ЦНИИЭП учебных зданий
Госгражданстроя

Рекомендации

по расчету вентиляционных систем противодымной защиты общественных зданий



Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

Центральный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования школ, дошкольных учреждений, средних и высших учебных заведений (ЦНИИЭП учебных зданий) Госгражданстроя

Рекомендации

по расчету вентиляционных систем противодымной защиты общественных зданий

Москва Стройиздат 1987

УДК 699.871:697.92.001.24.725

Рекомендованы к изданию Научно-техническим советом ЦНИИЭП учебных зданий Госгражданстроя.

Рекомендации по расчету вентиляционных систем противодымной защиты общественных зданий /ЦНИИЭП учебных зданий. – М.: Стройиздат, 1987. – 32 с.

Приведены рекомендации по организации противодымной защиты зданий высотой до 16 этажей, по размещению клапанов и вентиляторов, обвязке вентиляторов и расходу общеобменной вентиляции. Дан аналитический метод расчета систем противодымной защиты зданий повышенной этажности. Для зданий меньшей этажности предложены рекомендации по расчету площади проходного сечения устройств дымоудаления из отдельных помещений, в том числе подвальных.

Для инженерно-технических работников научно-исследовательских организаций.

Табл. 1, ил. 7.

3206000000 – 217
Р ———————— Инструкт.-нормат., 1 вып. – 121 – 87
047 (01) – 87

©Стройиздат, 1987

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации разработаны к СНиП 2.08.02-85 и ГОСТ 12.1.04–76, а также к ведомственным строительным нормам по проектированию типов общественных зданий.

В соответствии со СНиП 2.08.02-85 в зданиях высотой от 10 до 16 этажей предусмотрено устройство принудительных вентиляционных систем противодымной защиты, но нет официального документа по расчету таких систем для общественных зданий повышенной этажности.

В зданиях до 10 этажей применение вентиляционных систем противодымной защиты с использованием естественной аэрации предусмотрено только для некоторых типов помещений, но не разработано единого подхода к определению требуемой площади дымоудаляющих устройств.

Институтами ЦНИИЭП учебных зданий, ЦНИИЭП им. Б.С. Мезенцева Госгражданстроя ВНИИПО и ВИПТШ МВД СССР проведен комплекс исследований в области противодымной защиты общественных зданий высотой до 16 этажей.

В результате анализа большого экспериментального материала о параметрах теплогазообмена на этаже пожара при работе вентиляционных систем противодымной защиты, о гидравлических характеристиках лестничных клеток, шахт и клапанов дымоудаления и проведения теоретических исследований была выявлена возможность не только предотвратить поступление дыма в шахты лифтов и лестничных клеток независимо от положения дверных и оконных проемов на этаже пожара, но и обеспечить условия для самостоятельной эвакуации людей без средств защиты органов дыхания. Последнее обстоятельство важно и для обеспечения успешной работы пожарных на этаже, где возник пожар. Учтено влияние общеобменной вентиляции на работу систем противодымной защиты.

Теоретические и экспериментальные исследования в области естественного дымоудаления позволили сформулировать требования и теоретические предпосылки, а также вывести общее уравнение для расчета площади дымоудаляющих устройств из безоконных и подвальных помещений общественных зданий.

Рекомендации разработаны ЦНИИЭП учебных зданий (канд. техн. наук Л.Е. Герке), ВНИИПО МВД СССР (кандидаты техн. наук В.М. Есин, И.И. Ильинский, М.П. Стецовский, инженеры В.П. Бородавкин, П.И. Попов, С.П. Смирнов), ВИПТШ МВД СССР (канд. техн. наук Б.В. Грушевский, инж. М.Ю. Овсянников).

1. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Общие положения

1.1. Настоящий раздел предназначен для расчета вентиляционных систем противодымной защиты общественных зданий высотой 10 – 16 этажей коридорной структуры, а также может быть использован для расчета систем противодымной защиты (подпора воздуха в лестничные клетки и шахты лифтов, дымоудаления из коридоров) общественных зданий ниже 10 этажей, если устройство указанных систем обосновано технико-экономическими расчетами.

1.2. Вентиляционные системы, рассчитанные согласно данному разделу, обеспечивают незадымляемость защищаемых объемов здания (лестничных клеток, шахт лифтов, холлов и тамбур-шлюзов) и создают свободную от дыма зону в коридоре этажа пожара при открытых дверях между защищаемым объемом и коридором.

1.3. Вентиляционные системы противодымной защиты здания при пожаре в одном из помещений должны обеспечить:

организованное удаление продуктов горения из объема поэтажного коридора (отсека поэтажного коридора), в который выходит дверь горящего помещения;

подачу воздуха во все шахты лифтов и объемы лестничных клеток (всех отсеков лестничных клеток), имеющих выходы непосредственно в этажи.

1.4. Вентиляционные устройства противодымной защиты здания должны включаться в работу автоматически по сигналу пожарной автоматики или дистанционно от поэтажных кнопок, расположенных в шкафах для пожарных кранов.

Конструктивные и технические требования

1.5. Подача воздуха для создания подпора в защищаемых объемах должна производиться (рис.1) сосредоточенно сверху в объем каждой зоны лестничных клеток и в объем шахт лифтов.

1.6. Отверстия воздухозабора системы подпора воздуха следует располагать так, чтобы исключить попадание в них продуктов горения, выходящих из окон горящего помещения и выхлопного отверстия дымоудаления.

1.7. В системах подпора воздуха лючки и вентиляционные камеры с дверьми следует размещать между всасывающими отверстиями и вентилятором. Клапаны следует располагать в отверстиях подачи воздуха в шахты лифтов или лестничные клетки. Заслонка клапана должна открываться в сторону направления потока. При использовании одного вентилятора для создания подпора в двух или трех зонах лестничной клетки клапана для подачи воздуха должны обеспечивать расчетное распределение воздушных потоков по каждой из этих зон.

1.8. Для удаления продуктов горения из поэтажных коридоров необходимо предусматривать на каждые 30 м длины коридора одну вентиляционную шахту с принудительной вытяжкой и клапанами на каждом этаже (рис. 2). Коридоры следует делить на отсеки несгораемыми перегородками с самозакрывающимися дверьми. Проемы в ограждающих конструкциях шахты, предназначенные для размещения клапанов дымоудаления, следует располагать на каждом этаже непосредственно один над другим, причем верхний уровень каждого поэтажного проема шахты не должен быть ниже 0,15 м и от перекрытия.

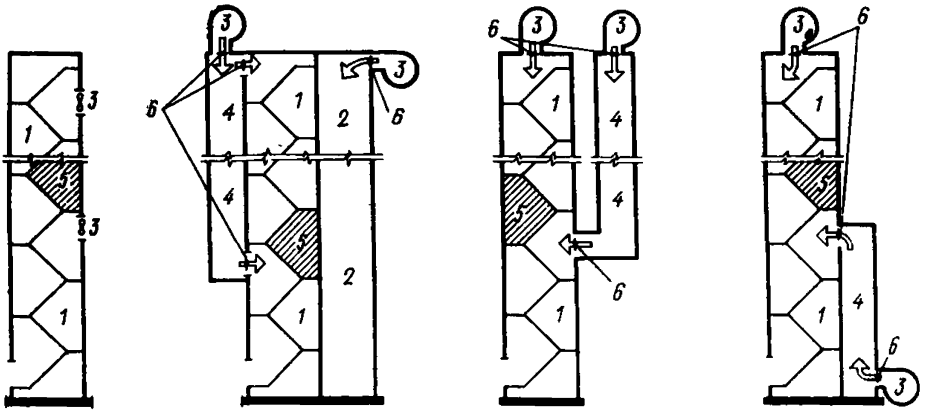

Рис. 1. Примеры организации подачи воздуха в объем лестничной клетки и шахты лифтов
1 – лестничная клетка; 2 – шахта лифтов; 3 – вентилятор подачи воздуха; 4 – канал для подачи воздуха; 5 – рассечка; 6 – клапан для подачи воздуха

1.9. Ограждающие конструкции шахты дымоудаления должны быть выполнены из несгораемых материалов и иметь предел огнестойкости не менее 1 ч. Минимально допустимая площадь проходного сечения шахты дымоудаления должна быть не менее 0,64 м^2. Соотношение размеров (ширины и длины) этого сечения следует принимать в пропорции 2:1 или 1,5:1.

