Библиотека СОК

АО "КИЕВПРОЕКТ"

В помощь проектировщику

РЕКОМЕНДАЦИИ
по расчету вентиляционных систем противодымной защиты жилых и общественных зданий, проектируемых для г.Киева

Киев, 1996

Рекомендации разработаны с целью обеспечения специалистов АО "Киевпроект" единой методикой расчета вентиляционных систем противодымной защиты жилых и общественных зданий повышенной этажности, проектируемых для г.Киева.

При разработке использовано Пособие 4.91 "Противодымная защита зданий и помещений, изд.Москва, 1992 ., Промстройпроект, выпущенное к СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование", а также рекомендации специализированных научно-исследовательских организаций.

С выходом настоящих Рекомендаций все ранее разработанные в "Киевпроекте" методики расчетов по данному вопросу - аннулируются. Требования к устройству вентиляционных систем противодымной защиты см.СНиП 2.04.05-91[X].

Составитель
главный теплотехник АО "Киевпроект" Подгорный В.Ю.
1.10.96г.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

I.Общие положения _____ _____ _____ _____4

2.Расчет вентиляционной системы дымоудаления из коридоров _____ _____ _____ _____ _5

3.Расчет вентиляционной системы подпора наружного воздуха в шахту лифта _____ _____ _____16

4.Расчет вентиляционной системы подпора наружного воздуха в лестничную клетку _____ _____ __19

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Общая схема вентиляционных систем противодымной защиты зданий предусматривает по сигналу о пожаре подачу наружного воздуха в лестничные клетки (зоны лестничных клеток) с непосредственными выходами на них из поэтажных коридоров и в шахты лифтов для создания в них избыточного давления, препятствующего распространению дыма, а также организованное удаление дыма из объема поэтажного коридора (отсека поэтажного коридора) этажа, где возник пожар.

Противодымная защита по данной схеме осуществляется при автоматическом и ручном дистанционном включении исполнительных устройств, среди которых основными по функциональному назначению являются вентиляторы дымоудаления и подпора наружного воздуха, а также поэтажные клапаны дымоудаления.

Расчет параметров этих устройств приведен с учетом обеспечения незадымляемости защищаемых объемов здания (лестничных клеток, шахт лифтов) независимо от положения дверных и оконных проемов (открыты, закрыты) на этаже, где возник пожар.

При открытом положении дверного проема между защищаемым объемом здания и коридором на том этаже, где возник пожар, схема противодымной защиты дополнительно обеспечивает в поэтажном коридоре слой воздуха, достаточный для прохода людей без специальных средств защиты.

Подача воздуха в защищаемые объемы должна производиться сосредоточенно сверху в объем каждой зоны лестничных клеток и объемы шахт лифтов независимо от места установки вентиляторов.

2.РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ ИЗ КОРИДОРОВ

I.Количество дыма, подлежащее удалению из коридора при пожаре в одном из примыкающих помещений через дымовой клапан ($G_{кл.}$) определяется по формуле:

$$G_{кл} = A \cdot \leqslant Вдв \cdot n \cdot Кдв \cdot \sqrt{H^3_{дв.}}, \text{ кг/с} \qquad (I)$$

где: A - эмпирический коэффициент, принимаемый в размере - 0,95 - для жилых зданий; I,2 - для общественных;

$\leqslant Вдв$ - суммарная ширина всех дверей на эвакуационных выходах из коридора на лестничные клетки или наружу, м (при двухстворчатых дверях в расчет принимается ширина бо́льшей створки).

n - коэффициент одновременности, зависящий от величины $\leqslant Вдв$. Принимается по следующей таблице:

Тип здания \ $\leqslant Вдв$, м	0,6	0,9	I,2	I,8	2,4
Жилое	I,00	0,82	0,7	0,5I	0,4I
Общественное	I,05	0,9I	0,8	0,62	0,50

Ндв - высота эвакуационных дверей, м

(При Ндв $<$ 2 м в расчете принимается 2м;

При Ндв $>$ 2,5 м в расчете принимается 2,5 м).

Кдв - коэффициент относительной полноты и продолжительности открывания эвакуационных дверей, равный I - для жилых зданий и для общественных при необходимости эвакуации при пожаре через каждую дверь 25 и более человек; 0,8 - для общественных зданий при необходимости эвакуации при пожаре через каждую дверь менее 25 человек.

2.Плотность дымовых газов в устье (верхнем конце) шахты дымоудаления ($\rho_у$) определяется по формуле:

$$\rho_у = \rho_д + 0{,}01 \ (N_э - 1), \ кг/м^3 \qquad (2)$$

где: $\rho_д$ – плотность дыма в коридоре, принимаемая в размере 0,61 кг/м3 ($t_д = 300^oC$);

0,01 – увеличение плотности смеси дыма и воздуха (дымовых газов) в дымовой шахте на один этаж за счет подсосов через закрытый дымовой клапан, кг/м^{3}эт.;

$N_э$ – количество этажей в здании, в коридорах которых установлены дымовые клапаны.

3.Количество дымовых газов в устье шахты ($G_у$) определяется по формуле:

$$G_у = \frac{0{,}81 \ G_{кл} \cdot \rho_у}{1 - 0{,}83 \cdot \rho_у}, \ кг/с \qquad (3)$$

4.Сечение дымовой шахты следует принимать по условию:

$$F_ш^{тр} \geq \frac{G_у}{10}, \ м^2 \qquad (4)$$

Затем принимаем шахту с площадью поперечного сечения $F_ш$ ($F_ш \geq F_ш^{тр}$), м^2, высотой $H_ш$, м; периметром сечения $П_ш$, м и указанием материала стен и типа отделки их внутренней поверхности.

