

ПОСОБИЕ 14.91 к СНиП 2.04.05-91*

Новые схемы и решения противодымной защиты лестнично-лифтовых узлов многоэтажных зданий

РЕКОМЕНДОВАНО к изданию решением Технического Совета АО Промстройпроект.

Новые схемы и решения противодымной защиты лестнично-лифтовых узлов многоэтажных зданий с лестничными клетками 2-го незадымляемого типа разработаны Промстройпроектом (канд. техн. наук Б.В.Баркалов) совместно с МНИИТЭП (канд. техн. наук М.М.Грудзинский, инж. Ю.И.Рюпина) на основе отчета по научно-исследовательской работе МНИИТЭП "Разработка методов расчета систем противодымной защиты многоэтажных зданий с учетом разработанных архитектурно-планировочных решений" ИИ-4024-007, утвержденного секцией ОВ Технического Совета Промстройпроекта и секции инженерного оборудования НТС МНИИТЭП 30 декабря 1993 г.

Пособие предназначено для специалистов в области отопления и вентиляции.

ПЕРЕЧЕНЬ ПОСОБИЙ к СНиП 2.04.05-91* "Отопление, вентиляция и кондиционирование"

- 1.91. Расход и распределение приточного воздуха
- 2.91. Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения
- 3.91. Вентиляторные установки
- 4.91. Противодымная защита при пожаре
- 5.91. Размещение вентиляционного оборудования
- 6.91. Огнестойкие воздуховоды
- 7.91. Схемы прокладки воздуховодов в зданиях
- 8.91. Численность персонала по эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования
- 9.91. Годовой расход энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования
- 10.91. Проектирование антикоррозийной защиты
- 11.91. Расчетные параметры наружного воздуха для типовых проектов
- 12.91. Рекомендации по расчету инфильтрация наружного воздуха в одноэтажные производственные здания
- 13.91. Противопожарные требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования

14.91. Новые схемы и решения противодымной защиты лестнично-лифтовых узлов многоэтажных зданий

15.91. Противодымная защита при пожаре и вентиляция подземных стоянок легковых автомобилей

Общие положения по проектированию дымозащиты лестнично-лифтовых узлов (далее ЛЛУ) с лестничными клетками второго незадымляемого типа

В Пособии рассмотрено четыре планировки ЛЛУ типов Б, В, Г и Д многоэтажных зданий, представленные на рис.1 планами типового и 1-го этажей, для которых разработаны следующие варианты подачи приточного воздуха:

а) для планировки Б - подача всего приточного воздуха в верхнюю часть лифтовых шахт, представленная в разделе 1 Пособия;

б) для планировки Б - подача приточного воздуха в лестничную клетку сверху, представленная в разделе 2 Пособия;

в) для планировки В производственного здания категории В представленная в разделе 3 Пособия;

г) для планировки Г - подача приточного воздуха снизу в лестничную клетку и лифтовую шахту, представленная в разделе 4 Пособия;

д) для планировки Д - подача приточного воздуха сверху отдельно в лифтовую шахту и лестничную клетку, представленная в разделе 5 Пособия.

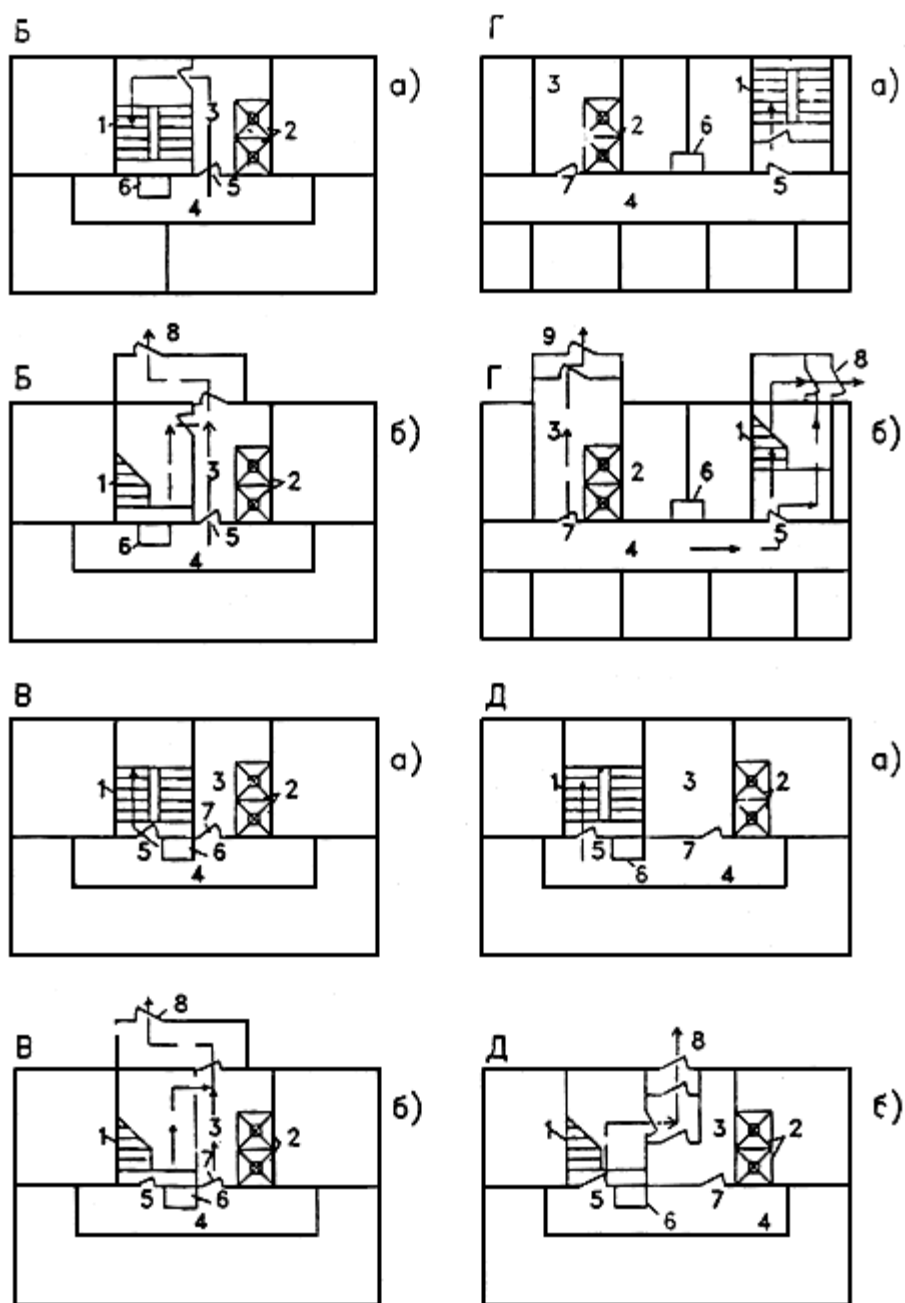


Рис.1. Планировки лестнично-лифтовых узлов Б, В, Г и Д.

- а - план типового этажа; б - план первого этажа; 1 - незадымляемая лестничная клетка 2-го типа;
 2 - лифтовые шахты; 3 - лифтовой холл; 4 - коридор; 5 - принимаемая в расчет открытая дверь на этаже пожара; 6 - шахта дымоудаления; 7 - дверь, закрытая при пожаре; 8 - наружная дверь для выхода из здания; 9 - наружная дверь, закрытая при пожаре.

Ниже рассмотрены возможности применения представленных планировок и способов подачи в них приточного воздуха в свете требований действующих Строительных норм и правил Российской Федерации.

1. Пункт 1.31 2.08.01-89 "Жилые здания" требует: "В жилых зданиях коридорного типа высотой 10 этажей и более при общей площади квартир на этаже 500 м^2 и более следует предусматривать не менее двух незадымляемых лестничных клеток; не менее 50% из них должны быть 1-го типа, остальные лестничные клетки допускается проектировать 2-го типа. Незадымляемые лестничные клетки в пределах первого этажа должны иметь выходы непосредственно наружу".

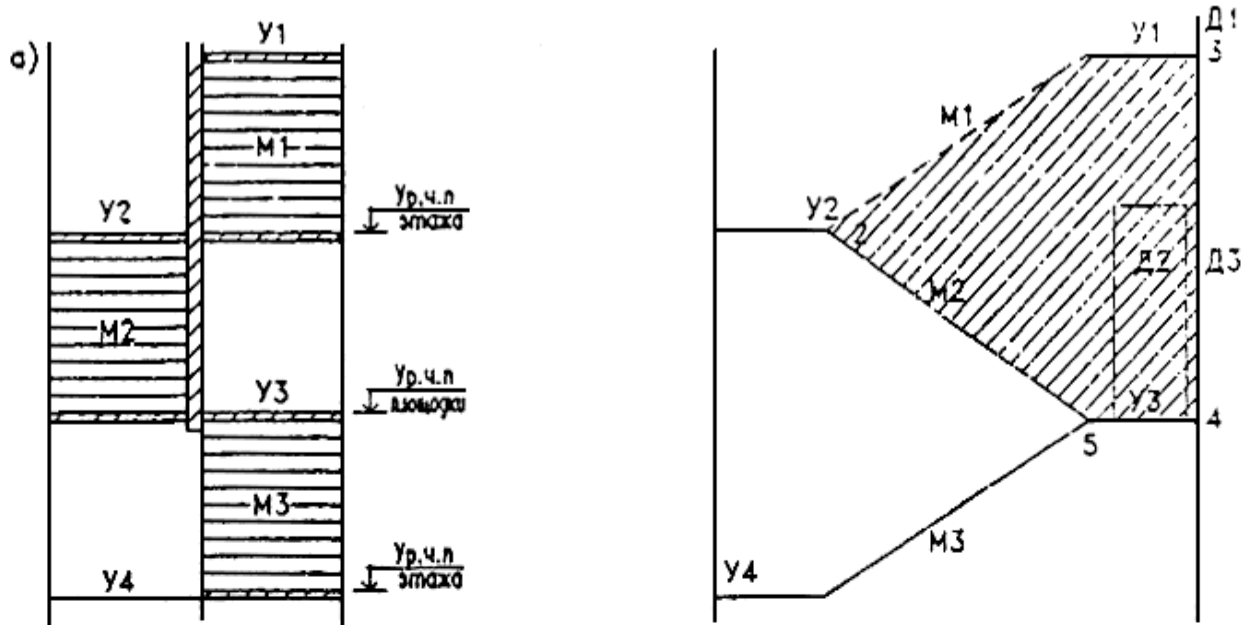
"В шахты лифтов (п.1.33) при пожаре следует обеспечить подачу наружного воздуха из отдельного канала в верхнюю часть лифтовой шахты".