1.10. Величину площади проходного сечения поэтажного клапана дымоудаления необходимо определять расчетом по параметрам дымоудаления, учитывая максимально допустимое значение скорости движения газа через

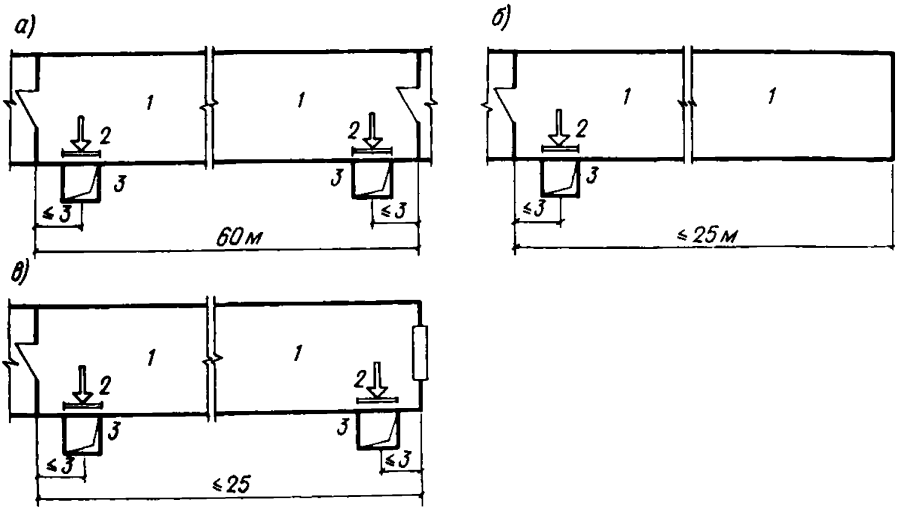

Рис. 2. Размещение клапанов дымоудаления в поэтажном коридоре (план)
а – промежуточный отсек коридора; б и в – тупиковые коридоры без естественного освещения и с естественным освещением; 1 – коридор; 2 – клапан дымоудаления; 3 – шахты дымоудаления

открытый клапан – 20 м/с, а также ряд предпочтительных численных значений – 0,3; 0,5; 0,7; 1 м², но не принимать менее 0,3 м². Геометрические размеры клапана следует принимать, соблюдая условия не превышения верхнего уровня дверных проемов коридора над нижним уровнем проходного сечения клапана.

1.11. Для обеспечения принудительного дымоудаления следует применять только радиальные (центробежные) вентиляторы. Один вентилятор должен обслуживать только одну шахту дымоудаления. На тракте дымоудаления запрещается устраивать запорно-регулирующие устройства (кроме поэтажных клапанов дымоудаления), люки, вентиляционные камеры с дверьми и т.п. Допускается использовать мягкие шумопоглощающие вставки из фольгированной стеклоткани по ТУ 1721-193-77 для подсоединения вентилятора дымоудаления к его обвязке.

1.12. Вентиляторы дымоудаления следует размещать на чердаке или на покрытии здания в отдельном помещении. Выброс дыма должен быть факельным (через конфузор) со скоростью не менее 20 м/с. Выбросной патрубок вентилятора дымоудаления следует устанавливать вертикально с превышением плоскости выхлопного отверстия над верхним уровнем отверстия воздухозабора вентиляторов подпора воздуха не менее чем на 3 м, а расстояние между указанными отверстиями в плане не должно быть менее 5 м.

1.13. В каналах дымоудаления и подпора воздуха прокладка каких-либо коммуникаций не допускается.

1.14. Не допускается размещать в общей камере вентиляционные агрегаты дымоудаления и подпора воздуха.

1.15. Архитектурные декоративные решетки на отверстиях вентиляционных устройств противодымной защиты не должны снижать площадь расчетного проходного сечения отверстия больше, чем на 5%. Решетки следует выполнять из несгораемых материалов.

1.17. Ограждающие конструкции шахты дымоудаления, клапаны для подачи воздуха, обвязки вентиляторов не должны иметь сопротивление воздухопроницанию менее $2{,}7 \cdot 10^{-2}$ м²·с·Па/кг.

1.18. Кабины лифтов (кроме пожарного) при срабатывании системы противодымной защиты должны опускаться на первый этаж и оставаться там с открытыми дверьми.

Исходные данные для расчета

1.19. Для расчета систем противодымной защиты общественных зданий принимаются наихудшие с точки зрения противодымной защиты сочетания метеорологических условий и условий внутри здания при пожаре.

Очаг пожара условно принимается в помещении, расположенном на нижнем типовом этаже с наветренной стороны здания. Остекление в этом помещении считается невскрытым.

1.20. Двери на пути из горящего помещения до выхода из здания наружу считаются открытыми, остальные окна и двери считаются закрытыми. Двери лифтов считаются открытыми на нижнем типовом этаже, на остальных этажах двери лифтов считаются закрытыми. Открытым считается клапан дымоудаления в той части коридора, куда выходит дверь горящего помещения, остальные клапаны дымоудаления считаются закрытыми.

1.21. Входные двери в вестибюль здания, двери и окна лестничных клеток, двери шахт лифтов, а также воздухозаборные отверстия вентиляторов подпора воздуха принимаются (при расчете расходов) выходящими на заветренный фасад здания.

1.22. Сведения о геометрических размерах проемов, каналов, шахт и т.д. принимаются по проектным материалам. Зазоры в притворах дверей, воздухопроницаемость окон, гидравлические характеристики клапанов и т.д. следует принимать согласно паспортным данным на эти изделия.

1.23. Температура наружного воздуха равна средней температуре наиболее холодной пятидневке за год (СНиП II-33-75*, прил. 4, гр. 8). Скорость воздуха равна наибольшей из средних скоростей по румбам за наиболее хо-

лодный месяц года, но не менее 5 м/с (СНиП II-33-75*, прил. 4, гр. 13). Температура воздуха, поступающего из защищаемого объема в коридор (отсек коридора) на этаже пожара, $T_п$ вычисляется по формуле

$$T_п = (T_н + T_в)/2, \quad (1)$$

где $T_н$ и $T_в$ – температура соответственно наружного воздуха и в помещении, °С.

Расчет параметров систем

1.24. Рассчитываемыми параметрами вентиляционных систем противодымной защиты общественных зданий являются величины давлений и подачи вентиляторов этих систем.

Расчет начинается с вычисления максимальной среднеобъемной температуры в помещении $T_{ом}$, которую находят по номограммам. Инструкции по определению пожарной нагрузки в помещениях общественных зданий (ВНИИПО, 1981) или по рис.3.

1.25. Расход воздуха, поступающего через дверной проем из защищаемого объема в поэтажный коридор $G_п$, определяется по формуле

$$G_п = \rho_п U_п B_п H_п, \quad (2)$$

где $\rho_п$ – плотность приточного воздуха, кг/м³; $B_п$ и $H_п$ – соответственно ширина и высота дверного проема, м; $U_п$ – скорость воздуха в дверном проеме, м/с.

1.26. Скорость воздуха в дверном проеме вычисляется по формуле

$$U_п \geqslant (0{,}46 - 0{,}09\, l_п/L)\sqrt{g H_п}, \quad (3)$$

где L – длина коридора (отсека коридора), м; $l_п$ – расстояние от двери из поэтажного коридора в защищаемый объем до двери ближайшего помещения, м; g – ускорение свободного падения, равно 9,81 м/с².

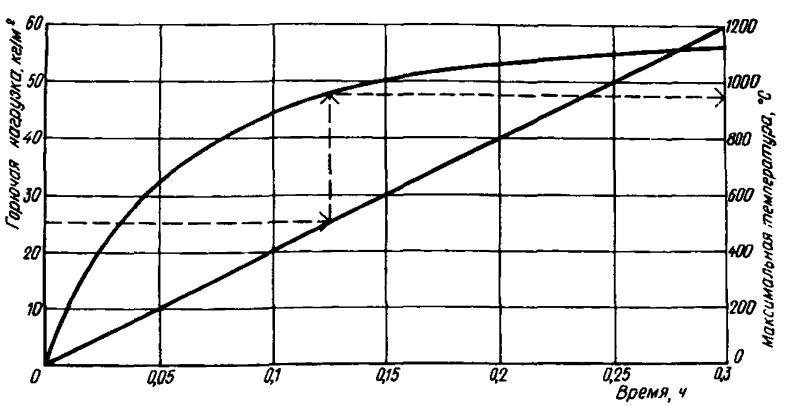

Рис. 3. График зависимости продолжительности начальной стадии пожара и максимальной по времени среднеобъемной температуры от массы горючей нагрузки на 1 м² площади пола

1.27. Расход продуктов горения (дыма) $G_д$, удаляемых с этажа пожара, вычисляется по формуле

$$G_д = 1{,}1\, G_п + G_{ов}, \qquad (4)$$

где $G_{ов}$ – расход воздуха от общеобменной вентиляции, кг/с.

Расход воздуха $G_{ов}$ определяется по формуле

$$G_{ов} = n V \rho_п / 3600, \qquad (5)$$

где n – кратность воздухообмена ($n \geqslant 3$); V – объем наибольшего помещения на этаже, где возник пожар, м³.