5.Дополнительные подсосы воздуха в шахту через неплотности конструкции и дымовые клапаны ($G_{доп.}$) определяются по формуле:

$$G_{доп.} = 0{,}003 \cdot H_ш \cdot П_ш + 0{,}1 \ (G_у - G_{кл}), \ кг/с \qquad (5)$$

6.Общий расход газов перед вентилятором ($G_{сум}$) определяется по формуле:

$$G_{сум} = G_у + G_{доп.}, \ кг/с \qquad (6)$$

7.Плотность дымовых газов перед вентилятором ($\rho_{сум}$) определяется по формуле:

$$\rho_{сум} = \frac{G_{сум}}{\frac{G_{кл}}{\rho_д} + \frac{(G_{сум} - G_{кл})}{\rho_в}}, \text{ кг/м3} \qquad (7)$$

где: $\rho_в$ - плотность внутреннего воздуха, принимаемая в размере I,2 кг/м3.

8.Температура дымовых газов перед вентилятором ($t_{сум}$) определяется по формуле:

$$t_{сум} = \frac{353 - 273 \cdot \rho_{сум.}}{\rho_{сум}}, \ ^0C \qquad (8)$$

9.Потери давления в дымовом клапане ($\Delta P_{кл}$) определяется по формуле:

$$\Delta P_{кл} = \zeta_{кл} \cdot \frac{G^2_{кл}}{f^2_{кл} \cdot 2 \cdot \rho_д}, \text{ Па} \qquad (9)$$

где: $\zeta_{кл}$ - коэффициент сопротивления клапана, равный 2,5 при прохождении через него воздуха при наладке ($\zeta^в_{кл}$), или I,65 - при прохождении через него дыма ($\zeta^д_{кл}$);

$f_{кл}$ - площадь живого сечения принятого дымового клапана, м2.

I0.Потери давления в подводке (если она имеется) от клапана до шахты дымоудаления ($\Delta P_п$) определяются по формуле:

$$\Delta P_п = h^{уд}_п \cdot l_п + \sum \zeta_п \cdot 0{,}8 \cdot \frac{G^2_{кл}}{f^2_п \cdot 2 \cdot \rho_д}, \text{ Па} \qquad (I0)$$

где: $h^{уд}_п$ - удельные потери давления на трение в подводке из стальных воздуховодов, Па/м (выбираются из таблиц для расчета воздуховодов по величине объемного расхода дыма - $L_{кл}$ и скорости $\approx$ I0 м/с)

$$L_{кл} = \frac{G_{кл}}{\rho_д} \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{ч} \qquad (II)$$

$l_п$ - длина подводки, м;

$\sum \zeta_п$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на подводке при прохождении через нее воздуха;

0,8 - понижающий коэффициент к значению $\sum \zeta_п$, учитывающий его снижение при прохождении через нее дымовых газов;

$f_п$ - площадь поперечного сечения принятой подводки, $м^2$,

II. Потери давления в шахте дымоудаления ($\Delta P_ш$) определяются по формуле:

$$\Delta P_ш = 0{,}04 \cdot K_{ст} \cdot H_ш \cdot \frac{G_y^2}{F_ш^2 \cdot 2 \cdot \rho_y}, \text{ Па} \qquad (12)$$

где: $K_{ст}$ - коэффициент зависимости от материала стен шахты, принимаемый равным I,0 - для стальных воздуховодов, I,7 - для бетона и шлакобетона, 2,I - для оштукатуренных изнутри, 2,7 - для неоштукатуренного кирпича.

I2. Потери давления в воздуховоде от шахты дымоудаления до вытяжной решетки из помещения для установки вентилятора системы дымоудаления ($\Delta P_в$) определяется по формуле:

$$\Delta P_в = h^в_{уд} \cdot l_в + \sum \zeta_в \cdot 0{,}8 \cdot \frac{G^2_{сум}}{f_в^2 \cdot 2 \cdot \rho_{сум}}, \text{ Па} \qquad (13)$$

где: $h^в_{уд}$ - удельные потери давления на трение в воздуховоде (обычно металлический), Па/м (выбирается из таблиц для расчета воздуховодов по величине объемного расхода смеси дымовых газов и воздуха - $L_с$ и скорости $\geq$ I0 м/с);

$$L_с = \frac{G_{сум}}{\rho_{сум}} \cdot 3600, \text{ м3/ч} \qquad (14)$$

$l_в$ - длина воздуховода, м

$\sum \zeta_в$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на воздуховоде при прохождении через него воздуха.

$f_в$ - площадь поперечного сечения принятого воздуховода, $м^2$.

I3.В связи с нормируемой необходимостью устройства вентиляции помещения для установки вентилятора дымоудаления, обеспечивающей при пожаре в здании температуру воздуха в этом помещении в летний период не более 60°С, рассчитывается требуемый воздухообмен ($L_{в/к}$) по формуле:

$$L_{в/к} = \frac{F_г \cdot 8,7 \cdot (t_{сум} - 60)}{0,335 \cdot (60 - 28,7)}, \quad м3/ч \qquad (I5)$$

где: $F_г$ - суммарная поверхность металлических воздуховодов в пределах венткамеры и корпуса вентилятора, по которым перемещаются дымовые газы, м2.

Поверхность корпуса центробежного вентилятора можно принимать в размере 3,0 м2 - для В.Ц4-75-6,3

5,0 м2 - для В.Ц4-75-8

7,0 м2 - для В.Ц4-75-I0

(Тип вентилятора предварительно определяется по значению $L_с$, вычисленному по формуле (I4).