СНиП 2.08.01-89 не содержит требований о разделении лестничных клеток 2-го незадымляемого типа на отсеки.

В жилых зданиях допускается применять ЛЛУ рассмотренные в данном Пособии планировок Б и Д.

2. Пункт 1.137 СНиП 2.08.02-89 "Общественные здания и сооружения" требует: "Лестничные клетки 2-го типа необходимо разделять на отсеки путем устройства на высоту этажа сплошной стенки из негорючих материалов, имеющей предел огнестойкости не менее 0,75 ч".

"Противодымную защиту таких лестничных клеток следует обеспечивать подачей наружного воздуха в верхнюю часть отсеков". Схема устройства отсека в лестничной клетке показана на рис.2.



Разрез А-А

Разрез Б-Б

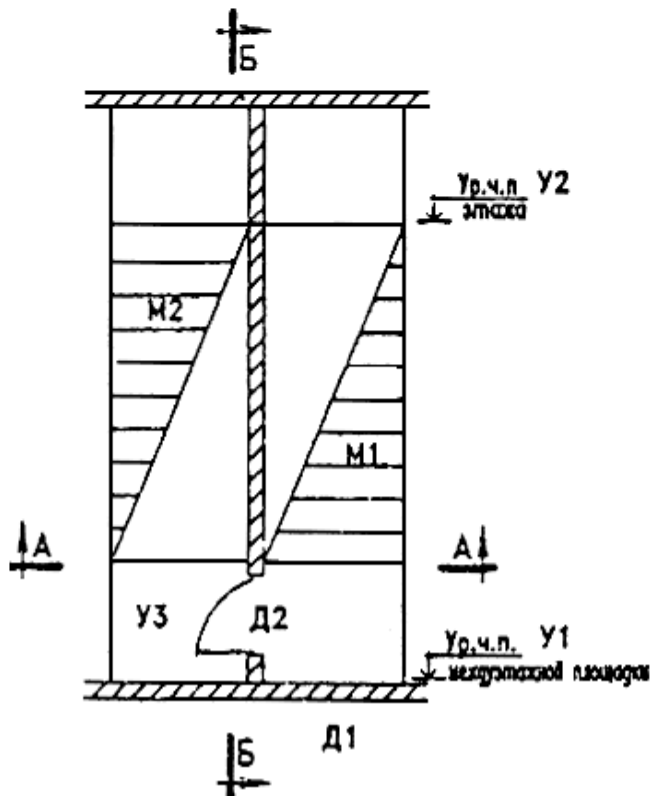


Рис.2. Негадымляемая лестничная клетка 2-го типа с разделением на отсеки; а - с переходом из одного отсека в другой внутри объема лестничной клетки; б - с переходом вне объема лестничной клетки через коридор.

Габариты рассечки: 1, 2, 3, 4, 5, 2, 1; двери помещений Д1 и Д2, дверь в рассечке Д2.

"Избыточное давление должно быть не менее 20 Па в нижней части отсека лестничной клетки и не более 150 Па в верхней части отсека лестничной клетки при одной открытой двери".

Число этажей в отсеке или число отсеков в лестничной клетке СНиП не регламентировано.

Деление на отсеки следует предусматривать, если без них невозможно обеспечить заданное предельное давление воздуха 150 Па в верхней части лестничной клетки. Согласно анализу, проведенному докт. техн. наук профессором В.М.Есиным [1] деление лестничной клетки на отсеки по условию давления необходимо при скоростях ветра более 8 м/с. Предельная расчетная скорость ветра согласно СНиП установлена 5 м/с.

Применение планировок ЛЛУ Б и Г при нижней подаче приточного воздуха в лестничную клетку общественных и административных зданий необходимо согласовывать с разработчиками СНиП 2.08.02-89 и с Главтехнормированием Минстроя РФ.

Указанное в СНиП "Избыточное давление ... не более 150 Па" на двери в коридор, следует учитывать как разность давлений по обе стороны этой двери, определяющая усилие, необходимое для открывания этой двери.

3. Пункт 1.23 СНиП 2.09.04-87 "Административные и бытовые здания" требует: "При проектировании зданий высотой 10-16 этажей следует учитывать дополнительные требования к указанным зданиям в соответствии со СНиП 2.08.02-85" - заменен СНиП 2.08.02-89, т.е. следует руководствоваться п.2 "Общих положений" Пособия.

4. Пункт 2.39 СНиП 2.09.02-85* "Производственные здания" требует: "Незадымляемые лестничные клетки 2-го типа должны разделяться на высоту двух маршей глухой противопожарной перегородкой через каждые 30 м по высоте зданий категорий Г и Д и 20 м - в зданиях категории В (с переходом из одной части лестничной клетки в другую вне объема лестничной клетки)".

Из приведенных требований следует, что для производственных зданий допускается применять ЛЛУ планировок Б, Г и Д, так как способ подачи воздуха (сверху, снизу, общая для лестничной клетки и лифтовой шахты или отдельная) упомянутым СНиП не регламентируется. Требование этого СНиП к устройству отсеков "с переходом из одной части лестничной клетки в другую вне объема лестничной клетки" в Пособии 4.91 рассматривалось однозначно как с переходом через наружную зону. Однако, выполнение этого требования возможно с устройством перехода через объем здания, например, через коридор, примыкающий к лестничной клетке, с выходом на лестничную клетку последовательно через две двери, как показано на рис.2б, а при наружном переходе, как показано на рис.3.

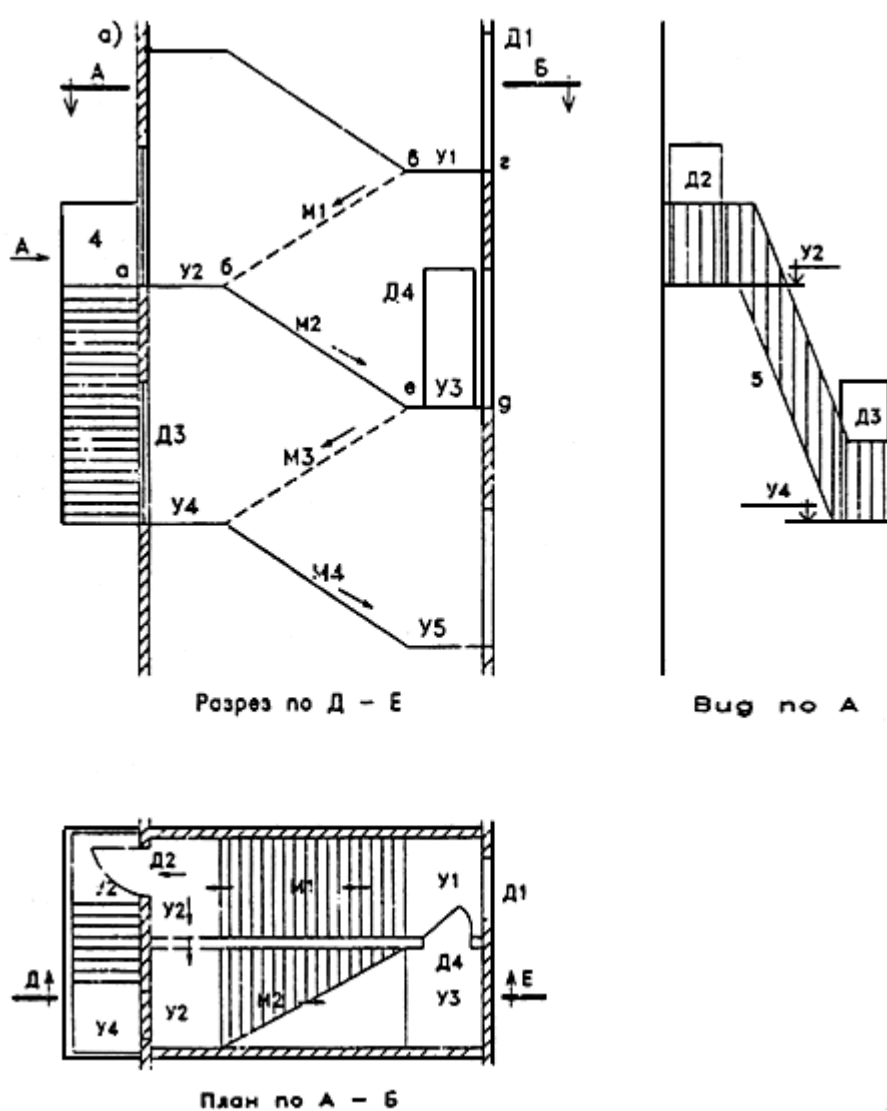


Рис.3. Отсек лестничной клетки с наружным переходом.

Д1 - дверь из производственных помещений

Д2 - двойная наружная дверь

Д3 - дверь в "рассечке"

4 - балкон

5 - наружная лестница с перилами

Габариты рассечки огнестойкостью 0,75 ч.

5. Устройство отсеков с наружным переходом между верхней и нижней частями лестничной клетки следует проектировать только по специальному требованию органов пожарнадзора, рис.3. В этом случае согласно 2.39 СНиП 2.09.02-85* первый отсек требуется на отметке $У_1$ 20 или 30 м, от пола 1-го этажа, а в более высоких зданиях еще и на отметке $У_2$

- 40 или 60 м. Должны быть устроены две двери: двойная дверь для выхода из верхнего отсека наружу и двойная дверь для входа в нижний отсек, что связано с большим дополнительным расходом воздуха. Кроме того необходима еще одна дверь в перегородке ("рассечке").

6. В нижней части верхнего отсека с наружным переходом на отметке $У_2$ требуется поддерживать такое же избыточное давление воздуха как в вестибюле, т.е. от минимума $0,7 \cdot 1,42 + 20 - 21$ Па до максимума при 5 м/с 45 Па, что соответствует расходу воздуха через наружную дверь от $2875 \cdot 21^{0,5} \cdot 1,6$ - 21100 кгс/ч до 30900 кгс/ч, при дверях минимальных размеров $0,8 \times 2$ м.