1.28. Расход продуктов горения $G_т$, поступающих из помещения очага пожара в поэтажный коридор, рассчитывается по формуле

$$G_т = 0{,}6\, B_о\, H_о^{3/2}, \qquad (6)$$

где $B_о$ и $H_о$ – ширина и высота дверного проема помещения, где возник пожар, м.

1.29. Температура продуктов горения, удаляемых из поэтажного коридора общественных зданий, $T_д$ у клапана дымоудаления вычисляется по формуле

$$T_д = [G_т\, T_{ок} + T_п\, (G_п - 0{,}9 G_т)] / G_д. \qquad (7)$$

где $T_{ок}$ – температура продуктов горения, выходящих из очага пожара в коридор, К, определяется по формуле

$$T_{ок} = 273 + 0{,}65\, t_{ом}.$$

1.30. Плотность дыма и воздуха, ρ имеющих температуру T, рассчитывается по формуле

$$\rho = 353/T. \qquad (8)$$

1.31. Потеря давления в клапане дымоудаления $\Delta P_{кд}$ вычисляется по формуле

$$\Delta P_{к.д} = \xi_{к.д}\ \rho_д U_д^2 / 2, \qquad (9)$$

где $\xi_{кд}$ – коэффициент сопротивления клапана дымоудаления; $\rho_д$ – плотность продуктов горения, кг/м³; $U_д$ – скорость продуктов горения в клапане дымоудаления, м/с.

1.32. Скорость продуктов горения $U_д$ в клапане определяется по формуле

$$U_д = G_д / (\rho_д F_{к.д}), \qquad (10)$$

где $F_{кд}$ – площадь проходного сечения клапана дымоудаления, м².

Площадь клапана дымоудаления $F_{кд}$ выбирается такой, чтобы скорость воздуха в нем не превышала 20 м/с.

1.33. Средняя по высоте шахты дымоудаления температура продуктов горения T_c вычисляется по формуле

$$T_c = T_в + (T_д - T_в)\ (1 - 1^{-0{,}0725 h_{эт} N}) / (0{,}0725 N h_{эт}). \qquad (11)$$

1.34. Расход дыма $G_{о.ш.д}$ на оголовке шахты дымоудаления рассчитывается по формуле

$$G_{о.ш.д} = G_д + h_{эт}\ (N - 1)\ G_ф, \qquad (12)$$

где $h_{эт}$ – высота этажа, м; N – число этажей; $G_ф$ – расход воздуха в шахту дымоудаления за счет инфильтрации, кг/с (принимается не менее 0,11 кг/с на 1 м длины шахты).

1.35. Потеря давления в шахте дымоудаления $\Delta P_{ш.д}$ определяется по формуле

$$\Delta P_{ш.д} [П_{ш.д} \xi_{ш.д} h_{эт} / (8 \rho_c F^3_{ш.д})] [G^2_д\ (N - 1) + G_д G_ф h_{эт}\ (N - 1)^2 + + G^2_ф h^2_{эт}\ (N - 1) / 3], \qquad (13)$$

где $\xi_{ш.д}$ – коэффициент сопротивления трения на поверхности стен шахты дымоудаления (при величине относительной шероховатости стенки шахты не более 15 мм $\xi_{ш.д} = 0{,}05$); ρ_c – плотность дыма при T_c, кг/м^3; $F_{ш.д}$ – площадь внутреннего поперечного сечения шахты дымоудаления, м^2; $П_{ш.д}$ – периметр внутреннего сечения шахты дымоудаления, м. Если $h_{эт} \geqslant 3{,}3$ м, в формулу (13) следует подставлять приведенное число этажей $N_{пр} = h_{эт} N / 3$.

1.36. Давление, которое должен развивать вентилятор дымоудаления, $\Delta P_{в.д}$, Па, вычисляется по формуле

$$\Delta P_{в.д} = \Delta P_{к.д} + \Delta P_{ш.д} + \Delta P_c + \Delta P_п, \qquad (14)$$

где $\Delta P_{ш.д}$ – потери давления соответственно в шахте дымоудаления; $\Delta P_{к.д}$ на клапане дымоудаления; ΔP_c в обвязке вентилятора дымоудаления при расчетном расходе продуктов горения и рассчитывается по Справочнику по гидравлическим сопротивлениям (М.: Машиностроение, 1975); $\Delta P_п$ от коридора до входа в здание, Па.

При наличии подпора в защищаемых объемах и коридоре, не разделенном на отсеки, $\Delta P_п$ принимается равным нулю.

В противном случае $\Delta P_п$ вычисляется по формуле

$$\Delta P_п = G^2_п / (\mu F_э)^2 + 1{,}4\ \rho_н U^2_в / 2, \qquad (15)$$

где $\mu F_э$ – эквивалентная площадь проемов от коридора до входа в здание (этаж здания), м²; μ – коэффициент расхода проема; $\rho_н$ – плотность наружного воздуха, кг/м³; $U_в$ – скорость ветра, м/с.

Эквивалентная площадь $\mu F_э$ нескольких j проемов вычисляется по формулам книги Ю.А. Кошмарова "Пожарная профилактика систем отопления и вентиляции" (М.: ВИПТШ, 1981) при соединении проемов:

последовательном

$$\mu F_э = 1/\sqrt{1/(\mu_1 F_1)^2 + 1/(\mu_2 F_2)^2 + ... + 1/(\mu_j F_j)^2}; \qquad (16)$$

параллельном

$$\mu F_э = \mu_1 F_1 + \mu_2 F_2 + ... + \mu_j F_j. \qquad (17)$$

1.37. Подача вентилятора дымоудаления $Q_{в.д}$ определяется по формуле

$$Q_{в.д} = G_{о.ш.д}/\rho_с. \qquad (18)$$

1.38. Расчет вентиляторов подпора воздуха в лестничные клетки и шахты лифтов начинается с определения наружных давлений $P_{iн(з)}$, которые вычисляются по формуле

$$P_{iн(з)} = -gh_i(\rho_н - \rho_в) + K_{н(з)}\ \rho_н U_в^2/2, \qquad (19)$$

где h_i – высота от уровня земли до середины i-го проема; $K_{н(з)}$ – аэродинамический коэффициент наветренного (заветренного) фасада здания; $K_н = 0{,}8$ ($K_з = -0{,}6$).

1.39. Давление на первом этаже лестничной клетки (зоны лестничной клетки при наличии рассечек с переходом через наружную зону) $P_{л.к,1}$ определяется по формуле

$$P_{л.к,1} = P_{1н} + \xi_п\ \rho_п\ U_п^2/2, \qquad (20)$$

где $P_{1н}$ – давление на наветренном фасаде здания на уровне 1-го этажа, Па [определяется по формуле (19)]; $\xi_д$ – коэффициент гидравлического сопротивления дверного проема из поэтажного коридора в защищаемый объем.

1.40. Расход воздуха через открытую входную дверь здания $G_{вх}$ вычисляется по формуле

$$G_{вх} = \mu F_э \sqrt{2\rho_п (P_{л.к,1} - P_{вх,з})}, \qquad (21)$$

где $\mu_э$ – эквивалентная площадь проемов от защищаемого объема до входа в здание включительно, м²; $P_{вх,з}$ – давление на заветренном фасаде здания на уровне середины входной двери, Па [определяется по (19)].

1.41. Давление на втором и последующих i-х этажах лестничной клетки $P_{л.к,2}$ и $P_{л.к,i}$ вычисляются по формулам:

$$P_{л.к,2} = P_{л.к,1} + \xi_{лк}\ \rho_п\ U^2_{л.к,2}/2; \quad (22)$$

$$P_{л.к,i} = P_{лк,i-1} + \xi_{лк}\ \rho_п\ U^2_{лк,i}/2, \quad (23)$$

где $\xi_{л.к}$ – коэффициент гидравлического сопротивления одного этажа лестничной клетки (для двухмаршевой лестничной клетки принимать $\xi_{л.к} = 60$); $U_{л.к,i}$ – скорость воздуха между i-м и i – 1-м этажами лестничной клетки, м/с.

1.42. Скорость воздуха в лестничной клетке вычисляется по формуле

$$U_{л.к,i} = G_{л.к,i}/(\rho_п F_{л.к}), \quad (24)$$

где $G_{л.к,i}$ – расход воздуха, поступающего с i-го на i – 1-й этаж, кг/с; $F_{л.к}$ – площадь внутреннего поперечного сечения шахты лестничной клетки, м².