8,7 - коэффициент теплоотдачи от поверхности $F_г$ к воздуху помещения венткамеры, Вт/м2°С.

Этот воздухообмен может обеспечиваться: по вытяжке - за счет присоединения вытяжной регулируемой решетки из помещения к системе дымоудаления; по притоку - за счет устройства отверстия с жалюзийной решеткой в наружной стене помещения. Площадь такого отверстия ($F_{пр}$) может рассчитываться по формуле:

$$F_{пр} = \frac{L_{в/к}}{3600 \times 3}, \quad м2 \qquad (I6)$$

I4.Расчетная производительность вентилятора дымоудаления (L_v^g) вычисляется по формуле:

$$L_v^g = L_с + L_{в/к}, \quad м3/ч \qquad (I7)$$

I5.Потери давления в сети воздуховодов от вытяжной вентрешетки до места выброса дымовых газов в атмосферу (обычно это факельный выброс) $-\Delta p_в'$ определяются по формуле:

$$\Delta P_в' = h_{уд}^{в'} \cdot l_в' + \Sigma \zeta_в' \cdot 0{,}8 \cdot \left(\frac{L_v^g}{3600}\right)^2 \cdot \frac{\rho_{сум}}{f_в'^2 \cdot 2}, \text{ Па} \qquad (I8)$$

где: $h_{уд}^{в'}$ - удельные потери давления на трение в воздуховоде Па/м (выбирается из таблиц для расчета воздуховодов по величине L_v^g и скорости $\approx$ I0 м/с);

$l_в'$ - длина воздуховода, м;

$\Sigma \zeta_в'$ и $f_в'$ - см.формулу (I3)

I6.Потери давления на факельном выбросе дымовых газов (Δ Рф) определяются по формуле:

$$\Delta Рф = I{,}2 \left(\frac{L_v^g}{3600}\right)^2 \cdot \frac{\rho_{сум}}{D_ф^4 \cdot 2}, \text{ Па} \qquad (I9)$$

где: Дф - принятый диаметр выхода факела (устья) наружу, м

Обычно скорость дымовых газов в устье факела принимается не менее 20 м/с. Тогда значение Дф может вычисляться по формуле

$$Дф \geq 0{,}0042\sqrt{L_v^g}, \text{ м} \qquad (20)$$

с округлением до ближайшего стандартного значения диаметра круглого металлического воздуховода.

I7.Общие потери давления в системе дымоудаления (Δ Рс) определяются по формуле:

$$\Delta Рс = \Delta Ркл + \Delta Рп + \Delta Рш + \Delta Рв + \Delta Рв' + \Delta Рф, \text{ Па} \qquad (2I)$$

I8.Естественное давление в системе дымоудаления за счет разности удельных весов наружного воздуха в летний период и дымовых газов (Δ Ре) определяется по формуле:

$$\Delta Ре = 0{,}7 (\rho_в - \rho_д) \cdot 9{,}6 \cdot Нш = 4 \cdot Нш, \text{ Па} \qquad (22)$$

I9.Расчетный напор вентилятора дымоудаления ($P_V^Д$) определяется с учетом приведения к плотности стандартного воздуха по формуле:

$$P_V^Д = \frac{1,2\,(\Delta P_c - \Delta P_e)}{\rho_{сум}}, \text{ Па} \qquad (23)$$

20.Потребляемая мощность электродвигателя вентилятора ($N_V^Д$) определяется по формуле:

$$N_V^Д = \frac{L_V^Д \cdot P_V^Д \cdot 10^{-3}}{3600}, \text{ кВт} \qquad (24$$

2I.По вычисленным значениям $L_V^Д$, $P_V^Д$, $N_V^Д$ подбираем вентилятор и электродвигатель к нему.

Наладка системы дымоудаления на расчетные расходы осуществляется при отсутствии пожара, т.е. при условии, когда при работе вентилятора вместо дымовых газов плотностью 0,6÷0,8 кг/м3 в сети перемещается воздух с плотностью I,2 кг/м3.

Указанное приводит к значительному снижению производительности выбранного и установленного вентилятора. Эта производительность ($L_V^{хол}$) определяется по формуле:

$$L_V^{хол} = \frac{L_c \cdot \rho_{сум}}{\rho_в} \times \sqrt{\frac{0,7 \cdot P_V^Д}{\Delta P_c}} + L_{в/к}, \text{ м3/ч} \qquad (2$$

Расчетный расход воздуха, удаляемого через открытый на Iэт дымовой клапан при работе вентилятора ($L_{кл}^{хол}$) определяется по формуле $L_{кл}^{хол} = L_{кл} \cdot \sqrt{\frac{\rho_Д}{\rho_в} \cdot \frac{\zeta_{кл}^Д}{\zeta_{кл}^в} \cdot \frac{0,7 \cdot P_V^Д}{\Delta P_c}}$, $м^3/ч$ (2

В проектной документации (на схеме системы) следует указывать эти значения наряду с соответствующими значениями $L_V^Д$ и $L_к$ при перемещении дымовых газов.

Пример I

Рассчитать вентиляционную систему дымоудаления I6-этажного жилого дома с одной эвакуационной дверью разм.0,85 х 2,0м из коридора на лестничную клетку. Высота шахты дымоудаления – 45м, материал стен – бетон.