На уровне $У_2$ двери будут находиться под еще большим давлением, зависящим от высоты отсека и способа подачи приточного воздуха. При высоте отсека 30 м и нижней подаче притока давление может повыситься еще на 30 Па, что увеличит расход воздуха наружу и составит от $2875 \cdot (21+30)^{0,5} \cdot 1,6$ - 32900 кгс/ч до 42400 кгс/ч.

При расположении приточных установок внизу здания (планировка Г) воздух во второй и третий отсеки придется подавать через специальные вертикальные шахты.

7. Пункт 5.16 СНиП требует: "Расход наружного воздуха для противодымной защиты следует рассчитывать и на поддержание избыточного давления 20 Па в нижней части каждого отсека незадымляемой лестничной клетки 2-го типа при открытых дверях на пути эвакуации из коридоров и холлов на этаже пожара в лестничную клетку и из здания наружу...".

Пункт 5.17 СНиП требует принимать: "Давление на закрытые двери на пути эвакуации не более 150 Па". Это требование, как и требование в п.1.137 СНиП 2.08.02-89 следует учитывать как разность давлений по обе стороны двери, связанные с усилием, необходимым для открывания дверей.

8. В Пособии 4.91 к СНиП "Противодымная защита при пожаре (2-я редакция)", 1992 г. (далее Пособие) разработана приточная противодымная вентиляция для ЛЛУ планировок Б, В и Г с подачей воздуха в верхнюю часть лестничной клетки и лифтовой шахты в двух вариантах:

1-й вариант - отдельными вентиляторами,

2-й вариант - общими вентилятором с подачей всего воздуха в верхнюю часть лестничной клетки, откуда часть воздуха поступает в лифтовую шахту.

При отдельной подаче воздуха испытаниями обнаружена неодинаковая нагрузка вентиляторов в зависимости от фактического сопротивления лестничной клетки и лифтовой шахты, что видно из табл.1.

Таблица 1

Разность давления в лестничной клетке и лифтовой шахте, Па	ПРИТОК, м ³ /ч	
	в лестничную клетку	в лифтовую шахту

-20	7500	47800
40	14590	40000
150	24220	29670

9. При общей подаче воздуха в свободное пространство верхней части лестничной клетки воздух распределяется между лифтовой шахтой и лестничной клеткой в соответствии с фактически установившимися сопротивлениями. Такая подача притока обеспечивает защиту людей при пожаре даже при аварийной остановке одного из вентиляторов, хотя в меньшей мере, чем при нормальной работе двух вентиляторов.

10. Предлагаемый новый вариант противодымной защиты многоэтажного здания с планировкой ЛЛУ Б, при подаче всего приточного воздуха в верхнюю часть лифтовых шахт был испытан на опытном пожаре в 23-х этажном доме в Москве институтами МНИИТЭП Мосгорисполкома и ВНИИПО МВД РФ. Соответствующая этим испытаниям схема движения воздуха в ЛЛУ 17-ти этажного дома приведена на рис.4.

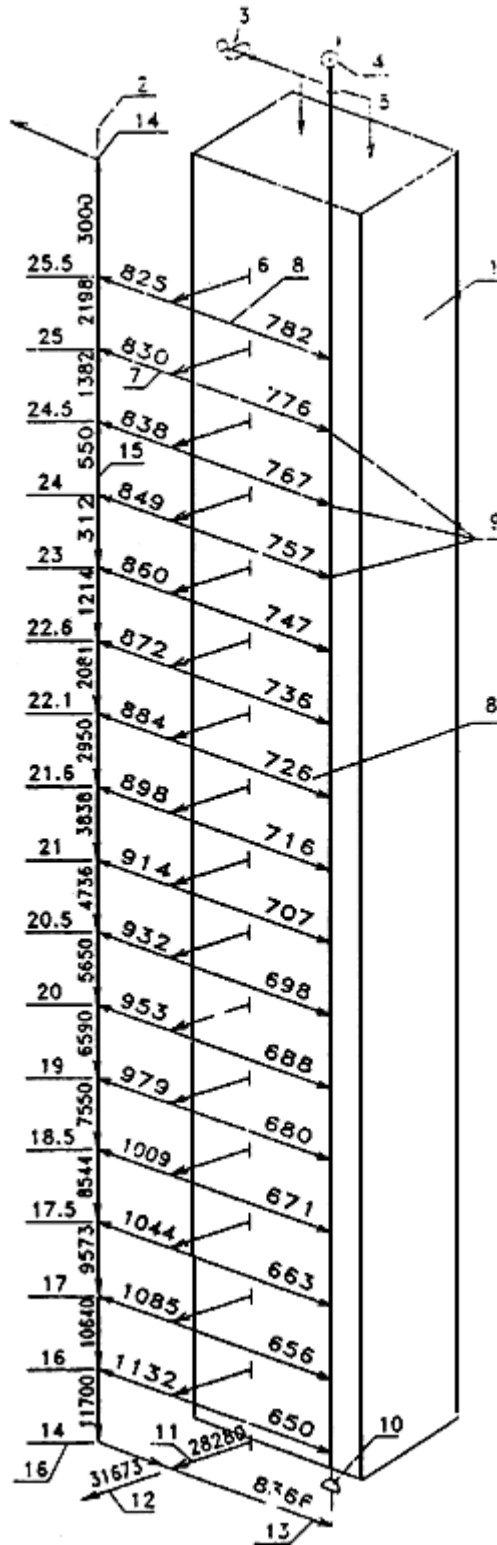


Рис.4. Распределение воздуха в ЛЛУ планировки Б*: 1 - лифтовая шахта; 2 - лестничная клетка;
 3 - приточный вентилятор; 4 - вытяжной вентилятор; 5 - приток в лифтовую шахту; 6 - воздух, выходящий из лифтовой шахты через неплотности закрытых дверей; 7 - расход воздуха в лестничную клетку, кг/ч; 8 - расход воздуха, удаляемого через неплотности дымовых клапанов

- и уходящий через неплотности наружных ограждений квартир; 9 - закрытые дымовые клапаны;
- 10 - открытый дымовой клапан; 11 - расход воздуха в вестибюль, кг/ч; 12 - расход воздуха через входную дверь здания; 13 - расход воздуха на дымоудаление, кг/ч; 14 - расход воздуха через вытяжную решетку из лестничной клетки, кг/ч; 15 - расход воздуха по лестничной клетке, кг/ч;
- 16 - давление воздуха в лестничной клетке.

* Примечание. На схеме показаны расходы кг/ч и давление воздуха Па, полученные в научно-исследовательской работе МНИИТЭП НИ-4024-007.

Испытания производились при открытых дверях лифтовых шахт: на 1-ом этаже - вариант, рекомендуемый МНИИТЭП для практического использования, и при открытых дверях лифтовых шахт на этаже пожара - вариант, рекомендуемый для использования ВНИИПО. Эффективность дымозащиты здания при обоих вариантах была одинакова.

11. Учитывая, что п.5.17 СНиП требует при пожаре: "Кабины лифтов должны находиться на нижнем этаже, а двери лифтовых шахт на этом этаже должны быть открыты" - за расчетную принята схема подачи приточного воздуха, соответствующая СНиП и рекомендованная МНИИТЭП.

Воздух из лифтовых шахт выходит через неплотности закрытых дверей на всех этажах, кроме 1-го, где воздух выходит через неплотности между кромками проема открытых дверей шахты на 1-м этаже и контуром кабины лифтов, а также через вентиляционные решетки кабин (далее через открытые двери лифтовых шахт).

Воздух из 1-го этажа здания удаляется через наружную дверь, а на других этажах через лифтовые холлы в лестничную клетку, в дымовую шахту - через неплотности закрытых дымовых клапанов и через неплотности наружных ограждений здания.

12. В верхней части лестничной клетки предусмотрена вытяжная решетка с клапаном, который автоматически или дистанционно открывается, если в лестничную клетку попал дым, вследствие запаздывания с включением приточного вентиляторов.

Раздел 1.

Приточная противодымная вентиляция для лестнично-лифтового узла планировки Б. Подача всего приточного воздуха в лифтовые шахты

1.1. Приточная противодымная вентиляция ЛЛУ планировки Б с незадымляемой лестничной клеткой 2-го типа при подаче всего воздуха в верхнюю часть лифтовой шахты по схеме на рис.4 и 5 может применяться для жилых, общественных и производственных зданий.

$G_{в.э}$ - расход воздуха, уходящий через неплотности наружных ограждений помещений на всех этажах выше 1-го. Рассчитывается по формулам (6) и (7);

$G_{к}$ - расход воздуха из верхней части лестничной клетки через решетку 13 рис.4. Принимается по данным испытаний 3000 кгс/ч.

1.3. Расход воздуха через наружные двери здания, кгс/ч:

$$\text{при прямом тамбуре } G_{дв.1} = 2875 \cdot A \cdot P_{в}^{0,5}; \quad (2)$$

$$\text{при Z-образном - } G_{дв.1} = 2075 \cdot A \cdot P_{в}^{0,5}; \quad (3)$$

где: A - площадь одной большей створки дверей, m^2 ;

$P_{в}$ - давление воздуха в вестибюле, Па, определяемое по формуле:

$$P_{в} = 0,7 \cdot V^2 \cdot \rho + 20, \quad (4)$$

где: V , ρ - соответственно скорость ветра, м/с, и плотность наружного воздуха в холодный период года, kg/m^3 , V - по приложению 8 к СНиП (параметры Б), причем, СНиП ограничивает скорость ветра 5 м/с; по решение заказчика расчетная скорость ветра может быть повышена до указанной в приложении 8 к СНиП для данного населенного пункта, что удорожит систему, но повысит вероятность безопасности эвакуации людей при пожаре.

1.4. Расход воздуха на дымоудаление состоит из двух частей:

а) расход на удаление дыма с этажа пожара, за который согласно СНиП принимается 1-й этаж;

б) расход воздуха, уходящего из здания через неплотности закрытых дымовых клапанов на всех этажах, кроме 1-го и через неплотности шахты дымоудаления.

Общий расход воздуха на дымоудаление по подпунктам "а" и "б" определяется по табл.2, где N - число этажей здания.

При необходимости этот расход может быть уточнен по расчету в приложении 7.