1.43. Расход воздуха, поступающего с i-го на первый этаж, определяется по формулам:

$$G_{л.к,1} = G_п + G_{вх} + G_{о1}; \quad (25)$$

$$G_{л.к,i} = G_{л.к,i-1} + G_{щ,i-1} + G_{0,i-1}. \quad (26)$$

1.44. Расход воздуха $G_{щ,i}$, фильтрующегося через щели дверей, вычисляется по формуле

$$G_{щ,i} = \mu F_э \sqrt{2\rho_п (P_{лк,i} - P_{i,з})}, \quad (27)$$

а через щели окон

$$G_{0,i} = J_о F_о \sqrt{P_{л.к,i} - P_{i,з}}, \quad (28)$$

где $F_о$ – площадь окон, м²; $J_о$ – воздухопроницаемость окон, кг/(с·м²·Па^{0,5}).

1.45. Расчет подпора в лифтовых шахтах (группах лифтовых шахт) аналогичен расчету режима лестничных клеток, за исключением определения давления на первом этаже шахты лифтов:

а) если двери шахты лифтов открыты

$$P_{ш.л,1} = P_{ш.л,i} = P_{ш.л,N} = P_{1,н} = \xi_п\ \rho_п U^2_щ / 2, \quad (29)$$

где $U_щ$ – скорость воздуха в щели между шахтой и кабиной лифта, м/с (принимать равной 2,1 м/с);

б) если двери лифтов закрыты

$$P_{ш.л,1} = P_{ш.л,i} = P_{ш.л,N} = P_{1,н} + 20. \quad (30)$$

1.46. Давление, которое должен развивать вентилятор подпора в зону лестничной клетки (шахты лифтов) вычисляется по формуле

$$P_{в.л.к} = P_{л.к,N} - P_{вз} + \Delta P_{кл.п} + \Delta P_{к.} + \Delta P_{с}, \quad (31)$$

где $P_{л.к,N}$ – давление на верхнем этаже зоны лестничной клетки, Па; $P_{вз}$ – наружное давление на уровне воздухозабора вентилятора подпора в лестничную клетку, Па[определяется по (19)]; $\Delta P_{кл.п}$ – падение давления на клапане подачи воздуха в верхнюю часть зоны лестничной клетки, Па[рассчитывается по (3)]; $\Delta P_{к}$ – падение давления на канале подачи воздуха в зону лестничной клетки, Па; $\Delta P_{с}$ – потери давления в обвязке вентилятора подпора, Па.

1.47. Подача вентилятора подпора в лестничную клетку и шахту лифтов вычисляется по формулам:

$$Q_{в.л.k} = G_{л.к,N} / \rho_{н}; \quad (32)$$

$$Q_{в.ш.л} = \left(\sum_{1}^{N} G_{щ,i} + G_{м.л} \right) / \rho_{н}, \quad (33)$$

где $G_{мл}$ – утечка воздуха через машинное отделение шахты лифтов, кг/с.

1.48. Утечку воздуха $G_{мл}$ вычисляют по формуле

$$G_{мл} = \mu F_{мл} \sqrt{2\rho_{н} (P_{шл,N} - P_{N,з})}, \quad (34)$$

где $F_{мл}$ – площадь отверстий для тросов лифтов, м² (для шахты на два лифта при отсутствии сведений принимать $F_{мл} = 0{,}25$ м²).

1.49. *При расчете подпора воздуха в зонированных лестничных клетках* следует учитывать особенности исполнения рассечек и использовать формулу (20).

1.50. Расход воздуха на оголовке канала для подачи воздуха в зону следует вычислять по формуле

$$G_{лк} = G_{лк,N} + h_{эт} N_{к} G_{фк}, \quad (35)$$

где $G_{л.к,N}$ – расход в зону лестничной клетки для создания в ней заданного давления воздуха, кг/с; $N_{к}$ – число этажей, через которое проходит канал; $G_{фк}$ – расход воздуха, уходящего через стенки канала,кг (с·м) [при отсутствии данных принимать $G_{фк} = 0{,}05$ кг/ (с·м)].

1.51. Потеря давления в канале, по которому подают воздух в зону, следует вычислять по формуле

$$\Delta P_к = \xi_к (\rho_п U_к^2 / 2)(l_к П_к / (4F_к)), \quad (36)$$

где $\xi_к$ – коэффициент сопротивления трения на поверхности стен канала для подачи воздуха; $U_к$ – средняя скорость воздуха, м/с; $l_к$ – длина канала, м; $П_к$ – периметр внутреннего поперечного сечения канала, м.

Внутреннее поперечное сечение шахт дымоудаления и каналов для подачи воздуха следует выбирать таким, чтобы средняя скорость движения газов не превышала 15 м/с,

$$U_к = (G_{к,н} + G_{к,к}) / (2\rho_с F_к), \quad (37)$$

где $G_{к,н}$ – массовый расход в начале канала, кг/с; $G_{к,к}$ – массовый расход в конце канала, кг/с; $\rho_с$ – средняя плотность газов в канале, кг/м^3; $F_к$ – площадь внутреннего поперечного сечения канала, м^2.

Давление и производительность вентиляторов систем противодымной защиты зданий выбирают по каталогам с учетом вычисленных величин.

2. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ОБЫЧНОЙ ЭТАЖНОСТИ

Общие положения

2.1. Настоящий раздел предназначен для расчета вентиляционных систем защиты помещений одноэтажной части зданий, верхних и подвальных этажей.

2.2. Вентиляционные системы, рассчитанные согласно данному разделу, обеспечивают незадымляемость помещений, смежных с помещениями, где возник пожар, используя естественную аэрацию зданий. При этом учитываются особенности внутренней планировки здания и внешние ветровые воздействия.

2.3. Вентиляционные системы противодымной защиты зданий при пожаре в одном из помещений должны обеспечить:

организованное удаление продуктов горения из объема помещения, где возник пожар, через незадуваемые специальные дымоудаляющие устройства, люки, шахты и т.п.;

подачу воздуха в помещение пожара из смежных помещений;

незадымляемость смежных помещений.

2.4. Вентиляционные устройства противодымной защиты должны включаться в работу автоматически по сигналу пожарной автоматики либо дистанционно от кнопок, расположенных в шкафах для пожарных кранов или на специальных пультах управления.

Конструктивные и технические требования

2.5. Методика расчета построена из условия, что удаление дыма производится через незадуваемые проемы, люки, шахты или оконные проемы в подвальных помещениях.

2.6. Стены шахт дымоудаления должны иметь предел огнестойкости не менее одного часа и не должны распространять пламя.

2.7. Архитектурные декоративные решетки на отверстиях вентиляционных систем противодымной защиты не должны снижать площадь расчетного проходного отверстия более чем на 5%.

2.8. Настоящие рекомендации по расчету не распространяются на помещения с постоянно открытыми технологическими или другими отверстиями, расположенными выше дверных проемов и ворот.

2.9. Выходные отверстия устройств для удаления продуктов горения рекомендуется располагать горизонтально.

Расчет параметров систем

2.10. Настоящие положения расчета позволяют определить минимальную площадь дымоудаляющих устройств, отвечающих требованию незадымляемости смежных помещений. Наиболее характерные схемы газообмена, рассчитываемые по предлагаемой методике, указаны на рис. 4. В схемах газообмена приняты следующие обозначения: $G_{п.г.у}$ – расход удаляемых из помещения продуктов горения, кг/с; $G_{по}$ – расход воздуха через приточные отверстия, кг/с.

2.11. Расчет начинается с определения эквивалентной площади приточных отверстий для каждой из сторон здания или помещения с учетом реальной планировки. Рассчитываются:

$F_{э.н}$, $F_{э.п}$, $F_{э.о}$ – эквивалентные площади приточных отверстий, расположенных соответственно с наветренной, заветренной и боковых сторон по отношению к направлению ветра, м^2;

$F_{э.в.н}$, $F_{э.в.п}$, $F_{э.в.о}$ – эквивалентные площади внутренних приточных отверстий, расположенных в ограждающих конструкциях помещения пожара, соответственно с наветренной, заветренной и боковых сторон по отношению к направлению ветра, м^2.