Р е ш е н и е

I. $G_{кл} = 0,65 \times 0,85 \times 0,85 \times I \times \sqrt{2^3} = I,93$ кг/с (I)

2. $\rho_у = 0,6I + 0,0I\,(I6-I) = 0,76$ кг/м3 (2)

3. $G_у = \frac{0,8I \times I,93 \times 0,76}{I - 0,83 \times 0,76} = 3,2$ кг/с (3)

4. $F_м^{тр} \geqslant \frac{3,2}{I0} \geqslant 0,32$ м2 (4)

Принимаем шахту дымоудаления разм.500х800 мм с $F_{мI} = 0,4$ м2 и $П_ш = 2,6$ м

5. $G_{доп.} = 0,003 \times 45 \times 2,6 + 0,I\,(3,2 - I,93) = 0,48$ кг/с (5)

6. $G_{сум} = 3,2 + 0,48 = 3,68$ кг/с (6)

7. $\rho_{сум} = \frac{3,68}{\frac{I,93}{0,6I} + \frac{3,68 - I,93}{I,2}} = 0,80$ кг/м3 (7)

8. $t_{сум} = \frac{353 - 273 \times 0,80}{0,80} = I68^0$С (8)

Принимаем клапан дымоудаления с $f_{кл} = 0,25$ м2

9. $\Delta P_{кл} = I,65 \frac{I,93^2}{0,25^2 \times 2 \times 0,6I} = 8I$ Па (9)

I0. $\Delta P_ш = 0$ (т.к. клапан установлен прямо на шахте)

II. $L_{кл} = \frac{I,93 \times 3600}{0,6I} = II400$ м3/ч (II)

I2. $\Delta P_ш = 0,04 \times I,7 \times 45 \times \frac{3,2^2}{0,45^4 \times 2 \times 0,75} = I02$ Па (I2)

I3. $L_с = \frac{3,68 \times 3600}{0,80} = I6500$ м3/ч (I4)

Предварительно принимается вентилятор В-Ц4-75-8, воздуховод разм.500х800 мм с 4 отводами по 90^0.

14. $\Delta P_{в} = 1{,}8 \times 5 + 4 \times 0{,}4 \times 0{,}8 \times \frac{3{,}68^2}{0{,}4^2 \cdot 2 \cdot 0{,}8} = 62$ Па (13)

15. $\Delta_{в/х} = \frac{10 \times 8{,}7 \cdot (168-60)}{0{,}336 \times (60-28{,}7)} = 900$ м3/ч (15)

где: IO – общая площадь поверхности воздуховодов в пределах венткамеры и вентилятора, м2

16. $F_{шр} = \frac{900}{3600 \times 3} = 0{,}084$ м2 (300х300 мм) (16)

17. $\Delta_{v}^{\Sigma} = 16500 + 900 = 17400$ м3/ч (17)

18. $\Delta P_{в}' = 2{,}0 \times 3 + 2 \times 0{,}4 \times 0{,}8 \left(\frac{17400}{3600}\right)^2 \frac{0{,}80}{0{,}4^2 \times 2} = 44$ Па (18)

(длина воздуховода после вентилятора – 3 м и 2 отвода по 90^0)

19. $Д_{ф} \geq 0{,}0042 \cdot \sqrt{17400} \geq 0{,}55$ м (20)

Принимаем $Д_{ф} = 0{,}63$ м

20. $\Delta P_{ф} = 1{,}2 \left(\frac{17400}{3600}\right)^2 \cdot \frac{0{,}80}{0{,}63^4 \times 2} = 70$ Па (19)

21. $\Delta P_{с} = 81 + 0 + 102 + 62 + 44 + 70 = 359$ Па (21)

22. $\Delta P_{Б} = 4 \times 45 = 180$ Па (22)

23. $P_{v}^{д} = \frac{1{,}2\,(359 - 180)}{0{,}80} = 270$ Па (23)

24. $N_{v}^{д} = \frac{17400 \times 270 \times 10^{-3}}{3600} = 1{,}3$ кВт (24)

К установке принимается вентилятор В-Ц4-75-8, комплектуемый электродвигателем мощностью 4,0 кВт

25. $\Delta_{v}^{хол} = \frac{16500 \times 0{,}80}{1{,}2} \sqrt{\frac{0{,}7 \times 270}{359}} + 900 = 8900$ м3/ч (2

26. $\Delta_{кл}^{хол} = 11400 \cdot \sqrt{\frac{0{,}7 \times 270}{359} \times \frac{0{,}61}{1{,}2} \times \frac{1{,}65}{2{,}5}} = 4150$ м3/ч (2

Таким образом при работе сети на стандартном воздухе ($\rho_{в} = 1{,}2$ кг/м3) производительность вентилятора должна быть не менее 8900 м3/ч, а клапана дымоудаления, открытого на 1 этаже – не менее 4150 м3/ч (наладочный режим).

Пример 2

Рассчитать вентиляционную систему дымоудаления I6-этажного общественного здания с двумя эвакуационными дверями размером открывающего полотна 0,75 х 2,0 м из коридора на лестничные клетки Высота шахты дымоудаления - 50 м, материал стен - кирпич, оштукатуренный изнутри. Число работающих - I00 чел. на этаже.