Таблица 2

Ширина большей створки двери (5) по рис.1 м	Жилые здания. Расход воздуха кгс/ч	Другие здания. Расход воздуха кгс/ч
0,6	$5800 + 225 \cdot (N - 1)$	-
0,9	$7140 + 250 \cdot (N - 1)$	$9960 + 250 \cdot (N - 1)$

1,2	$8125+275 \cdot (N-1)$	$11675+275 \cdot (N-1)$
1,8*	-	$15800+550 \cdot (N-1)$

* При двух дверях для выхода из коридора на лестничные клетки.

1.5. Расход воздуха через неплотности наружных ограждений помещений на 1-м этаже, по 100 кгс/ч на каждое:

$$G_{1,э} = 100 \cdot n. \quad (5)$$

1.6. Расход воздуха через неплотности наружных ограждений помещений на всех этажах выше 1-го, кгс/ч:

а) для жилых зданий:

$$G = \{720 + 52,5 \cdot (n_{кв} - 4) + [10,7 + 0,55 \cdot (n_{кв} - 4)](N - 1)\}(N - 1) \quad (6)$$

б) для других зданий:

$$G = 1780 - 17 \cdot (30 - n_{пом}), \quad (7)$$

где: $n_{кв}$, $n_{пом}$ - число квартир и помещений в среднем на каждом этаже;

N - число этажей здания.

1.7. Расход воздуха через вытяжной клапан "13" (рис.5) $G_K = 3000$ кгс/ч.

1.8. Давление воздуха, Па, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лифтовые шахты:

$$P_{ш} = \Delta P_c + P_{ш,1} + 1,1 \cdot N \cdot h, \quad (8)$$

где: ΔP_c - потери давления в сети воздуховодов, присоединяющих вентиляторы к лифтовым шахтам, Па;

$P_{ш,1}$ - давление воздуха в лифтовой шахте на 1-м этаже;

N и h - число этажей и высота этажа, м.

1.9. Для жилых домов с лифтами отечественного производства, поставлявшихся в 1980-1994 годах, давление воздуха в лифтовой шахте на 1-м этаже рекомендуется определять по табл.3. При этом давлении весь расход воздуха, определенный по формуле (1), выходит из лифтовых шахт по схемам на рис.4 и 5.

Число квартир на этаже	Число открытых дверей в шахте	$P_{ш.1}$, Па, при числе этажей в здании							
		11	13	15	17	19	21	23	25
4	1	16	15	15	14	13	12	12	11
	2-3	7	9	1	3	5	8	1	4
8	1	10	10	10	98	92	86	78	71
	2-4	5	2	0					
8	1	17	16	16	15	14	13	11	10
	2-4	7	8	0	2	3	1	9	8
		11	10	10	10	97	86	74	63
		0	7	5	2				

При поставках лифтов отечественного или иностранного производства других конструкций или габаритов давление воздуха в лифтовой шахте на 1-ом этаже, $P_{ш.1}$, должно быть дополнительно определено экспериментально или рассчитано по данным о площадях и конструкциях закрытых и открытых дверей лифтовых шахт. Следует учесть также, что часть воздуха может выходить через вентиляционные решетки кабин лифтов.

1.10. Давление воздуха на верхнем этаже лестничной клетки, Па

$$P_K = P_B + 1,0 \cdot N \cdot h. \quad (9)$$

1.11. Давление воздуха на дверь 5 рис.1, при известном давлении на верхнем этаже лестничной клетки, при расчетных наружных условиях, определяется по формуле, Па:

$$P_{дв.5} = P_K - [3463/(273 + t_K) - 11,8] \cdot N \cdot h. \quad (10)$$

В формулах (9) и (10) P_K - по формуле (9), P_B - по формуле (4); N и h - число этажей и высота этажа в м.

1.12. Для удаления дыма из лестничной клетки, попавшего туда при запаздывании включения приточного вентилятора, предусмотрена решетка в верхней части лестничной клетки, рассчитанная на удаление 3000 кг/ч воздуха. Площадь свободного сечения решетки при открытом клапане m^2 , определяется по формуле:

$$A = 0,5 \cdot \zeta^{0,5} / \Delta P_{кл}^{0,5}, \quad (11)$$

где: ζ - коэффициент местного сопротивления прохода воздуха через решетку и далее наружу;

$\Delta P_{кл}$ - разность давлений в верхней части лестничной клетки и наружного воздуха у наветренного фасада, определяется по формулам:

при открытых всех дверях лифтовых шахт на 1-ом этаже;

$$\Delta P_{\text{кл}} = 85 + 4 \cdot (N - 1); \quad (12)$$

при открытой 1-й двери:

$$\Delta P_{\text{кл}} = 97 + 5,5 \cdot (N - 1), \quad (13)$$

где: N - число этажей в здании.

1.13. Воздух, выходящий из лифтовых шахт, по схемам на рис.4 и 5 достаточно равномерно заполняет лестничную клетку по всей ее высоте. Поэтому, если в общественном или административном здании возникает необходимость разделить лестничную клетку ЛЛУ планировки Б на отсеки по схеме на рис.2, то для этого не требуется изменений в приведенных расчетах, за исключением включения в расчет дополнительной вытяжной решетки по пункту 1.12 для каждого отсека.

Устройство отсеков для производственных зданий по схеме на рис.2б или 3 требует дополнительных расходов воздуха и, соответственно, дополнительных расчетов (см. раздел 3).

1.14. ЛЛУ планировок Б могут снабжаться наружным воздухом также от приточных установок, размещенных в 1-м этаже или в подвале здания. При этом воздух подается в лифтовой холл 3 на 1-м этаже (рис.4) и далее через открытые двери лифтовых шахт на этом этаже поступает в лифтовые шахты, а затем по схеме на рис.4 питает лестничную клетку, уходит через неплотности дымовой шахты и неплотности наружных ограждений помещений.

Питание выходной двери происходит непосредственно из лифтового холла на 1-м этаже.

1.15. Размещение приточных установок внизу весьма желательно, т.к. с большей степенью гарантий обеспечивает подачу в здание незадымляемого наружного воздуха. Дымовые газы при пожаре уходят вверх и при размещении приточных установок на кровле или на верхнем техническом этаже весьма вероятно попадание дыма в приемные камеры этих установок и далее в защищаемые объекты здания.

Приточные противодымные установки чрезвычайно просты. Они состоят из вентилятора, обычно осевого, и приемного клапана, автоматически открывающегося при пуске вентилятора, поэтому размещение их не представляет трудностей, но защита от попадания в них дыма всегда должна приниматься во внимание.

1.16. Для предварительных решений по размещению установок приточной противодымной вентиляции в зданиях, главным образом в жилых домах, (для которых СНиПы не требуют деления лестничных клеток на "отсеки" - см. "Общие положения" Пособия), и составления эскизных проектов в табл.7. представлены результаты расчетов для ЛЛУ планировки Б в 10,13 и 25-ти этажных зданиях. Расчеты выполнены по формулам (1)-(13) по аналогии с примером 1 для максимальной расчетной скорости ветра 5 м/с.

1.17. Разность давлений воздуха на верхних этажах лестничной клетки равна 82 Па для 25-ти этажного здания, что почти в 2 раза ниже нормируемой СНиП разности давлений по обе стороны двери 5 (рис.1) в коридоре 150 Па. Из этого следует, что даже для 25-ти этажного здания, при максимальной нормируемой расчетной скорости ветра 5 м/с делить

лестничную клетку на отсеки, при подаче приточного воздуха через лифтовые шахты ненужно.

При минимальной расчетной скорости ветра 1 м/с расход воздуха уменьшается только по 1-му пункту табл.5 на вход в здание. При двери 0,97·2,2 м расход уменьшается на 9400 кгс/ч, а при двери 1,2·2,4 - на 12700 кгс/ч. При других расчетных скоростях ветра поправку можно получить интерполяцией.

1.18. При относительно больших расходах воздуха, необходимых для защиты лестничной клетки при эвакуации людей из здания и небольших давлениях, для подачи воздуха целесообразно применять осевые вентиляторы. Из изготавливаемых в России осевых вентиляторов серии 06-300 наиболее высоконапорным является вентилятор N 8 при скорости вращения 1430 об/мин. Более высокопроизводительные, но низконапорные вентиляторы N 12.5 рекомендуется устанавливать по два последовательно.

Пример 1. Планировка Б. Жилой 17-ти этажный дом, в г. Москве: $t_{\text{н}} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$; ветер 4 м/с.

Рассчитать расход воздуха для защиты незадымляемой лестничной клетки 2-го типа с двумя лифтами. На каждом этаже 4 квартиры.

а) По формуле (4) рассчитываем давление воздуха в вестибюле:

$$P_{\text{в}} = 0,7 \cdot 4^2 \cdot 1,423 + 20 = 36 \text{ Па.}$$

б) Определяем расход воздуха через наружные двери по формуле (3), при Z-образном тамбуре и площади двери 2,2 м²:

$$G_{\text{дв.1}} = 2075 \cdot 2,2 \cdot 36^{0,5} = 27390 \text{ кгс/ч,}$$

скорость воздуха в дверях 2,5 м/с, $\rho = 1,4 \text{ кг/м}^3$.

в) По таблице 2 определяем расход воздуха на дымоудаление, при ширине двери 5 по рис.1 равной 0,6 м, для 17-ти этажного дома

$$G_{\text{дм}} = 5800 + 225 \cdot (17-1) = 9400 \text{ кгс/ч.}$$

г) Расход воздуха через неплотности ограждений:

на 1-м этаже $100 \cdot 4 = 400 \text{ кгс/ч}$, по формуле (5);

на 2-17 этажах $(720 + 10,7 \cdot 6) \cdot 16 = 12547 \text{ кгс/ч}$, по формуле (6).

д) Расход воздуха через клапан 13 рис.5 3000 кгс/ч.

е) Общий расход воздуха по формуле (1):

$$G_{\text{об}} = 27390 + 9400 + 400 + 12550 + 3000 = 52740 \text{ кгс/ч}$$

при температуре воздуха - 25 °C:

$$G_{об} = 52740/1,423 = 37000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

или $43950 \text{ м}^3/\text{ч}$ при $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

52740 кгс/ч воздуха подается в верхнюю часть лифтовых шахт, из которых приблизительно 50% поступают в вестибюль, а остальные - выходят через неплотности закрытых дверей лифтовых шахт, причем большая их часть поступает в лестничную клетку.