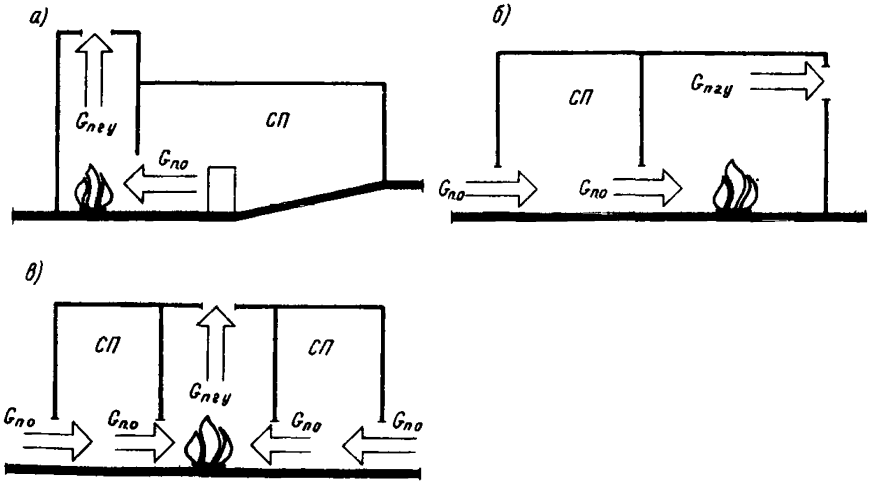

Рис. 4. Схемы газообмена, обеспечивающие незадымляемость смежных помещений (СП)

При расчете эквивалентных площадей проемов следует использовать следующие зависимости:

а) для последовательного расположения приточных отверстий

$$F_э = 1/\sqrt{1/F_1^2 + 1/F_2^2 + ... + 1/F_j^2}, \quad (38)$$

где F_j – площадь отдельного отверстия, расположенного в ограждающей конструкции, м^2;

б) для параллельного расположения отверстий

$$F_э = F_1 + F_2 + ... + F_j. \quad (39)$$

2.12. При наличии двустворных дверей и ворот в расчет принимаются только большие их створки (или одна из равных).

При наличии в помещении пожара технологических проемов, расположенных выше дверных проемов и ворот, необходимо принимать меры по исключению газообмена через них в случае пожара и эти отверстия в расчете не учитываются.

2.13. Ограждающая вертикальная конструкция помещения пожара принимается за заветренную, если соотношение эквивалентной площади внутренних проемов к эквивалентной площади всех приточных отверстий является наибольшим

$$F_{эвн}/F_{эн} < F_{эвл}/F_{эп} > F_{эво}/F_{эо}. \quad (40)$$

2.14. Расстояние по вертикали, обусловленное требованиями безопасности, между геометрическими центрами дверных проемов и уровнем равных давлений,между помещением пожара к смежными помещениями с заветренной стороны $h_{тр.п}$, м, определяется по уравнению

$$h_{тр.п} = 0{,}5h_{п.о} + 0{,}2, \quad (41)$$

где $h_{по}$ – размер по вертикали приточного отверстия, м.

При наличии разновысоких приточных отверстий за $h_{по}$ следует принимать наибольшую высоту дверного проема или ворот.

2.15. Площадь сечения дымоудаляющих отверстий, соответствующая единице эквивалентной площади приточных отверстий, расположенных с заветренной стороны помещения пожара по отношению к направлению ветра $f_{лп}$, м^2/м^2, определяется по формуле

$$f_{лп} = 1/\sqrt{(h - 0{,}02\,U_в^2)/(h_{тр.п}\,F_{эвл}^2/F_{эп}^2) - 1}, \quad (42)$$

где h – расстояние по вертикали между геометрическими центрами приточных и дымоудаляющих отверстий, м; значения $U_в$ определяются в соответствии с п. 1.22. Для определения величины $f_{лп}$ можно использовать номограмму, приведенную на рис. 5.

2.16. Коэффициент m_o определяется по формуле

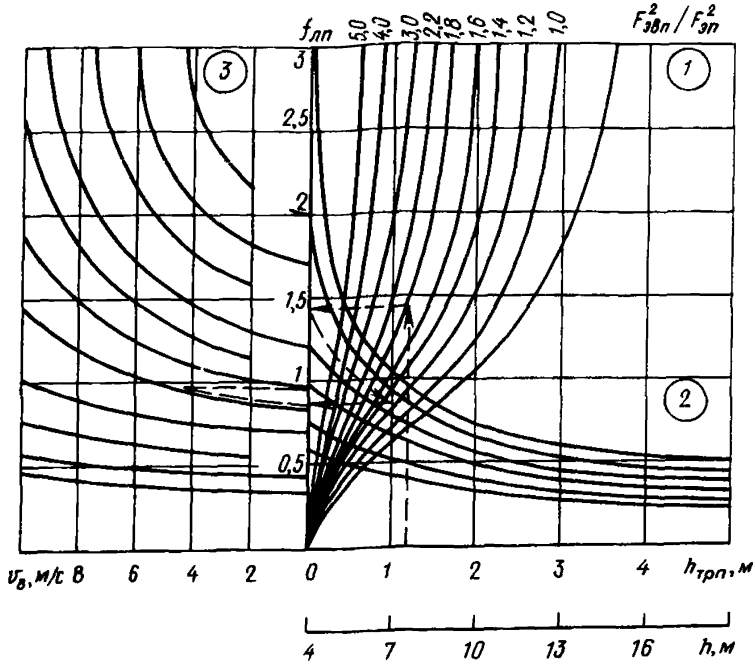

Рис. 5. Номограмма для определения значения $f_{л.п}$

$$m_o = f_{л.о} / f_{лп} = \sqrt{0{,}02\, U_в^2 / (h_{тр.п} / F^2_{эвп} / F^2_{э.п}) + 1}, \qquad (43)$$

где $f_{л.о}$ – площадь сечения дымоудаляющих отверстий, соответствующая единице эквивалентной площади приточных отверстий, расположенных с боковых сторон помещения пожара по отношению к направлению ветра, $м^2/м^2$.

Коэффициент m_o может быть определен по номограмме на рис. 6.

2.17. Коэффициент $m_н$ определяется по формуле

$$m_н = f_{лн} / f_{лп} = \sqrt{0{,}05\, U_в^2 / (h_{трп} F^2_{эвп} / F^2_{эп}) + 1}, \qquad (44)$$

где $f_{л.н}$ – площадь сечения дымоудаляющих отверстий, соответствующая единице, эквивалентной площади приточных отверстий, расположенных с наветренной стороны помещения пожара по отношению к направлению ветра, $м^2/м^2$.

Коэффициент $m_н$ может быть определен по номограмме на рис. 6.

2.18. Требуемая площадь дымоудаляющих устройств $F_л$, $м^2$, по схемам на рис. 4 определяется из выражения

$$F_л = 1{,}65\, f_{лп} (m_н F_{эн} + F_{эп} + m_o F_{эо}) / \mu_л, \qquad (45)$$

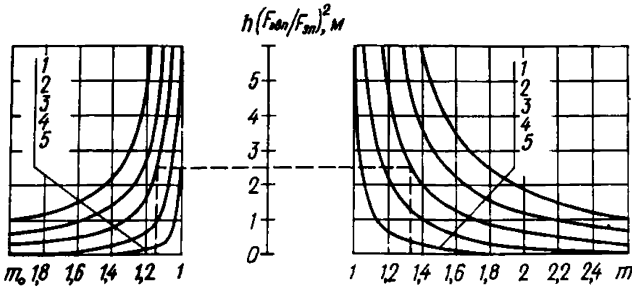

Рис. 6. Номограмма для определения значения коэффициентов $m_о$ и $m_н$. Значения $U_в$, м/с,

1 – 10; 2 – 8; 3 – 6; 4 – 4; 5 – 2

где $\mu_л$ – коэффициент расхода дымоудаляющих устройств принимается равным для шахт: стакан-дефлектор 0,8 ($\Sigma\xi = 0{,}563$); стакан-оголовок с жалюзями – 0,57 ($\Sigma\xi = 2{,}07$); $\Sigma\xi$ – сумма местных и линейных сопротивлений дымовых люков.

2.19. В качестве дымоудаляющих устройств для подвальных помещений рекомендуется использовать оконные проемы.

Для оконных проемов с приямками площадь сечения дымоудаляющих отверстий $F_л$ определяется из уравнения

$$F_л = F_э\, 2{,}03\sqrt{h_{тр}/h_2}, \qquad (46)$$

где $h_{тр}$ – расстояние от геометрического центра приточного отверстия наибольшей высот до плоскости равных давлений, м; h_2 – расстояние от плоскости равных давлений до геометрического центра оконного проема, м.

При этом оконный проем, по которому ведется расчет, должен полностью работать на дымоудаление, т.е. располагаться выше плоскости равных давлений.

2.20. Величина $h_{тр}$ определяется из выражения

$$h_{тр} = 0{,}5\, h_{дв} + 0{,}2, \qquad (47)$$

где $h_{дв}$ – высота наибольшего дверного проема, м.

2.21. Величина h_2 принимается равной

$$h_2 = (h_{пом} - (h_{дв} + 0{,}2))/2, \qquad (48)$$

где $h_{пом}$ – высота помещения, м.

2.22. При невозможности обеспечения дымоудаления из подвальных помещений через оконные проемы необходимо предусмотреть шахты дымоудаления.

В этом случае за h_2 следует принимать расстояние от плоскости равных давлений до геометрического центра дымоудаляющего отверстия с учетом высоты шахты.