Р е ш е н и е:

I. $G_{кл} = I,2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 0,7 \cdot I \cdot \sqrt{2^3} = 3,55$ кг/с (I)

2. $\rho_у = 0,6I + 0,0I\ (I6-I) = 0,76$ кг/м3 (2)

3. $G_у = \frac{0,8I \times 3,55 \times 0,76}{I - 0,83 \times 0,76} = 5,98$ кг/с (3)

4. $F_{мI}^{тр} \geqslant \frac{5,98}{I0} \geqslant 0,6$ м2 (4)

Принимаем шахту дымоудаления разм. I000 х I000 мм с $F_{мI} = I,0$ м2 и $П_ш = 4,0$ м

5. $G_{доп.} = 0,003 \times 50 \times 4 + 0,I\ (5,98-3,55) = 0,84$ кг/с (5)

6. $G_{сум} = 5,98 + 0,84 = 6,82$ кг/с (6)

7. $\rho_{сум} = \frac{6,82}{\frac{3,55}{0,6I} + \frac{6,82 - 3,55}{I,2}} = 0,80$ кг/м3 (7)

8. $t_{сум} = \frac{353 - 273 \times 0,80}{0,80} = I68^{\circ}C$ (8)

Принимаем клапан дымоудаления с $f_{кл} = 0,25$ м2

9. $\Delta Р_{кл} = I,65 \frac{3,55^2}{0,25^2 \times 2 \times 0,6I} = 273$ Па (9)

I0. $\Delta Р_п = 0$ (т.к. клапан установлен прямо на шахте)

II. $L_{кл} = \frac{3,55 \times 3600}{0,6I} = 20900$ м3/ч (II)

I2. $\Delta Р_ш = 0,04 \times 2,I \times 50 \cdot \frac{5,98^2}{I^2 \times 2 \times 0,76} = I00$ Па (I2)

I3. $L_с = \frac{6,82 \times 3600}{0,80} = 30500$ м3/ч (I4)

Предварительно принимается вентилятор В-Ц4-75-I0, воздуховод разм. 700 х I000 мм с 8 отводами по 90°.

I4. $\Delta Pв = 11{,}0 \times 40 + 8 \times 0{,}4 \times 0{,}8 \dfrac{6{,}82^2}{0{,}7^2 \times 2 \times 0{,}80} = 592$ Па (I3)

I5. $L_{в/к} = \dfrac{20 \times 8{,}7\ (168-60)}{0{,}335 \times (60 - 28{,}7)} = 1800$ м3/ч (I5)

где: 20 - общая площадь поверхности воздуховодов в пределах вент-камеры и вентилятора, м2

I6. $F_{пр} = \dfrac{1800}{3600 \times 3} = 0{,}168$ м2 (600 х 300 мм) (I6)

I7. $L_V^{Д} = 30500 + 1800 = 32300$ м3/ч (I7)

I8. $\Delta Pв' = 12 \times 5 + 2 \times 0{,}4 \times 0{,}8 \times \left(\dfrac{32300}{3600}\right)^2 \cdot \dfrac{0{,}80}{0{,}7^2 \times 2} = 102$ Па (I8)

(длина воздуховода после вентилятора 5 м и 2 отвода по 90°)

I9. $Дф \geqslant 0{,}0042 \cdot \sqrt{32300} \geqslant 0{,}75$ м (20)

Принимаем Дф = 0,80 м

20. $\Delta Pф = 1{,}2 \left(\dfrac{32300}{3600}\right)^2 \times \dfrac{0{,}80}{0{,}8^2 \times 2} = 96$ Па (I9)

2I. $\Delta Pс = 273 + 0 + 100 + 592 + 102 + 96 = 1163$ Па (2I)

22. $\Delta P_E = 4 \times 50 = 200$ Па (22)

23. $P_V^{Д} = \dfrac{1{,}2\ (1163 - 200)}{0{,}80} = 1450$ Па (23)

24. $N_V^{Д} = \dfrac{32300 \times 1450 \times 10^{-3}}{3600} = 13{,}0$ кВт (24)

К установке принимается вентилятор В-Ц4-75-I0, комплектуемый электродвигателем мощностью 22,0 кВт

25. $L_V^{хол} = \dfrac{30500 \times 0{,}80}{1{,}2} \times \sqrt{\dfrac{0{,}7 \times 1450}{1163}} + 1800 = 20800$ м3/ч (25)

26. $L_{K_A}^{хол} = 20900 \cdot \sqrt{\dfrac{0{,}7 \times 1450}{1163} \times \dfrac{0{,}61}{1{,}2} \times \dfrac{1{,}65}{2{,}5}} = 11200$ м3/ч (26)

3. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДПОРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА В ШАХТУ ЛИФТА

I. Минимально необходимое давление воздуха в вестибюле на I эт. здания ($P_{ш1}$) для предотвращения распространения дыма по шахте (перед входом в лифты) определяется по формуле:

$$P_{ш_I} = 0,7 \cdot v^2 \cdot \rho_н + 20, \text{ Па} \qquad (I)$$

где: v - расчетная скорость ветра зимой, равная для г.Киева 12 м/с;

$\rho_н$ - плотность наружного воздуха зимой, равная для г.Киева I,4 кг/м3.

Таким образом РшI для г.Киева равно 37,2 Па.

2. Расход наружного воздуха, подаваемого в лифтовую шахту при пожаре в здании ($G_ш$) определяется по формуле:

$$G_ш = A + [1067 + 20 (N_э - I) + 30 (n - 4)] \cdot (N_э - I), \quad \text{кг/ч} \qquad (2)$$

где: А - эмпирический коэффициент, принимаемый по нижеприведенной таблице, составленной в результате обработки соответствующих формул из Пособия 4.9I II редакция "Противодымная защита зданий и помещений" к СНиП 2.04.05-9I;

$N_э$ - количество этажей в здании, обслуживаемых данной лифтовой шахтой;

n - среднее число дверей на одном этаже.