Из вестибюля 27390 кгс/ч выходит наружу через открытую дверь, $9400+3000=12400$ кгс/ч уходит через системы вытяжной вентиляции, а остальные - через неплотности наружных ограждений здания. Лестничная клетка, как это следует из приведенных расчетов и схем движения воздуха на рис.4 и 5, питается воздухом практически по всей ее высоте. Двери из лифтовых холлов на лестничную клетку открыты для эвакуации людей из здания.

Давление воздуха на 17 этаже лестничной клетки по формуле (9) будет:

$$P_{к} = 36 + 1,0 \cdot 3 \cdot 17 = 90 \text{ Па},$$

а давление на дверь 5 (рис.1) на 17 этаже лестничной клетки по формуле (10):

$$P_{дв.5} = 90 - [3463 / (273 - 25) - 11,8] \cdot 17 \cdot 3,0 = 18 \text{ Па}.$$

Давление воздуха на 1-м этаже в лифтовой шахте, по таблице 3 при 2-х открытых дверях шахты - 98 Па, а давление, которое должен обеспечить вентилятор, при потерях на его присоединение к лифтовой шахте 80 Па, составит:

$$P_{ш} = 80 + 90 + 1,0 \cdot 3 \cdot 17 = 221 \text{ Па}.$$

Осевой вентилятор серии 06-300 N 10 может обеспечить подачу $43950/2 = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при давлении 250 Па и 960 об/мин на одном валу с электродвигателем 3 кВт. К установке принимаем 2 таких вентилятора для параллельной работы.

Раздел 2.

Приточная противодымная вентиляция лестнично-лифтового узла планировки Б. Подача приточного воздуха в лестничную клетку сверху с отводом части воздуха в верхнюю часть лифтовой шахты

2.1. Рассматривается подача всего приточного воздуха в ЛЛУ планировки Б в верхнюю часть лестничной клетки, откуда часть воздуха поступает в лифтовую шахту. Ограничение расчетной скорости ветра до 5 м/с делает возможным существенно упростить расчеты и уже в начале установить наличие или отсутствие необходимости разделения лестничной клетки на отсеки пользуясь формулой (10), определить давление на дверь 5 (рис.1). Здесь под N 14 повторяется упомянутая формула (10), поскольку изменяется расчет входящих в нее величин:

$$\Delta P_{\text{ДВ},5} = P_K - N \cdot h \cdot [3463/(273 + t_H) - 11,8] \leq 150 \text{ Па}, \quad (14)$$

где: P_K - давление в верхней части лестничной клетки:

$$\text{при 2-х лифтах } P_K = 2 \cdot P_B + 0,9 \Delta P_{\text{КШ}} + (N - 1) \cdot h \cdot (\gamma_H - \gamma_K) \quad (15)$$

$$\text{при 3-х лифтах } P_K = 1,56 \cdot P_B + 0,933 \Delta P_{\text{КШ}} + (N - 1) \cdot h \cdot (\gamma_H - \gamma_K) \quad (16)$$

$$\text{при 4-х лифтах } P_K = 1,4 \cdot P_B + 0,947 \Delta P_{\text{КШ}} + (N - 1) \cdot h \cdot (\gamma_H - \gamma_K) \quad (17)$$

P_B - по формуле (4);

N, h - число этажей и высота этажа;

$\gamma_H - \gamma_K$ - разность удельных весов наружного воздуха и воздуха, заполняющего лестничную клетку и лифтовую шахту, Н/м^3 , принимаемая по табл.4.

Таблица 4

$\gamma_H - \gamma_K$	1,7	1,5	1,1	0,85	0,7	0,56
t_H °C	-45	-35	-25	-15	-10	-5
$t_{\text{КШ}}$ °C	-15	-7,5	-4	-2,5	+4	+8

2.2. При $\Delta P_{\text{ДВ},5} = 150$ Па рассчитывают однозональную противодымную вентиляцию для ЛЛУ, кроме производственных зданий, определяя расход воздуха для входной двери в здание по формулам (2) или (3), расход воздуха на дымоудаление по табл.2 или по приложению 7 и расход воздуха через неплотности наружных ограждений 1-го этажа по формуле (5).

Расход воздуха, выходящего через неплотности лифтовых шахт и далее уходящий из здания через неплотности его ограждений, определяется по формуле (18) в табл.5.

Таблица 5

t_H °C	Число помещений на этаже	Формула (13)	10-14 эт.		15-20 эт.		21-27 эт.	
			G_0	K	G_0	K	G_0	K
-45		$G_{\text{Ш}} = G_{\text{ср}} \cdot (N - 1)$ где:	1600	6	1580	7,1	-	-

		$G_{\text{ср}} = G_0 + K \cdot P_{\text{ш.1}}$ $P_{\text{ш.1}}$ - по формулам (19), (20) и (21)						
-25	16		1400	10,5	1380	7,6	-	-
-5			1200	7,0	1030	9,2	-	-
-45			1230	7,0	1300	6,3	1440	6,2
-25	8		1150	6,3	1030	7,7	1200	7,4
-5			880	7,5	890	8,1	1100	7,7
-45		580	7,7	1000	6,0	1220	5,0	
-25	4	510	7,9	860	6,8	1050	6,0	
-5		510	7,4	680	8,0	900	6,5	

2.3. Давление воздуха в лифтовой шахте на 1-ом этаже:

$$\text{при 2-х лифтах } P_{\text{ш.1}} = 2 \cdot P_{\text{в}} - 0,1 \cdot \Delta P_{\text{к.ш}}; \quad (19)$$

$$\text{при 3-х лифтах } P_{\text{ш.1}} = 1,56 \cdot P_{\text{в}} - 0,067 \cdot \Delta P_{\text{к.ш}}; \quad (20)$$

$$\text{при 4-х лифтах } P_{\text{ш.1}} = 1,4 \cdot P_{\text{в}} - 0,053 \cdot \Delta P_{\text{к.ш}}, \quad (21)$$

где: $P_{\text{в}}$ - давление воздуха в вестибюле по формуле (1);

$\Delta P_{\text{к.ш}}$ - разность давлений воздуха в верхней части лифтовой шахты и лестничной клетки, Па, принимается достаточной для пропуска воздуха в лифтовые шахты 50 Па и более.

2.4. Расход приточного воздуха $G_{\text{к}}$ кгс/ч, в лестничную клетку определяется по формуле:

$$G_{\text{к}} = G_0 + K_1 \cdot (P_{\text{ш.1}} - 50), \quad (22)$$

в зависимости от давления воздуха в лифтовой шахте на 1-ом этаже, определяемого по формулам (19), (20) и (21) и от разности давлений в верхней части лестничной клетки и лифтовой шахты $\Delta P_{\text{к.ш}}$, принимаемой в расчет от 50 Па и более.

Значение величин G_0 и K_1 для формулы (22) определяется по табл.6.

Таблица 6

$P_{ш.1}$	Число этажей и число лифтов	G_0	K_1	$P_{ш.1}$	Число этажей и число лифтов	G_0	K_1
120	10-14 эт. 2 лифта	23000	128	130	15-20 эт. 3 лифта	13200	114
105		22200	128	105		17400	124
90		21300	128	85		16600	130
75		20400	128	55		16300	120
60		19600	128	30		15800	114
130	10-14 эт. 3 лифта	20000	112	140	21-27 эт. 3 лифта	17900	108
105		19600	96	115		17850	98
80		19100	82	90		17800	84
30		16700	130	65		16750	95
120	15-20 эт. 2 лифта	19700	144	140	21-27 эт. 4 лифта	17800	84
105		18800	140	110		16750	95
90		17900	138	80		15700	106
75		16800	138	50		15000	115
60		15800	144	20		14300	124

Пример 2. Административное здание с ЛЛУ планировки Б, 17 этажей, г.Москва. В секции 2 лифта и 8 помещений на каждом этаже. Воздух подается в верхнюю часть лестничной клетки 2-го незадымляемого типа и оттуда отводится в лифтовые шахты, в верхнюю их часть. Высота этажа 3,3 м. Принята максимальная скорость ветра 5 м/с.

Решение. По формуле (14) определяем давление на дверь 5 на 17 этаже лестничной клетки, вначале определив давление в лестничной клетке по формуле (15):

$$P_k = 2 \cdot 45 + 0,9 \cdot 50 + 16 \cdot 3,3 \cdot 1,1 = 193 \text{ Па},$$

и найдя по формуле (4) давление воздуха в вестибюле:

$$P_B = 0,7 \cdot 5^2 \cdot 1,423 + 20 = 45 \text{ Па},$$

задавшись разностью давлений в верхней части лестничной клетки и лифтовой шахты $\Delta P_{к.ш} = 50$ Па.

При этих условиях по формуле (14):

$$\Delta P_{дв.5} = 193 - 17 \cdot 3,3 \cdot [3463/248 - 11,8] = 71,6 \text{ Па,}$$

что существенно меньше допустимых 150 Па.

Проектируем однозональную лестничную клетку. Руководствуясь порядком слагаемых в формуле (1) определяем расход воздуха, удаляемого через наружную дверь здания по формуле (3):

$$G_{дв.1} = 2075 \cdot 2,2 \cdot 45^{0,5} = 30600 \text{ кгс/ч.}$$

По табл.2, при ширине большей створки двери 5 рис.1 равной 0,9 м, находим расход воздуха для удаления дыма из коридора на этаже пожара:

$$G = 9960 + 250 \cdot 16 = 13960 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха через неплотности ограждений 1-го этажа находим по формуле (5):

$$G_{1з} = 100 \cdot 8 = 800 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха через неплотности наружных ограждений 2-17 этажей определяем по формуле (18) и табл.5, предварительно по формуле (19) рассчитав давление воздуха на 1-ом этаже лифтовых шахт:

$$P_{ш.1} = 2 \cdot 45 - 0,1 \cdot 50 = 85 \text{ Па.}$$

При этом по формуле (18) имеем:

$$G_{ш} = (1380 + 7,6 \cdot 85) \cdot (17 - 1) = 32416 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха в лестничную клетку определяется по формуле (22) и табл.6:

$$G_{к} = 16800 + 1100 \cdot 10/15 + 138 \cdot (85 - 50) = 22363 \text{ кгс/ч.}$$

Общий расход воздуха по ЛЛУ составит:

$$G_{об} = 30600 + 13960 + 800 + 32416 + 22363 = 100139 \text{ кгс/ч.}$$

Давление, которое должен обеспечить вентилятор при производительности $100139/1,2 = 83450 \text{ м}^3/\text{ч}$ равно давлению $P_{к} = 193$ Па плюс потери в системе от места приема наружного воздуха до присоединения воздуховода к лестничной клетке ΔP_c Па.