Площадь шахты дымоудаления $F_{ш.д}$ следует определять по уравнению

$$F_{ш.д} = (1{,}79\, F_э / \mu_{ш.д})\sqrt{h_{тр} / h_2}, \qquad (49)$$

где $\mu_{ш.д}$ – коэффициент расхода шахты дымоудаления определяется по формуле

$$\mu_{ш.д} = 1/\sqrt{1 + \Sigma\xi_1}, \qquad (50)$$

где $\Sigma\xi_1$ – сумма местных и линейных сопротивлений тракта дымоудаления.

2.23. $\Sigma\xi_1$ определяется по Справочнику по гидравлическим сопротивлениям при скорости потока дымовых газов U, м/с, определяемых по формуле

$$U = 6{,}3\sqrt{h_з}, \qquad (51)$$

где $h_з$ – расстояние от уровня равных давлений до оголовка шахты дымоудаления, м.

2.24. Расчетные формулы (48) и (49) не учитывают влияние ветра, что допустимо для подвальных помещений, но не гарантирует полную незадымляемость смежных помещений и тем более вышележащих этажей. Поэтому необходимо уделить особое внимание выполнению конструктивно-планировочных требований строительных норм и правил, обеспечивающих изоляцию подвальных помещений при наличии в них горючих материалов от лестничных клеток зданий и вышележащих этажей.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Пример 1. Рассчитать расход газов в системе дымоудаления 16-этажного здания управления. Высота этажа здания 3,6 м. Площадь большинства рабочих помещений не превышает 36 м². В каждом помещении имеется дверной проем высотой 2,2 м и шириной 1 м. Помещения здания оборудованы приточной общеобменной вентиляцией, обеспечивающей трехкратный обмен воздуха в течение часа. Поэтажный коридор длиной 80 м разделен на отсеки перегородкой с дверью. Дверные проемы в перегородках, отделяющих лестничную клетку с подпором воздуха от первого отсека коридора и отсеки коридора один от другого, имеют высоту 2,2 м и ширину 1 м.

Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки составляет минус 30°С, скорость ветра 5 м/с. В здании поддерживается температура 20°С.

Вычислим объем рабочего помещения: $V = 36 \cdot 3{,}0 = 129{,}6$ м³.

Пользуясь номограммой (см. рис. 3), находим, что в помещении объемом 129,6 м³ при горючей нагрузке 25 кг/м² максимальная среднеобъемная температура при пожаре $t_{о.м} = 925$°С.

Температуру продуктов горения, выходящих из помещения очага пожара в поэтажный коридор, вычислим по формуле $T_{о.к} = 273 + 0{,}65 \cdot 925 = 874$ К.

Среднюю скорость воздуха в дверном проеме между поэтажным коридором и лестничной клеткой с подпором воздуха, предотвращающим поступление в нее дыма, вычислим по формуле (3):

$$U_п = (0{,}46 - 0{,}09 \cdot 6/30)\sqrt{9{,}81 \cdot 2{,}2} = 2 \text{ м/с}.$$

Температура приточного воздуха вычисляется по формуле (1)

$$T_п = (243 + 293)/2 = 268 \text{ К}.$$

Плотность приточного воздуха вычислим по формуле (8)

$$\rho_п = 353/268 = 1{,}32 \text{ кг/м}^3.$$

Расход приточного воздуха из лестничной клетки в поэтажный коридор вычислим по формуле (2)

$$G_п = 1{,}32 \cdot 2 \cdot 2{,}2 \cdot 1 = 5{,}5 \text{ кг/с}.$$

Расход воздуха приточной системы общеобменной вентиляции вычислим по формуле (5)

$$G_{о.в} = 3 \cdot 129{,}6 \cdot 1{,}32/3600 = 0{,}13 \text{ кг/с}.$$

Расход продуктов горения, удаляемых из отсека поэтажного коридора, вычислим по формуле (4)

$$G_д = 1{,}1 \cdot 5{,}8 + 0{,}13 = 6{,}51 \text{ кг/с}.$$

Расход продуктов горения из помещения очага пожара в поэтажный коридор вычислим по формуле (6)

$$G_г = 0{,}6 \cdot 1 \cdot 2{,}2^{3/2} = 1{,}96 \text{ кг/с}.$$

Температура продуктов горения, удаляемых из отсека поэтажного коридора, вычисляется по формуле (7)

$$T_д = [1{,}96 \cdot 874 + 268\ (5{,}8 - 0{,}9/1{,}96)] / 6{,}51 = 429 \text{ К}.$$

Плотность продуктов горения в отверстии клапана дымоудаления вычислим по формуле (8)

$$\rho_д = 3{,}53 / 429 = 0{,}82 \text{ кг/м}^3.$$

Скорость продуктов горения в отверстии клапана дымоудаления вычислим по формуле (10), принимая площадь отверстия клапана, равной 0,5 м^2,

$$U_д = 6{,}51 / (0{,}82 \cdot 0{,}5) = 16{,}2 \text{ м/с}.$$

Средняя температура продуктов горения по высоте шахты дымоудаления вычисляется по формуле (11)

$$T_c = 292 + (429 - 293) / (1 - \exp(-0{,}0725 \cdot 16 \cdot 3{,}6)) / (0{,}0725 \cdot 16 \text{ x}$$

$$\text{x } 3{,}6) = 325 \text{ К}.$$

Плотность продуктов горения при температуре 52°С вычислим по формуле (8)

$$\rho_c = 353 / 325 = 1{,}1 \text{ кг/м}^3.$$

Расход продуктов горения на оголовке шахты дымоудаления вычислим по формуле (12)

$$G_{о.ш.д} = 6{,}51 + 3{,}6\ (16 - 1)\ 0{,}11 = 12{,}45 \text{ кг/с}.$$

Среднюю скорость газов в шахте дымоудаления вычислим по формуле (37), принимая площадь ее внутреннего поперечного сечения, равной 1 м^2,

$$U_{ш.д} = (6{,}51 + 12{,}45) / (2 \cdot 1{,}1 \cdot 1) = 8{,}54 \text{ м/с}.$$

Потерю давления в шахте дымоудаления вычислим по формуле (13)

$$\Delta P_{ш,д} = [0{,}05 \cdot 3{,}6 \cdot 4 / (8 \cdot 1{,}1 \cdot 1^3)]\ [6{,}51^2\ (16 - 1) + 6{,}51 \cdot 0{,}11 \cdot 3{,}6 \text{ x}$$

$$\text{x } (16 - 1)^2 + (1/3)\ 0{,}11^2 \cdot 3{,}6^2\ (16 - 1)^3\ ] = 450 \text{ Па}.$$

Потерю давления в отверстии клапана дымоудаления с учетом гидравлического сопротивления клапана и поворота потока вычислим по формуле (9)

$$\Delta P_{к.д} = 1{,}5 \cdot 0{,}82 \cdot 16{,}2^2 / 2 = 161{,}4 \text{ Па}.$$

Эквивалентную площадь проемов, отделяющих лестничную клетку с подпором от объема второго отсека коридора, вычислим по формуле (16)

$$\mu F_э = 1/\sqrt{1/(0{,}64 \cdot 2{,}2)^2 + 1/(0{,}64 \cdot 2{,}2)^2} = 1 \text{ м}^2.$$

Потерю давления в дверных проемах, отделяющих лестничную клетку от объема второго отсека коридора, вычислим по формуле (15)

$$\Delta P_{П} = 5{,}8^2 / 1^2 + 1{,}4 \cdot 1{,}32 \cdot 5^2 / 2 = 59 \text{ Па}.$$

Требуемую величину давления вентилятора дымоудаления вычислим по формуле (14), принимая потери давления в сети равными 1000 Па,

$$\Delta P_{в.д} = 161{,}4 + 450 + 1000 + 59 = 1670{,}4 \text{ Па}.$$

Требуемую величину подачи вентилятора дымоудаления вычислим по формуле (18)

$$Q_{в.д} = 12{,}45 / 1{,}1 = 11{,}2 \text{ м}^3/\text{с} = 40{,}4 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Пример 2. Рассчитать расход воздуха и величину избыточного давления на оголовке шахты лифтов применительно к 16-этажному зданию управления, рассмотренному в примере 1.

В лифтовой шахте размещены два лифта грузоподъемностью 1000 кг. Размеры кабин лифтов (ширина х глубину) – 1100х2100 мм; размеры дверных проемов лифтовой шахты (ширина х высоту)– 1200х2000 мм; ширина щелей (ширина х высоту) – 1200х2000 мм, ширина щелей в притворах дверей лифтовой шахты составит 4 мм.