Таблица значений А

Тип лифтовой шахты	Z - обращный тамбур на входе в здание	Прямой тамбур на входе в здание
На 2 лифта	35000	37000
На 3 лифта	44000	50000

3.Производительность вентилятора подпора ($L_v^ш$) определяется по формуле: $$L_v^ш = \frac{G_ш}{\rho_н \approx 1,4}, \text{ м3/ч} \quad (3)$$

4.Давление, создаваемое вентилятором подпора ($P_v^ш$) определяется по формуле:

$$P_v^ш = \Delta P_{кл} + \Delta P_в + P_{шI} + H_ш, \text{ Па} \quad (4)$$

где: $\Delta P_{кл}$ – сопротивление клапана на воздухозаборе, определяемое по формуле

$$\Delta P_{кл} = 2,5 \frac{G_ш^2}{f_{кл}^2 \cdot 2 \cdot \rho_н}, \text{ Па} \quad (5)$$

где: $f_{кл}$ – живое сечение клапана, м2

$G_ш$ – кг/с ; $\left(\frac{G_ш}{3600}\right)$

$\Delta P_в$ – сопротивление сети воздуховодов от клапана до вентилятора и от вентилятора до лифтовой шахты, определяемое по формуле:

$$\Delta P_в = h_{уд}^в \cdot l_в + \sum \zeta_в \cdot \frac{G_ш^2}{f_в^2 \cdot 2 \cdot \rho_н}, \text{ Па} \quad (6)$$

где: $h_{уд}^в$ – удельные потери давления на трение, Па/м (выбираются из таблиц для расчета металлических воздуховодов по значению расхода $L_v^ш$ и принятому сечению воздуховода);

$l_в$ – длина воздуховода, м

$\sum \zeta_в$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на воздуховоде;

$f_в$ – площадь поперечного сечения принятого воздуховода, м^2;

$H_ш$ – высота лифтовой шахты, м.

5.Потребляемая мощность электродвигателя вентилятора ($N_v^ш$) определяется по формуле:

$$N_v^ш = \frac{L_v^ш \cdot P_v^ш \cdot 10^{-3}}{3600}, \text{ кВт} \quad (7)$$

6.По вычисленным значениям $L_v^ш$, $P_v^ш$, $N_v^ш$ выбираем вентилятор и электродвигатель к нему.

Пример 3

Рассчитать вентиляционную систему подпора воздуха в лифтовую шахту на 2 лифта I6-этажного жилого дома с прямым тамбуром на входе в здание. Высота шахты 45 м, 8 дверей в коридоре.

Р е ш е н и е:

I. $P_{м.I}$ = 37,2 Па (I)

2. $G_м$ = 37000 + [I067+20(I6–I)+30(8–4)] x (I6–I) = 59400 кг/ч (I6,5 кг/с) (2)

3. $L^{ш}_{v} = \frac{59400}{I,4}$ = 42300 м3/ч (3)

4. Принимаем клапан на воздухозаборе с площадью живого сечения I,2 м2

$$\Delta P_{кл} = 2,5 \frac{I6,5^2}{I,2^2 \times 2 \times I,4} = I69 \text{ Па} \quad (5)$$

5. Принимаем воздуховод между клапаном и шахтой лифта (до и после вентилятора) размером I000 xI000 мм с $f_в$= I,0 м2, длиной 5 м и 2 отводами по 90°.

$$\Delta P_в = II,0 \times 5 + 2 \times 0,4 \times \frac{I6,5^2}{I^2 \times 2 \times I,4} = I33 \text{ Па} \quad (6)$$

6. $P^{ш}_{v}$ = I69 + I33 + 37,2 +45 = 384 Па (4)

7. $N^{ш}_{v} = \frac{42300 \times 384 \times I0^{-3}}{3600}$ = 4,5 кВт (7)

К установке принимается вентилятор В-2,3-130-10с электродвигателем мощностью 11,0 кВт.

4. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДПОРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА В ЛЕСТНИЧНУЮ КЛЕТКУ

I. Минимальное необходимое давление воздуха в нижней части лестничной клетки ($P_{лк}^{низ}$) для предотвращения распространения дыма (перед входом в здание на I эт.) определяется по формуле:

$$P_{лк}^{низ} = 0,7 \times \upsilon^2 \times \rho_н + 20 = 37,2 \text{ Па} \qquad (I)$$

2. Расчетное количество воздуха, поступающего из лестничной клетки наружу через нижнюю входную дверь ($G_{вх}^{низ}$) определяется по формуле: $G_{вх}^{низ} = A \times F_{дв} \times \sqrt{P_{лк,}^{низ}}$ кг/ч (2)

где: A - эмпирический коэффициент, зависящий от формы тамбура на входе в лестничную клетку. При прямом тамбуре A=2875, при Z-образном тамбуре A=2075;

$F_{дв}$ - площадь открываемого полотна входной двери, м2

3. Расчетное количество воздуха, поступающего из лестничной клетки в коридор I-го этажа на возмещение разрежения, создаваемого клапаном дымоудаления, через открытую дверь ($G_э$) определяется по формуле:

$$G_э = \frac{G_{кл} \times 3600}{э}, \text{ кг/ч} \qquad (3)$$

где: $G_{кл}$ - расчетный расход дыма через клапан дымоудаления, кг/с (принимается из расчета вентиляционной системы дымоудаления из коридоров);

Э - общее количество эвакуационных выходов из коридора (наружу и на лестничные клетки).

4. Расчетное количество воздуха, поступающего из лестничной клетки в коридоры остальных этажей через щели закрытых дверей ($G_щ$) определяется по формуле:

$$G_щ = 980 (N_{лк} - I), \text{ кг/ч} \qquad (4)$$

где: $N_{лк}$ - число этажей в лестничной клетке.

