вентиляционных каналах, так и появлению обратной тяги или порокидыванию тяги.

Тяга – термодинамический и аэродинамический направленный поток дымовых газов и воздуха в вытяжной конструкции, образуемый из-за разности давлений во взаимосвязанной системе помещение-вентиляционный канал-атмосфера, а так же различий плотностей и температур в системе. Прямая тяга является обязательным условием проектирования систем естественной вентиляции.

Обратная тяга – ситуация, когда поток воздуха не удаляется в вентиляционный канал, а возвращается из канала в помещение.

Опрокидывание тяги – кратковременное изменение направления движения основного потока на противоположное.

Проявляются эти процессы в виде поступления в отапливаемые помещения наружного холодного воздуха, что приводит к понижению температуры в помещении.

Самые распространённые причины нарушения нормального режима вентиляции помещений:

- **отсутствие приточного воздуха в герметичных помещениях;**

Эксплуатация современных окон подразумевает частое их открытие для проветривания. Это требование часто не соблюдается жильцами, из-за чего затрудняется нормальный воздухообмен в помещении. В 90% случаев именно отсутствие проветривания в помещении приводит к последствиям, описанным выше.

Решением является соблюдение режима микропроветривания. Дополнительно ежедневно необходимо производить проветривание помещений согласно требований СанПИНа вне зависимости от наружной температуры воздуха.

Дополнительным решением могут служить воздушные клапана для самовентиляции [2,3,4], исключающим необходимость открывать окна для проветривания и работающие независимо от жильцов.

• недостаточная высота вентиляционной шахты – вентканал установлен в зоне ветровой тени;

Если труба находится в зоне ветровой тени, образованной выступающими частями дома, может возникнуть нарушение циркуляции воздуха (Рис.3.) Решается выводом вентиляционной трубы выше зоны ветровой тени.

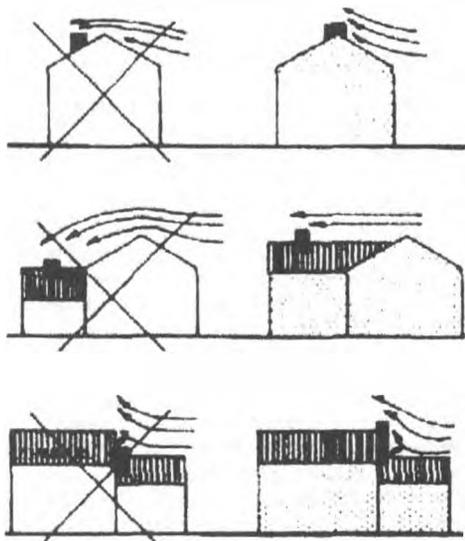


Рисунок 3 – Схемы установки вентиляционных труб на крыше

• наличие вентиляции с механическим побуждением в каналах спутниках;

Наличие в многоквартирном доме вытяжек различной мощности может привести к искривлению воздушного потока в общем канале, из-за чего в квартиры с менее мощными оборудованием будет поступать «грязный» воздух.

Решением является установка дефлектора – механического вентилятора, который производит подсос воздуха и дыма из вентиляционной шахты и организация совмещенной вентиляции – вытяжка + естественная вентиляция кухни. При этом необходимо предусмотреть обратный клапан на отверстии естественной вентиляции.

• холодный воздух в вентиляционном канале из-за возможного промерзания стенок канала по высоте;

При отсутствии утепления вентиляционная труба может замерзнуть и создать высокое давление в трубе, которое препятствует движению воздуха, вплоть до движения его в обратном направлении. При недостаточном утеплении на поверхности вентиляционных каналов при понижении температур может появляться конденсат, что в свою очередь вызовет появление дополнительного сопротивления потоку воздуха. Решением является утепление на всю высоту трубы до термического сопротивления не менее, чем у наружных стен здания согласно [3].

• **высокое сопротивление потоку воздуха в канале по причине отсутствия швабрования поверхности вентиляционных каналов: неровностей стенок вентканала, негерметичности вентиляционного канала; засорение вентиляционного канала, и;**

За счёт дополнительного сопротивления в вентканале происходит замедление скорости движения вентиляционного воздуха в канале вплоть до опрокидывания тяги.

Решением является устройство вентиляционных каналов с гладкой поверхностью с соблюдением герметичности всех стыков, частые осмотры и прочистка каналов от мусора, снега и льда.

• **отсутствие щелей в дверях (с/у, кухни, комнаты) в пределах квартир**

Затрудняет движение воздуха внутри квартиры, что замедляет процесс вентиляции. Решением является установка вентиляционных решёток в дверях или создание зазора между полотном двери и полом в 2-3 см.

• **атмосферные явления.**

На движение воздуха в канале влияет ветер и погодные условия, усиливая или наоборот снижая скорость в вентканале. Решением является установка дефлектора на вентиляционном канале.

• **значительная разница высот труб вентиляционных каналов в пределах одной квартиры, коттеджа**

При отсутствии подсоса воздуха в помещении вентиляционная труба, находящаяся ниже уровня второй вентиляционной трубы в пределах одной квартиры, коттеджа может работать на всасывание воздуха за счёт образовавшейся разницы давления внутри помещений квартиры и наружным воздухом. Решением является устройство вентиляционных труб с минимальной разницей в отметках в пределах одной квартиры.

В связи с появлением значительных проблем в работе естественной вентиляции необходимо ускорить переход к строительству энергоэффективных зданий с системами приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла вентиляционных выбросов [3].

Стоимость строительства таких зданий будет несколько увеличена по сравнению с обычными, однако, за счет экономии средств на отопление таких зданий с учетом ликвидации перекрестного субсидирования оплаты затрат на отопление и горячее водоснабжение зданий, дополнительные затраты окупятся в течение 10 лет [3].

Для ускорения окупаемости затрат на устройство этого типа вентиляции необходимо:

- отказаться от традиционных вентиляционных шахт, что увеличит полезную площадь квартир;
- отказаться от устройства чердачных этажей в т. ч. «тёплых чердаков», что снизит стоимость возведения коробки здания приблизительно на 5%.
- выполнять общую экспертную оценку всех составляющих проектной документации на рациональное использование технических решений [3].

Список цитированных источников

1. Жилые здания: СНБ 3.02.04-03 с изм. №1-9. - Введ. 01.01.04. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2003. – 25 с.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03. - Введ. 01.01.05. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2003. – 81 с.
3. Рекомендации по проектированию системы вентиляции с естественным побуждением: Р1.04.081.11. Введ. 01.07.11. – Минск: Государственное предприятие "Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.", 2011. – 9 с.
4. Заполнение оконных и дверных проёмов. Правила проектирования и устройства: ТКП 45-3.02-223-2010. - Введ. 01.05.11. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 25 с.