Определим наружное давление на наветренном фасаде здания на уровне центра дверных проемов лифтовой шахты первого этажа, а также наружные давления на заветренном фасаде здания на уровнях центров этих проемов со 2-го по 16-й этаж, используя формулу (19)

$$P_{1,н} = -9{,}8 \cdot 2{,}5\ (1{,}45 - 1{,}2) + 0{,}8 \cdot 1{,}45 \cdot 5^2 / 2 = 8{,}375 \text{ Па};$$

$$P_{2,3} = -9{,}8 \cdot 6{,}1 (1{,}45 - 1{,}2) - 0{,}6 \cdot 1{,}45 \cdot 5^2 / 2 = -25{,}82 \text{ Па};$$

. . . . . .

$$P_{16,3} = -9{,}8 \cdot 56{,}5\ (1{,}45 - 1{,}2) - 0{,}6 \cdot 1{,}45 \cdot 5^2 / 2 = -149{,}3 \text{ Па}.$$

Рассчитанные таким образом величины давлений заносим в таблицу (гр. 3).

Вычислим площадь проходного сечения в зазорах между кабинами лифтов и стенками шахты

$$F_{л.ш} = 3\,(2100+50+50)\;50 + 4{\cdot}1100{\cdot}50 = 0{,}55{\cdot}10^6 \text{ мм}^2.$$

Определим расход воздуха, поступающего через открытые двери шахт лифтов первого этажа

$$G_{л.ш,1} = \rho_п F_{л.ш} U_щ = 1{,}32{\cdot}0{,}55{\cdot}2{,}1 = 1{,}525 \text{ кг/с}.$$

Определим давление воздуха в шахте лифтов на первом этаже по формуле (29)

$$P_{ш.л,1} = 8{\cdot}375 + 2\cdot1{,}32{\cdot}2{,}1^2 / 2 = 14{,}196 \text{ Па}.$$

Определим избыточное давление в шахте лифтов на втором этаже (относительно заветренного фасада здания)

$$P_{щл,1} - P_{2,3} = 14{,}196 - (-25{,}82) = 40{,}02 \text{ Па}.$$

Вычислим площадь щелей в притворах дверей шахты лифтов для второго и последующих этажей

$$F_{щ,2} = F_{щ,3} = \ldots = F_{щ,16} = 2\;(2000{\cdot}2 + 1200{\cdot}2)\;4 = 0{,}0512{\cdot}10^6 \text{ мм}^2.$$

Определим расход воздуха через щели в притворах дверей шахты лифтов 2-го этажа (по формуле (27)

$$G_{щ,2} = 0{,}8{\cdot}0{,}0512\sqrt{2{\cdot}1{,}32{\cdot}40{\cdot}2} = 0{,}421 \text{ кг/с}.$$

Определим расход воздуха по шахте лифтов для второго этажа

$$G_{лш,2} = G_{лш,1} + G_{щ,2} = 1{,}525 + 0{,}421 = 1{,}946 \text{ кг/с}.$$

Далее расчет повторяется аналогичным образом вплоть до 16-го этажа. Результаты расчета сведены в таблицу.

Определим утечку воздуха через машинное отделение лифтовой шахты по формуле (34) :

$$G_{м.л} = 0{,}64{\cdot}0{,}25\sqrt{2{\cdot}1{\cdot}32{\cdot}163{\cdot}496} = 3{\cdot}324 \text{ кг/с}.$$

Объемный расход воздуха на оголовке лифтовой шахты вычислим по формуле (33) :

$$Q_{в.ш.л.} = 11{,}399{\cdot}23{,}324/1{,}45 = 10{,}154 \text{ м}^3\text{/с} = 36\,554 \text{ м}^3\text{/ч}.$$

Этаж	Уровень центра дверных проемов лифтовой шахты, м	Давление на заветренном фасаде здания, Па	Избыточное давление в лифтовой шахте относительно заветренного фасада, Па	Расход воздуха, кг/с		
				через открытые двери лифтовой шахты	через щели дверей лифтовой шахты	по шахте лифтов
1	2	3	4	5	6	7
1	2,5	−17,00	31,196	1,525	–	1,525
2	6,1	−25,82	39,378	–	0,418	1,943
3	9,7	−34,64	48,836	–	0,465	2,408
4	13,3	−43,46	57,656	–	0,505	2,913
5	16,9	−52,28	66,476	–	0,543	3,456
6	20,5	−61,10	75,296	–	0,577	4,033
7	24,1	−69,92	84,116	–	0,610	4,643
8	27,7	−78,74	92,936	–	0,642	5,285
9	31,3	−87,56	101,756	–	0,671	5,956
10	34,9	−96,38	110,576	–	0,700	6,656
11	38,5	−105,20	119,396	–	0,727	7,383
12	42,1	−114,02	128,216	–	0,754	8,137
13	45,7	−122,84	137,036	–	0,779	8,916
14	49,3	−131,66	145,856	–	0,804	9,720
15	52,9	−140,48	154,676	–	0,828	10,548
16	56,5	−149,30	163,496	–	0,851	11,399

Для определения требуемого давления вентилятора подачи воздуха в лифтовую шахту необходимо предварительно рассчитать потерю давления в сети обвязки вентилятора, которая зависит от конкретного ее исполнения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР РАСЧЕТА ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ОДНОЭТАЖНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

В качестве примера расчета противодымной защиты общественных зданий высотой до 10 этажей с использованием естественной аэрации рассмотрено сценическое помещение театра.

Зрительный зал оборудован колосниковой сценой высотой 34 м от отметки пола сцены. Под сценой находится трюм машинного зала глубиной 12 м. Планы театра на отметках 0,00 и 4,35 м показаны на рис. 7.

Дымовые люки располагаются на отметке 27,2 м и предназначены для выпуска дыма и снижения давления в объеме сцены. Дымовые люки состоят из клапанов, расположенных в проемах продольной и задней стен на уровне колосников. Клапаны тросами соединены с лебедкой, расположенной в пожарном посту. Клапаны представляют собой плоскую металлическую конструкцию, обшитую со всех сторон досками, шевелином и кровельной жестью, имеют вертикальную ось вращения и открываются при помощи груза, соединенного с клапаном тросом и рычагами.

В соответствии с предлагаемой методикой расчета противопожарной вентиляции приняты следующие исходные положения:

пожар возник на сцене;

противопожарные занавесы центральной и боковых сцен закрыты;

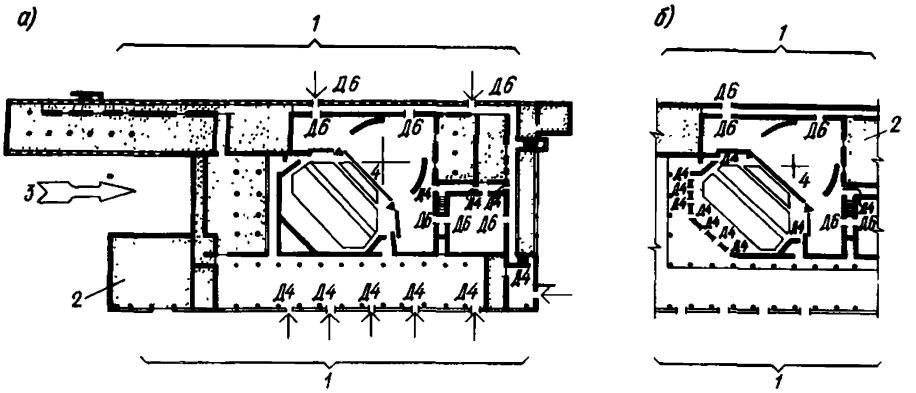

Рис. 7. Планировочное решение здания театра
а и б – планы театра на отметках 0,00 и 4,35
1 – боковая сторона; 2 – помещения, не участвующие в расчете воздухообмена; 3 – направление ветра; 4 – противопожарный занавес; Д4 – дверной проем высотой 2 м и площадью 3,5 м²; *Д6* – дверной проем высотой 4 м и площадью 15,8 м²

дверные проемы по переходным галереям закрыты;

подача воздуха в машинный зал происходит через отверстия в полу сцены и не учитывается при расчете;

открытыми считаются двери наружные вестибюля, зрительного зала, коридора за сценическим помещением, сценического помещения и репетиционного зала (см. схему рис. 7);

двери Д6 – раскрыты на половину, Д4 – полностью.

Произведем расчет противодымных люков сценического помещения в соответствии с требованием СНиП II-Л.20-69 из условия равенства их 2,5% площади пола основной сцены на каждые 10 м высоты сцены.