5.Учитывая нормативное требование о недопустимости давления воздуха в верхней части лестничной клетки больше 150 Па, вычисляем возможное количество этажей в ней ($N_{лк}^{доп}$) по формуле

$$N_{лк}^{доп} = \frac{56,4 + 10,7 \times K}{h_{эт} + 10,7 \times K}, \text{ эт.} \quad (5)$$

где: $h_{эт}$ - высота этажа от пола до пола, м

K - определяется в свою очередь по формуле

$$K = \left(\frac{G_{вх}^{низ} + G_{э} + 0.56 G_{щ}}{F_{лк} \times 3600}\right)^2, \quad (6)$$

где: $F_{лк}$ - площадь поперечного сечения лестничной клетки, м2 (в плане).

Если окажется, что $N_{лк}^{доп} \geq N_{лк}$, то дальнейшие расчеты производятся следующим образом:

1.Определяется сопротивление проходу воздуха сверху вниз по всей высоте лестничной клетки ($\Delta P_{лк}$) по формуле

$$\Delta P_{лк} = 21,4 (N_{лк}-1) \times K, \text{ Па} \quad (7)$$

2.Определяется естественный подпор в лестничной клетке (P_E) формуле:

$$P_E = 2 \cdot N_{лк} \cdot h_{эт}, \text{ Па} \quad (8$$

3.Определяется давление воздуха в верхней части лестничной клетки ($P_{лк}^{верх}$) по формуле:

$$P_{лк}^{верх} = P_{лк}^{низ} + P_E + \Delta P_{лк} \leq 150 \text{ Па} \quad (9$$

4.Суммарное количество наружного воздуха, подаваемое в лестничную клетку при пожаре в здании ($G_{лк}$) вычисляется по формуле:

$$G_{лк} = G_{вх}^{низ} + G_{э} + G_{щ}, \text{ кг/ч} \quad (1$$

5.Производительность вентилятора подпора ($L_{v}^{лк}$) определяется по формуле:

$$L_{v}^{лк} = \frac{G_{лк}}{\rho_{н}} = \frac{G_{лк}}{1,4}, \text{ м3/ч} \quad (1$$

6.Сопротивление клапана на воздухозаборе (до или после вентилятора) - $\Delta P_{кл}$ вычисляется по формуле:

$$\Delta P_{кл} = 2{,}5 \frac{G^2_{лк}}{f^2_{кл} \times 2 \times \rho_н}, \quad Па \qquad (12)$$

где: $G_{лк}$ - кг/с.

7.Сопротивление сети воздуховодов от воздухозабора до верха лестничной клетки ($\Delta P_в$) определяется по формуле:

$$\Delta P_в = h^в_{уд} \cdot l_в + \sum \zeta_в \cdot \frac{G^2_{лк}}{f^2_в \cdot 2 \cdot \rho_н}, \quad Па \qquad (13)$$

где: $G_{лк}$ - кг/с;

Все входящие обозначения см.в расчете вентсистемы подпора наружного воздуха в шахту лифта.

8.Давление, создаваемое вентилятором подпора ($P_v^{лк}$) определяется по формуле:

$$P_v^{лк} = P^{верх}_{лк} + \Delta P_{кл} + \Delta P_в, \quad Па \qquad (14)$$

9.Потребляемая мощность электродвигателя вентилятора ($N_v^{лк}$) определяется по формуле:

$$N_v^{лк} = \frac{L_v^{лк} \times P_v^{лк} \times 10^{-3}}{3600}, \quad кВт \qquad (15)$$

10.По вычисленным значениям $L_v^{лк}$, $P_v^{лк}$, $N_v^{лк}$ подбираем вентилятор и электродвигатель к нему.

Если окажется, что $N^{доп}_{лк} < N_{лк}$, то дальнейшие расчеты производятся с УЧЕТОМ РАЗБИВКИ ВСЕЙ Л.К. НА ЗОНЫ.

1.Определяется количество этажей в нижней зоне ($N^н_{зон}$) по формуле

$$N^н_{зон} = N^{доп}_{лк}, \qquad (16)$$

с округлением до ближайшего меньшего целого числа.

2.Определяется количество этажей в верхней зоне ($N^в_{зон}$) по формуле

$$N^в_{зон} = N_{лк} - N^н_{зон}, \qquad (17)$$

Дальнейшие вычисления производятся отдельно для каждой зоны с учетом варианта перехода из верхней зоны в нижнюю - внутренний или наружный.

При внутреннем переходе, как и в неразделенной лестничной клетке, давление воздуха в зонах поддерживается с учетом одной открытой наружу двери (внизу нижней зоны), а при наружном - при трех дверях (внизу и вверху нижней зоны и внизу верхней зоны), причем одна из них находится при более высокой разности давлений, чем основная дверь для выхода из здания. Расходы воздуха при этом утраиваются, что делает этот вариант практически неосуществимым. Кроме того, в климатических условиях г.Киева (при $t_н = -22^{\circ}C$) наружный переход также неприемлем. Поэтому ниже приводится расчет только для варианта внутреннего перехода из верхней зоны лестничной клетки в нижнюю.

А.Нижняя зона

Расчет производится аналогично расчету для неразделенной на зоны лестничной клетки за исключением формул (4), (7), (8), по которым вычисляются величины $G_{щ}$, $\Delta P_{лк}$, P_E, где вместо значения $N_{лк}$ подставляется значение $N^{н}_{зон}$, и формулы (I4), в которую добавляется величина $2N^{в}_{зон} \cdot h_{эт}$ при расположении вентилятора подпора на верху здания.

Б.Верхняя зона

I.Давление воздуха в верхней части зоны $(P^{верх}_{лк})$ принимается равным максимально допустимому, т.е. I50 Па.