Расход приточного воздуха для лестничных клеток и лифтовых шахт 10, 18 и 25-ти этажных жилых домов при планировке ЛЛУ Б, потери давления и оборудование (ориентировочно)

Статьи расхода воздуха, кгс/ч	10		18		25 этажей
1. Вход в здание с Z-образным тамбуром при ширине большей створки двери:					
0,97, высота 2,2 м	29700	-	29700	-	
1,2, " 2,4 м	-		-		40088
		40088		40088	
2. Двери из коридора на лестничную клетку:					
0,6×2,0 м	5800	-	5800	-	
0,9×2,2 м	-	8336	-	8336	8336
3. Подсосы воздуха через закрытые дымовые клапаны, кгс/ч	3775	5372	9200	13454	25776
4. Расход воздуха через неплотности ограждений квартир:					
на 1-м этаже	400	400	400	400	400
на остальных этажах	8354	8354	17345	17345	26345
5. Расход воздуха через открытый клапан на лестничной клетке	3000	3000	3000	3000	3000
6. Общий расход, кгс/ч	51000	65550	65445	82623	100945
м ³ /ч	42500	54600	54600	68850	84120
%%	100	129	129	162	198
7. Потери давления, Па					
- присоединение вентилятора	100	100	100	100	100
- потери в лестничной клетке	33	33	59	59	82

- потери в лифтовой шахте при двух открытых дверях	100	100	102	102	71
8. Общие потери давления	200	200	202	202	171
Осевые вентиляторы N 8, при 1430 об/м, 3 кВт, шт.	3	3	4	4	-
N 12,5 при 720 об/м, последовательно по два, пар	-	-	-	-	3

Раздел 3.

Приточная противодымная вентиляция для лестнично-лифтовых узлов планировки В производственного здания категории В

3.1. Планировка ЛЛУ (рис.1) В отличается от планировки Б наличием отдельного входа на лестничную клетку (дверь 5) и лифтовой холл (дверь 7).

В общественных, административных и производственных зданиях часто лифтовой холл сообщается с коридором открытым проемом и дверь 7 не устраивается.

В этом случае воздух из лифтовых шахт, через неплотности закрытых дверей лифтовых шахт поступает на лестничную клетку через коридор 4 и открытую дверь 5. При этих условиях планировка В, с открытым проемом в лифтовой холл, может рассчитываться как изложено выше в разделах 1 и 2.

Ниже приводится расчет планировки В при наличии двери 7, которая при пожаре закрыта.

3.2. Согласно п.2.39 СНиП 2.09.02-85* "Незадымляемые лестничные клетки 2-го типа должны разделяться на высоту двух маршей противопожарной перегородкой через каждые 20 м и в зданиях категории В с переходом из одной части лестничной клетки в другую в объема лестничной клетки" - по схеме на рис.2б; расчет давления и расходов воздуха начинается с нижней зоны.

Давление воздуха в вестибюле определяется по формуле (4).

Разность давлений на уровне рассечки $\Delta P_{к.ш}$ между давлением лестничной клетке $P_к$ и лифтовой шахты $P_{ш}$ принимается от 50 Па и более.

3.3. По формуле (23) определяется давление в лифтовой шахте на 1-ом этаже $P_{ш.1}$, причем, коэффициенты А, В и С принимаются по табл.8:

$$P_{ш.1} = A + B \cdot P_в - C \cdot \Delta P_{к.ш}. \quad (23)$$

При числе этажей в нижнем отсеке лестничной клетки более 10 необходимо проверить давление на дверь 5 (рис. 1) на верхнем этаже нижнего отсека по формуле (14).

Таблица 8

Число этажей в зоне	2 лифта			3 лифта			4 лифта		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
5	10,0	1,6	0,6	7,5	1,52	0,66	5	1,44	0,7
7	12,5	1,72	0,47	8,5	1,58	0,5	5	1,44	0,52
9	15,0	1,84	0,33	10,0	1,64	0,35	5	1,44	0,35
11 и более	25,0	1,9	0,22	15,0	1,7	0,2	5	1,44	0,18

3.4. Общий расход воздуха для нижней части здания (до рассечки) определяется по формуле (24) на основании среднего расхода на каждый этаж здания со 2-го по верхний этаж нижней зоны по таблице 9.

$$G_{об.нз} = G_{ср} \cdot (N_a - 1) + G_{дв.1} + G_{дм} \quad (24)$$

где: N_a - число этажей в нижней зоне;

$G_{дв.1}$ и $G_{дм}$ - по предыдущему.

Таблица 9

**Средний расход воздуха на каждый этаж
нижней зоны здания со второго по верхний
 $G_{об.нз}$, кгс/ч, при планировке В**

$\Delta P_{к.ш}$, Па на уровне рассечки	Значение $G_{ср}$, кгс/ч, при $P_{ш.1}$, Па					
	30	60	90	120	150	180
150	1910	2165	2400	2640	2900	3140
45	1890	2100	2330	2580	2720	2920
25	1820	2070	2300	2560	2700	2900

-20	1560	1800	2070	2320	2570	1860
-----	------	------	------	------	------	------

3.5. Часть общего расхода для нижней зоны $G_{об.нз}$, которую нужно подать в нижнюю зону лестничной клетки $G_{к.нз}$ определяется по табл.10, а часть направляемого в лифтовую шахту, находится по разности:

$$G_{ш.нз} = G_{об.нз} - G_{к.нз}. \quad (25)$$

Таблица 10

$\Delta P_{к.ш}$	Часть общего расхода воздуха, которую нужно подать в нижнюю зону лестничной клетки $G_{к.нз}$, кгс/ч			
	5 этажей	7 этажей	9 этажей	11 эт. и более
100	- -	29000 -	27000 -	25500 -
90	- -	27500 -	26000 -	24500 -
80	26500 -	26000 -	24500 -	23500 -
70	23500 -	24500 -	23300 -	22000 -
60	24000 -	23200* 28000	22000 26500	20500 25500
50	23000 -	21600 27000	20000 25500	19000 24500
40	21000 27500	20000 26500	18000 24500	17500 23000

* Верхняя строка - при давлении $P_{ш.1}=30$ Па, нижняя строка - при давлении $P_{ш.1}=110$ Па; принимается с помощью линейной интерполяции.

3.6. Давление в верхней части нижней зоны лестничной клетки на уровне рассечки:

$$P_{к.нз.в} = P_{ш.1} + \Delta P_{к.ш} - N_3 \cdot h \cdot (\gamma_H - \gamma_K), \quad (26)$$

где: $P_{ш.1}$ - по формуле (23);

$$\Delta P_{\text{к.ш}} = P_{\text{к.н.в}} - P_{\text{ш.н.в}};$$

$(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{к}})$ - разность удельных весов воздуха по табл.4.

3.7. Давление воздуха в верхней части верхней зоны лестничной клетки:

$$P_{\text{к.вз.в}} = P_{\text{к.н.в}} - 0,03 \cdot P_{\text{ш.1}} + (N_{\text{з}} - 5). \quad (27)$$

$N_{\text{з}}$ - число этажей в зоне.

3.8. Расход воздуха для верхней части лестничной клетки:

$$G_{\text{к.вз}} = 11500 + 44 \cdot P_{\text{к.вз.в}} - 21 \cdot (P_{\text{ш.1}} - 235) + 1060 \cdot (N_{\text{з}} - 5). \quad (28)$$

3.9. Расход воздуха для верхней зоны лифтовой шахты, кгс/ч:

$$G_{\text{ш.вз}} = G_{\text{ср.вз}} \cdot N_{\text{з}} + G_{\text{дм}} + G_{\text{к.вз}}. \quad (29)$$

3.10. Общий расход воздуха, подаваемого в лифтовые шахты:

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{ш.нз}} + G_{\text{ш.вз}}. \quad (30)$$

3.11. Общий расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку:

$$G_{\text{к}} = G_{\text{к.нз}} + G_{\text{к.вз}}. \quad (31)$$

3.12. При переходах из одной зоны лестничной клетки в другую по схеме на рис.2б вне объема лестничной клетки, как это требуется по СНиП 2.09.02-85*, в верхней части нижнего отсека и в нижней части верхнего отсека лестничной клетки устраиваются двери, соединяющие лестничную клетку с коридором. Давление воздуха у двери нижнего отсека лестничной клетки определяется по формуле (27). Противодавление со стороны коридора определяется разностью удельных весов наружного и внутреннего воздуха на уровне двери этого отсека. При давлении со стороны лестничной клетки

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{к.н.в}} - h_{\text{з}} \cdot [3463/(273 + t_{\text{н}}) - 11,8]. \quad (31a)$$

где: $h_{\text{з}}$ - высота нижней зоны, м.

Расход воздуха через открытую дверь при том давлении рассчитывается по формуле (2).

Рассматривая переход из одного отсека лестничной клетки в другой через коридор (рис.2б) как тамбур-шлюз с одной открытой дверью, дополнительный расход воздуха на переходе допускается принять по п.5.16 СНиП, исходя из указанной и там скорости воздуха в открытой двери 1,3 м/с.

Расход воздуха на дверь минимальных размеров $0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{ м}^2$ составит:

$$G_{\text{дв}} = 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,423 \cdot 3600 = 9323 \text{ кгс/ч.}$$

3.13. Давление, которое должен обеспечить вентилятор:

а) для лифтовых шахт:

$$P_{\text{век}} = \Delta P_c + P_{\text{ш.вз}} + N_{\text{зд}} \cdot h \cdot (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{ш}}). \quad (32)$$

б) для верхней зоны лестничной клетки:

$$P_{\text{век}} = \Delta P_c + P_{\text{к.вз}} + N_{\text{зд}} \cdot h \cdot 2 \cdot (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{ш}}). \quad (33)$$

в) для нижней зоны лестничной клетки:

$$P_{\text{век}} = \Delta P_c + P_{\text{к.нз}} + N_{\text{зд}} \cdot h \cdot 2 \cdot (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{ш}}), \quad (34)$$

где: ΔP_c - потери в сети воздухопроводов обвязки вентилятора, Па;

$P_{\text{ш}}$ - давление воздуха в лифтовой шахте, Па;

$N_{\text{зд}}$, h - число этажей и высота этажа;

$(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{ш}})$ - разность удельных весов, определяемая по табл.4.