Исходные данные. Расчетная площадь центральной сцены – 449 м². Высота сценического помещения от пола трюма машинного зала $H_{п.} = 12+ + 27,2 + 1,5 = 41$ м. Общая площадь дымовых люков $F_л$, м², равна:

$$F_л \geqslant 449 \cdot 0,025 \ \ 41 / 10 = 46.$$

Проверим влияние планировочного решения комплекса сцены на обеспечение противодымной защиты смежных со сценой помещений. Для этого выбирается худшее направление ветра относительно помещения сцены.

1. Рассмотрим стену сценического помещения, находящуюся на наибольшем расстоянии от вестибюля.

В соответствии с формулами (38) и (39) эквивалентная площадь внутренних приточных отверстий этой сцены равна

$$F_{эв\,1} = 2 \cdot 0,5 F_{д6} = 15,8 \text{ м}^2.$$

Эквивалентная площадь всех приточных отверстий, подающих воздух через рассматриваемую стену, определяется

$$F_{э1} = 1 / \sqrt{1 / (2 \cdot 0,5 \cdot F_{д6} + 1 / \sqrt{3 / F_{д4}^2})^2 + 1 / (2 \cdot 0,5 F_{д6})^2} =$$

$$= 11,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{эв1}/F_{э1} = 15,8/11,8 = 1,33.$$

2. Рассмторим правую стену сценического помещения. С этой стороны доступ к сцене возможен через коридор и репетиционный зал. Помещение склада из-за большой пожарной нагрузки должно быть закрыто и не может давать доступ воздуху к сцене. Эквивалентная площадь внутренних приточных отверстий равна:

$$F_{эв2} = F_{д4} + 0,5\,F_{д6} = 11,4\ м^2.$$

Эквивалентная площадь всех приточных отверстий, через которые поступает воздух, равна:

$$F_{э2} = 1/\sqrt{1/(0,5F_{д6} + F_{д4})^2 + 1/(0,5F_{д6} + F_{д4})^2 + 1/(2F_{д4})^2 + 1/(2\cdot 0,5F_{д6} + 1/\sqrt{3/F_{д4}^2})^2} = 5,07\ м^2$$

$$F_{э.в_2}/F_{э_2} = 11,4/5,07 = 2,24.$$

3. Рассмотрим стену сценической коробки, оборудованную противопожарными занавесами.

Эквивалентная площадь внутренних приточных отверстий между стеной и полотнами противопожарных занавесов шириной 0,01 м, через которые проходит фильтрация воздуха на сцену, равна

$$F_{эв_3} = (8\cdot 6 + 6\cdot 4 + 18)\ 0,01 = 0,9\ м^2.$$

Эквивалентную площадь всех приточных отверстий $F_{э_3}$, подающих воздух через рассматриваемую стену, можно приравнять к $F_{эв_3}$, так как при последовательном расположении проемов эквивалентную площадь определяет меньшее из них,

$$F_{эв_3}/F_{э_3} = 1.$$

В качестве заветренной стороны в соответствии с условием (40) принимается правая стена сценической коробки, т.е. правый торец здания театра.

Следовательно:

$$F_{э.в.п} = F_{э.в2} = 11,4\ м^2\ ;$$

$$F_{э.п} = F_{э2} = 5,07\ м^2\ ;$$

$$F_{э} = F_{э1} + F_{в_3} = 11,8 + 0,9 = 12,7\ м^2.$$

Расстояние от уровня равных давлений до геометрического центра внутренних приточных отверстий с подветренной стороны равно:

$$h_{тр.п} = 0,5h_{п.о} + 0,2 = 3,75 + 0,2 = 3,95 \approx 4\ м;$$

$$h_п = 27,2 + 1,5 = 28,7 \text{ м};$$

$$h = 28,7 - 4,0 = 24,7 \text{ м}.$$

Скорость ветра в соответствии с п. 1.22 принята для Москвы равной 5 м/с.

Подставляем все исходные данные в формулу (42) и $f_{л.п.}$ равно:

$$f_{л.п} = 1/\sqrt{(24,7 - 0,02 \cdot 5^2) / (4 \cdot 11,4^2 / 5,07^2) - 1} = 2,25.$$

В соответствии с формулой (43):

$$m_0 = \sqrt{0,02 \cdot 5^2 / (4 \cdot 11,4^2 / 5,07^2) + 1} = 1,01.$$

Площадь противодымных люков определена по формуле (45):

$$F_л = 1,65 \cdot 2,25 (5,07 + 1,01 \cdot 12,7) / 0,8 = 83,1 \text{ м}^2.$$

Результаты расчета показывают, что рассмотренная система притока воздуха в помещение пожара приводит к необходимости увеличения площади люков в 1,8 раза.

Одним из вариантов сохранения принятого планировочного решения является врезка в створку двери Д6 дополнительной двери размером 1х2 м. Использование этих врезанных дверей не ухудшает оперативности работы пожарных по ликвидации пожара на сцене со всех сторон, но позволяет уменьшить расчетную площадь дымовых люков до требуемого размера.

В подтверждение вышесказанного произведен следующий расчет. Сначала определяется худшее направление ветра относительно помещения сцены.

1. Стена помещения сцены, наиболее удаленная от вестибюля. В створки дверей Д6 врезаны двери 1х2 м.

$$Е_{э.в_1} = 2 \cdot 2 = 4,0 \text{ м}^2;$$

$$F_э = 1/\sqrt{1/(2 \cdot 2)^2 + 1/(2,05 F_{д6} + 1/\sqrt{3/F_{д4}^2})^2} = 3,7 \text{ м}^2;$$

$$F_{эв_1} / F_{э_1} = 4,0/3,9 = 1,02.$$

2. Правая стена помещения сцены. Двери Д6 оставлены без изменения

$$F_{э.в_2} = F_{д4} + 0,5 F_{д6} = 3,5 + 7,9 = 11,4 \text{ м}^2;$$

$$F_{э2} = 1/\sqrt{2/(0,5 F_{д6} + F_{д4})^2 + 1/(2 F_{д4})^2 + 1/(2 \cdot 0,5 F_{д6} + 1/\sqrt{3/F_{д4}^2})^2} = 5,07 \text{ м}^2;$$

$$F_{эв_2} / F_{э_2} = 11,4/5,07 = 2,24.$$

3. Стена, оборудованная противопожарными занавесами. По рассмотренному выше вариант расчета

$$F_{эв_3} = F_{э_3} = 0,9 \text{ м}^2;$$

$$F_{эв_3} / F_{э_3} = 1.$$

Заветренная сторона по условию (40) располагается с правого торца здания театра:

$$F_{э.в.п} = F_{эв_2} = 11,4 \text{ м}^2;$$

$$F_{э.п} = F_{э_2} = 5,07 \text{ м}^2;$$

$$F_{эо} = F_{э_1} + F_{э_3} = 3,90 + 0,9 = 4,8 \text{ м}^2;$$

$$f_{лп} \quad 1/\sqrt{(24,7 - 0,02 \cdot 5^2) / (4\ 11,4^2 / 5,07^2) - 1} = 2,25;$$

$$m_o = 1/\sqrt{0,02 \cdot 5^2 / (4 \cdot 11,4^2 / 5,07^2) + 1} = 1,01.$$

Площадь противодымных люков определяется по формуле (45).

$$F_л = 1,65 \cdot 2,25\,(5,07 + 4,8 \cdot 1,01) / 0,8 = 45,95 \text{ м}^2 \approx 46 \text{ м}^2.$$

Таким образом, предлагаемая методика позволяет обеспечить нормируемые площади противодымных люков, а также шахт и т.п. соответствующими инженерно-конструктивными и архитектурно-планировочными решениями.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3

1. Вентиляционные системы противодымной защиты общественных зданий повышенной этажности 4

Общие положения 4

Конструктивные и технические требования 4

Исходные данные для расчета 6

Расчет параметров систем 7

2. Вентиляционные системы противодымной защиты общественных зданий обычной этажности 13

Общие положения 13

Конструктивные и технические требования 13

Расчет параметров систем 14

Приложение 1. Примеры расчетов вентиляционных систем противодымной защиты общественных зданий повышенной этажности 19

Приложение 2. Пример расчета вентиляционной системы противодымной защиты одноэтажного общественного здания 23

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Л.Г. Бальян*
Редактор *Н.В. Лосева*
Младший редактор *О.Я. Крачун*
Технический редактор *И.В. Берина*
Корректор *С.А. Зудилина*
Оператор *В.В. Баринова*
Н/К

Подписано в печать 30.03.87г. Т – 13418 Формат 84x108 1/32
Набор машинописный Бумага офсетная №2 Печать офсетная
Физ. п. л. 1,0 Уч.-изд. л. 2,07 Усл.-печ. л. 1,68 Усл. кр.-отт. 1,89
Тираж 5000 экз. Изд. № XII–1835 Заказ 339 Цена 10 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография №4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
129041, Москва, Б. Переяславская ул., 46

gost.e-ecolog.ru