2.Давление воздуха в нижней части зоны ($P^{низ}_{лк}$) определяется по формуле:

$$P_{лк}^{низ} = 150 - 2 \cdot N_{зон}^{в} \cdot h_{эт}, \quad Па \qquad (18)$$

(В связи с малостью расхода сопротивлением лестничной клетки в зоне пренебрегаем).

3. Как видно из формулы (18), давление воздуха в верхней части нижней зоны всегда выше давления в нижней части верхней зоны. Поэтому утечки воздуха через дверь выхода из верхней зоны не произойдет. Отсюда суммарное количество наружного воздуха, подаваемое в верхнюю зону при пожаре в здании ($G_{лк}^{в.з.}$) вычисляется по формуле:

$$G_{лк}^{в.з.} = G_{э} + G_{щ}, \quad кг/ч \qquad (19)$$

где: $G_{э}$ принимается из расчета нижней зоны, а $G_{щ}$ – в соответствии с $N_{зон}^{в}$.

4. Остальные расчеты выполняются по формулам (11)÷(13), где вместо значения $G_{лк}$ подставляется $G_{лк}^{в.з.}$, и (14) ÷ (15).

5. По вычисленным значениям для данной зоны $L_{v}^{лк}$; $P_{v}^{лк}$; $N_{v}^{лк}$ подбираем вентилятор и электродвигатель к нему.

Пример 4

Рассчитать вентиляционную систему подпора воздуха в лестничную клетку 16-этажного общественного здания с прямым тамбуром на входе, площадью открываемой створки входной двери 2 м2. Площадь лестничной клетки 20 м². Высота этажа 3,6 м.

Р е ш е н и е:

1. $P_{лк}^{низ} = 37,2$ Па (1)

2. $G_{вх}^{низ} = 2875 \times 2 \times \sqrt{37,2} = 35200$ кг/ч (2)

3. $G_{э} = \frac{3,55 \times 3600}{2} = 6400$ кг/ч (3)

(значения $G_{кл}$ и Э взяты из примера 2)

4. $G_{щ} = 980\ (16-1) = 14700$ кг/ч (4)

5. $K = (\frac{35200 + 6400 + 7350}{20 \times 3600})^2 = 0,47$ (6)

6. $N_{лк}^{доп} = \frac{56,4 + 10,7 \times 0,47}{3,6 + 10,7 \times 0,47} = 7$ эт. (5)

Поскольку $N_{лк}^{доп} < N_{лк}$, дальнейшие расчеты проводим по зонам, определив их этажность и тип перехода из верхней зоны в нижнюю.

7. $N_{зон}^{н} = 7$ эт. (16)

8. $N_{зон}^{в} = 16 - 7 = 9$ эт. (17)

Принимаем внутренний тип перехода из зоны в зону. Тогда для нижней зоны:

9. $G_{щ} = 980 \times 6 = 5900$ кг/ч (4)

10. $K = (\frac{35200 + 6400 + 2950}{20 \times 3600})^2 = 0,384$ (6)

11. $\Delta P_{лк} = 21,4 \times 6 \times 0,384 = 49$ Па (7)

12. $P_{г} = 2 \times 7 \times 3,6 = 50$ Па (8)

13. $P_{лк}^{верх} = 37,2 + 49 + 50 = 136,2$ Па (9)

При допустимых 150 Па

14. $G_{лк} = 35200 + 6400 + 5900 = 47500$ кг/ч (13,2 кг/с) (10)

15. $L_v^{лк} = \frac{47500}{1,4} = 34000$ м3/ч (11)

16. $\Delta Р_{кл} = 2,5 \frac{13,2^2}{1,5^2 \times 2 \times 1,4} = 69$ Па (12)

где 1,5 - площадь живого сечения клапана на воздухозаборе, м2

17. $\Delta Р_в = 1,0 \times 35 + 3 \times 0,4 \times \frac{13,2^2}{0,6^2 \times 2 \times 1,4} = 242$ Па (13)

(При расположении вентилятора на чердаке здания длина воздуховода составляет 35 м, имеется 3 отвода по 90°, размер воздуховода принят 600 х 1000 мм с $f_в = 0,6$ м2)

18. $Р_v^{лк} = 136,2 + 69 + 242 + 2 \times 9 \times 3,6 = 512$ Па (14)

19. $N_v^{лк} = \frac{34000 \times 512 \times 10^{-3}}{3600} = 4,85$ кВт (15)

К установке принимается вентилятор В-Ц4-75-10 с электродвигателем мощностью 11,0 кВт.

Для верхней зоны:

20. $Р_{лк}^{верх} = 150$ Па; $Р_{лк}^{низ} = 150 - 2 \times 9 \times 3,6 = 85$ Па; (18)

21. $G_{щ} = 980 \times (9-1) = 7850$ кг/ч (4)

22. $G_{лк}^{в.з.} = 6400 + 7850 = 14250$ кг/ч (3,97 кг/с) (19)

23. $L_v^{лк} = \frac{14250}{1,4} = 10200$ м3/ч (11)

24. $\Delta Р_{кл} = 2,5 \frac{3,97^2}{0,5^2 \times 2 \times 1,4} = 57$ Па (12)

где 0,5 - площадь живого сечения клапана на воздухозаборе, м2.

25. $\Delta Р_в = 0$

26. $Р_v^{лк} = 150 + 57 + 0 = 207$ Па (14)

27. $N_v^{лк} = \frac{10200 \times 207 \times 10^{-3}}{3600} = 0,6$ кВт (15)

К установке принимается вентилятор В.Ц4-75-6,3 с электродвигателем мощностью 2,2 кВт.