Пример 3. Рассчитать подачу приточного воздуха в 10-ти этажное производственное здание с планировкой ЛПУ В. По пожарной опасности здание относится к категории В, поэтому в соответствии с п.2.39 СНиП 2.09.02-85* "Незадымляемые лестничные клетки 2-го типа должны разделяться на высоту двух маршей противопожарной перегородкой через каждые 20 м и в зданиях категории В с переходом из одной части лестничной клетки в другую вне объема лестничной клетки". Согласно этому требованию предусматриваем огнестойкую перегородку лестничной клетки - "рассечку" между 5-м и 6-м этажами по схеме на рис.26. Высота каждого "отсека" $4 \cdot 5 = 20$ м.

Число лифтов в здании - 2. Расчетная температура наружного воздуха -25 °С, ветер 5 м/с.

Решение.

а) По формуле (4) рассчитываем давление воздуха в вестибюле:

$$P_{\text{в}} = 0,7 \cdot 5^2 \cdot 1,423 + 20 = 45 \text{ Па.}$$

б) Определяем расход воздуха через наружные двери по формуле (3), при Z-образном тамбуре и площади двери $2,2 \text{ м}^2$:

$$G_{\text{дв.1}} = 2075 \cdot 2,2 \cdot 45^{0,5} = 30600 \text{ кгс/ч.}$$

а) Расход воздуха для удаления дыма системой вытяжной вентиляции принимаем по таблице 2:

$$G_{\text{ДМ}} = 9960 + 250 \cdot 9 = 12210 \text{ кгс/ч.}$$

г) Разность давлений между лестничной клеткой $P_{\text{К}}$ и лифтовой шахтой $P_{\text{Ш}}$ на уровне рассечки $\Delta P_{\text{К.Ш}} = P_{\text{К}} - P_{\text{Ш}} = 50$ Па и по формуле (23) находим давление воздуха в лифтовой шахте на 1-м этаже:

$$P_{\text{Ш.1}} = 10 + 1,6 \cdot 45 - 0,6 \cdot 50 = 52 \text{ Па.}$$

д) Расход воздуха, подаваемого в нижнюю часть здания, определяем по формуле (24), интерполируя значение $G_{\text{об}}$ по табл.9:

$$G_{\text{об.нб}} = 1966 \cdot (5-1) + 30600 + 12210 = 50674 \text{ кгс/ч.}$$

е) Часть общего расхода воздуха, которую необходимо подать в нижнюю зону лестничной клетки $G_{\text{К.нб}} = 23000$ кгс/ч определяем по табл.10 при $P_{\text{К.Ш}} = 50$ Па, а часть, направляемую в лифтовую шахту, находим по формуле (25):

$$G_{\text{Ш.нб}} = 50674 - 23000 = 27674 \text{ кгс/ч.}$$

ж) Давление воздуха в верхней части нижнего отсека лестничной клетки по формуле (26):

$$P_{\text{К.нб.в}} = 52 + 50 - 5 \cdot 4 \cdot 1,1 = 80 \text{ Па.}$$

и) Давление наружного воздуха на дверь лестничной клетки в верхней зоне нижнего отсека, по формуле (31а):

$$P_{\text{дв}} = 80 - h \cdot (3463/248 - 11,8) = 37 \text{ Па.}$$

Расход воздуха через эту дверь при полном открытии и площади двери $1,4 \text{ м}^2$ будет равен:

$$G_{\text{дв.нб}} = 2875 \cdot 1,4 \cdot 37^{0,5} = 24480 \text{ кгс/ч.}$$

Согласно п.5.16 СНиП "Расход воздуха, подаваемого в тамбур-шлюз, работающий при пожаре с одной открытой дверью в коридор... следует определять расчетом или по скорости $1,3 \text{ м/с}$ в проем двери", (см. п.3.12), что в данном случае составит:

$$G = 1,3 \cdot 1,4 \cdot 1,423 \cdot 3600 = 9323 \text{ кгс/ч.}$$

к) Учитывая непостоянное и неполное открывание двери 5 в расчет принимаем расход по п.5.16 СНиП 9323 кгс/ч , составляющий 38% от полученного по п."и" расчета. Общий приток воздуха в нижний отсек лестничной клетки составит:

$$G_{\text{К.нб}} = 23000 + 9323 = 32323 \text{ кгс/ч.}$$

л) Давление в верхней части верхнего отсека по формуле (27):

$$P_{к.вз.в} = 80 \cdot 0,03 \cdot 52 + (5-5) = 78,5 \text{ Па.}$$

По формуле (28) определяем расход воздуха, подаваемого в верхний отсек лестничной клетки:

$$G_{к.вз} = 11500 + 44 \cdot 78,5 - 21 \cdot (52 - 235) + 1060 \cdot (5 - 5) = 18797 \text{ кгс/ч.}$$

Кроме того следует учесть расход через дверь в нижней части верхнего отсека, по предыдущему п.5.16 СНиП 9323 кгс/ч.

м) Общий расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку равен:

$$G_{к.о} = 32323 + 18797 + 9323 = 60423 \text{ кгс/ч.}$$

н) Всего в ЛЛУ требуется подать:

$$G_o = 60423 + 27674 = 88097 \text{ кгс/ч.}$$

Раздел 4.

Приточная противодымная вентиляция для лестнично-лифтовых узлов планировки Г. Подача приточного воздуха снизу

4.1. Приточная противодымная вентиляция с нижней подачей воздуха по схеме на рис.6 для ЛЛУ Г может применяться для производственных и жилых зданий. Лифтовые холлы и лифтовые шахты здесь отдалены от лестничных клеток. Из вестибюля имеются два выхода наружу, но при пожаре используется только выход из лестничной клетки - 8 по рис.1.

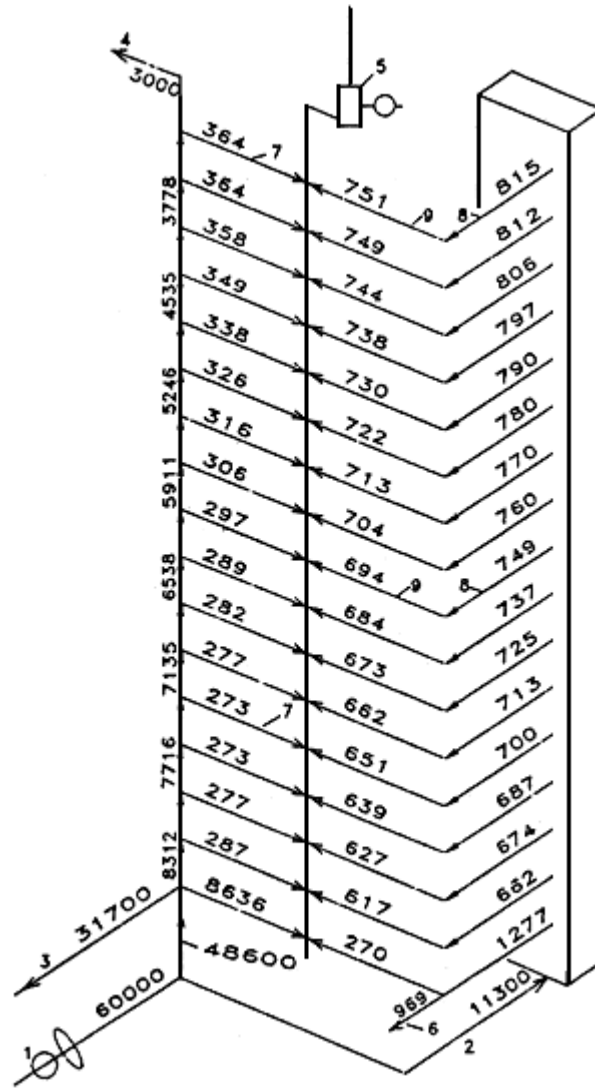


Рис.6. Лестнично-лифтовой узел планировки Г - схема распределении воздуха:

- 1 - приток в лестничную клетку; 2 - приток в лифтовую шахту; 3 - воздух, попадающий в эвакуационные выходы;
 4 - вытяжка из лестничной клетки; 5 - удаление дыма из коридоров; 6 - воздух, уходящий через дверь лифтового холла; 7 - воздух из лестничной клетки в коридор; 8 - воздух из лифтовой шахты в коридор;
 разность расходов 8 и 9 уходит через неплотности наружных ограждений здания.

4.2. Расход воздуха, подаваемого в лифтовые шахты, рассчитывается по балансу с удаляемым воздухом по формуле:

$$G_{\text{ш}} = G_{\text{н.д}} + G_{\text{х.1}} + G_{\text{ср}} \cdot K_{\text{ш}}, \quad (35)$$

где: $G_{\text{н.д}}$ - расход воздуха, кгс/ч, через неплотность закрытой двери 9 (рис.1) из лифтового холла, рассчитывается по формуле:

$$G_{н.д} = 171,4 \cdot \Delta P_{х.1}^{0,5} \quad (36)$$

$P_{х.1} \cong P_{к.1}$ - давление воздуха в лифтовом холле на 1-м этаже, приблизительно равное давлению в лестничной клетке на 1-м этаже, Па;

$G_{х.1}$ - расход воздуха, поступающего из лифтового холла 3, в коридор 10 на 1-м этаже равен 340 кгс/ч;

$G_{ср}$ - средний по зданию расход воздуха, поступающего из лестничной клетки и лифтовых шахт во все квартиры или помещения на 2-м этаже и выше и уходящий из здания через неплотности наружных ограждений:

$$G_{ср} = [1080 - 67,5 \cdot (8 - n_{к})] \cdot (N - 1) \text{ - для жилых домов,} \quad (37)$$

$$G_{ср} = [1700 - 17 \cdot (36 - n_{п})] \cdot (N - 1) \text{ - для других помещений} \quad (38)$$

$n_{к}$, $n_{п}$ - среднее число квартир или помещений на каждом этаже кроме 1-го;

$K_{ш} = 0,57$ - доля расхода воздуха, поступающего из лифтовых шахт, $K_{ш} = 0,57$.

4.3. Расход воздуха, который следует подать в лестничную клетку:

$$G_{к} = G_{д.1} + G_{дм} + G_{к} + G_{ср} \cdot (1 - K_{ш}), \quad (39)$$

где: $G_{д.1}$ - расход воздуха, удаляемый через наружные двери 8, определяемый по формулам (2) или (3);

$G_{дм}$ - расход воздуха, удаляемый системой дымоудаления, определяемый по таблице 2 или по приложению 7;

$G_{к}$ - расход воздуха через вытяжной клапан "4" рис.6 из верхней части лестничной клетки, принимается 3000 кгс/ч;

$G_{ср}$ - по формулам (37) или (38);

$K_{ш}$ - как для формулы (35).

4.4. Давление воздуха, подаваемого в лестничную клетку и лифтовую шахту, определяется по формуле:

$$P_{к} = \Delta P_{с} + P_{в} + 55 \cdot (V_{рн})^2 \cdot (N - 1) / \rho_{н}, \quad (40)$$

$$P_{ш} = \Delta P_{с} + P_{в} + 15, \quad (41)$$

где: ΔP_c - потери давления от места приема наружного воздуха до присоединения воздуховодов к лестничной клетке или лифтовой шахте, Па;

P_B - давление воздуха в вестибюле, определяемое по формуле (4);

V_{P_H} - массовая скорость воздуха при входе в лестничную клетку, кг/с·м²;

ρ_H - плотность наружного воздуха кг/м³;

N - число этажей в здании.

Приточный воздух рекомендуется подавать от общей вентиляционной системы для лестничной клетки и лифтовой шахты.

4.5. Площадь свободного сечения вытяжной решетки в лестничной клетке определяется по формуле (11), при $\Delta P_{кл}$ - по таблице 11.

Таблица 11

Число этажей	11	13	15	17	19	21	23	25
жилые здания $\Delta P_{кл}$	53	58	65	70	74	78	82	87
другие здания $\Delta P_{кл}$	46	48	50	56	49	46	42	38

Пример 4. Рассчитать расходы и давления воздуха для 17-ти этажного жилого дома в г.Брянске. Планировка ЛПУ Г, в секции дома 2 лифта и 8 квартир на этаже. Высота этажа 2,8 м. Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года -25 °С, скорость ветра 6 м/с, в расчет принимается согласно СНиП 5 м/с. По схеме на рис.6, на которой приведено распределение воздуха по зданию при испытаниях аналогичного дома в г.Москве, приточный воздух подается от общей вентиляционной установки в нижнюю часть лестничной клетки и лифтовой шахты.

Решение.

а) Определяем давление воздуха на 1-ом этаже в вестибюле, в лифтовом холле и лестничной клетке по формуле (4):

$$P_B = 0,7 \cdot 5^2 \cdot 1,423 + 20 = 44,9 \text{ Па.}$$

б) Тогда расход воздуха через закрытую наружную дверь 9 рис.1 по формуле (36) равен:

$$G_{нд} = 171,4 \cdot 44,9^{0,5} = 1150 \text{ кг/ч.}$$

Расход воздуха из лифтового холла в коридор $G_{x,1} = 340$ кгс/ч.

в) Средний по зданию расход воздуха, поступающего на все этажи и уходящий наружу определяется по формуле (37):

$$G_{cp} = [1080 - 67,5 \cdot (8-8)] \cdot (17-1) = 17280 \text{ кгс/ч.}$$

г) Расход воздуха для лифтовых шахт по формуле (35):

$$G_{ш} = 340 + 1150 + 17280 \cdot 0,57 = 11340 \text{ кгс/ч.}$$

д) Расход воздуха, выходящего из лестничной клетки через наружные двери эвакуационного выхода площадью большей створки $2,2 \text{ м}^2$ при Z-образном тамбуре, по формуле (3):

$$G_{д,1} = 2075 \cdot 2,2 \cdot 44,9^{0,5} = 30590 \text{ кгс/ч.}$$

е) Расход воздуха для удаления дыма принимаем по примеру в приложении 7: 9210 кгс/ч.

ж) Расход воздуха через вытяжной клапан по данным испытаний 3000 кгс/ч.

и) Всего воздуха для лестничной клетки по формуле (39):

$$G_{к} = 30590 + 9210 + 3000 + 17280 \cdot 0,43 = 50230 \text{ кгс/ч.}$$

Из них по лестничной клетке проходит в среднем

$$G = 3000 + 0,43 \cdot 17280 = 10430 \text{ кгс/ч.}$$

Массовая скорость воздуха в основании лестничной клетки:

$$V_{pк} = 10430 / (3600 \cdot 12) = 0,241 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

к) Общий расход приточного воздуха по зданию:

$$G_{об} = 11340 + 50230 = 61570 \text{ кгс/ч.}$$

л) Давление воздуха, подаваемого в лестничную клетку, по формуле (40):

$$P_{к} = \Delta P_{с} + 44,9 + 55 \cdot 0,241^2 \cdot (17-1) / 1,423 = \Delta P_{с} + 81 \text{ Па.}$$

подаваемого в лифтовую шахту, по формуле (41):

$$P_{ш} = \Delta P_{с} + 45 + 15 = \Delta P_{с} + 60 \text{ Па.}$$

Для предварительных решений по размещению установок приточной вентиляции и составлению эскизных проектов можно пользоваться таблицей 5.

Пример 5. Рассчитать расходы и давления воздуха в 9-ти этажном производственном здании категории В, высотой $9 \cdot 3,3 = 29,7$ м, в г.Брянске. Планировка ЛЛУ Г. Согласно п.2.39 СНиП 2.09.02-85* "Незадымляемая лестничная клетка 2-го типа должна разделяться на высоту двух маршей глухой противопожарной перегородкой через 20 м, с переходом из одной части лестничной клетки в другую ..." в данном случае по требованию пожарнадзора - через наружную зону.

Размеры здания в плане $30 \cdot 20$ м с 12-тью помещениями на каждом этаже, имеющими выход в общий коридор. Объем помещений на этаже $30 \cdot 18 \cdot 4 = 2160$ м³. Согласно табл.2 СНиП 2.09.02-85* в здания 2-й степени огнестойкости расстояние от наиболее удаленного рабочего места до двери лестничной клетки, при плотности потока эвакуирующихся до трех человек на м² допускается 60 м, что, в данном случае, обуславливает достаточность одной лестничной клетки. В здании три лифта.

Решение. Давление воздуха в вестибюле по предыдущему примеру принято 44,9 Па, расход воздуха через неплотности закрытой двери в вестибюле 1150 кгс/ч и расход через помещения 1-го этажа 340 кгс/ч.

Средний расход воздуха, уходящего через неплотности помещений наружу, по формуле (38):

$$G_{\text{ср}} = [1700 - 17 \cdot (36 - 12)] \cdot (9 - 1) = 10340 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха, подаваемого в лифтовые шахты, по формуле (35):

$$G_{\text{ш}} = 1150 + 340 + 10340 \cdot 0,57 \cdot 6/8 = 5910 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха через двери эвакуационного выхода из здания, при площади дверей $1,2 \cdot 2 = 2,4$ м² при прямом тамбуре по формуле (4):

$$G_{\text{дв}} = 2875 \cdot 2,4 \cdot 44,9^{0,5} = 46235 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха через дверь наружного перехода при ее площади $0,8 \cdot 2 = 1,6$ м²:

$$G_{\text{дв.б}} = 2875 \cdot 1,6 \cdot 44,9^{0,5} = 30820 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха для удаления дыма при ширине створок двери 0,9 м, по табл.2:

$$G_{\text{дм}} = 9960 + 8 \cdot 250 = 11960 \text{ кгс/ч.}$$

Общий расход воздуха в нижней части лестничной клетки:

$$G_{\text{об}} = 46235 + 30820 + 10340 \cdot 0,43 \cdot 6/8 + 11960 = 92350 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха через дверь наружного перехода на 7-м этаже:

$$G_{\text{дв.7}} = 2875 \cdot 1,6 \cdot 9^{0,5} = 30820 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха через помещения 7,8 и 9-го этажей и 3000 кгс/ч через решетку с клапаном в верхней части лестничной клетки с учетом расхода через дверь наружного перехода:

$$G_{об.в} = 30820 + 10340 \cdot 0,43 \cdot 3/8 + 3000 = 35490 \text{ кгс/ч.}$$

Общий расход воздуха по зданию:

$$G_{об} = 92350 + 35490 = 127840 \text{ кгс/ч.}$$

Приточную систему следует рассчитать на производительность $127840/1,2 = 106500 \text{ м}^3/\text{ч}$ стандартного воздуха.

Вверх по лестничной клетке, через ее основание площадью 12 м^2 проходит расход воздуха, до рассечки;

$$30860 + 10340 \cdot 0,43 \cdot 6/8 = 34195 \text{ кгс/ч или } 9,5 \text{ кгс/с,}$$

при массовой скорости:

$$9,5/12 = 0,79 \text{ кгс}/(\text{с} \cdot \text{м}^2).$$

Сопrotивление движению воздуха по формуле (40) будет:

$$P_{к.н} = \Delta P_c + 44,9 + 55 \cdot 0,79^2 \cdot (6-1)/1,423 = \Delta P_c + 166 \text{ Па.}$$

Через основание верхней части лестничной клетки проходит:

$$30860 + 10340 \cdot 3/8 + 3000^* = 37740 \text{ кгс/ч или } 10,5 \text{ кгс/с.}$$

* Освободить от случайно попавшего дыма в нижнюю часть лестничной клетки можно открыв двери наружного перехода в верхней части нижнего отсека.

Сопrotивление движению воздуха в верхней части лестничной клетки по формуле (40), при массовой скорости воздуха $10,5/12 = 0,87 \text{ кгс}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ составит:

$$P = \Delta P_c + 44,9 + 55 \cdot 0,87^2 \cdot (3-1)/1,423 = 105 \text{ Па.}$$

Сопrotивление движению воздуха по лифтовой шахте по формуле (41) будет:

$$P_{ш} = \Delta P_c + 44,9 + 15 = \Delta P_c + 60 \text{ Па.}$$

Раздел 5.

Приточная противодымная вентиляция для лестнично-лифтовых узлов планировки Д. Подача приточного воздуха в верхнюю часть лестничной клетки и лифтовой шахты

5.1. Приточная вентиляция для ЛЛУ планировки Д может применяться для жилых, общественных, административных и производственных зданий. Лифтовые холлы и лифтовые шахты в узле Д отделены от лестничных клеток, но имеют общий выход наружу (рис.7), к которому во время пожара идут люди из лестничной клетки через тамбуры T_1 , T_2 и T_3 наружу.

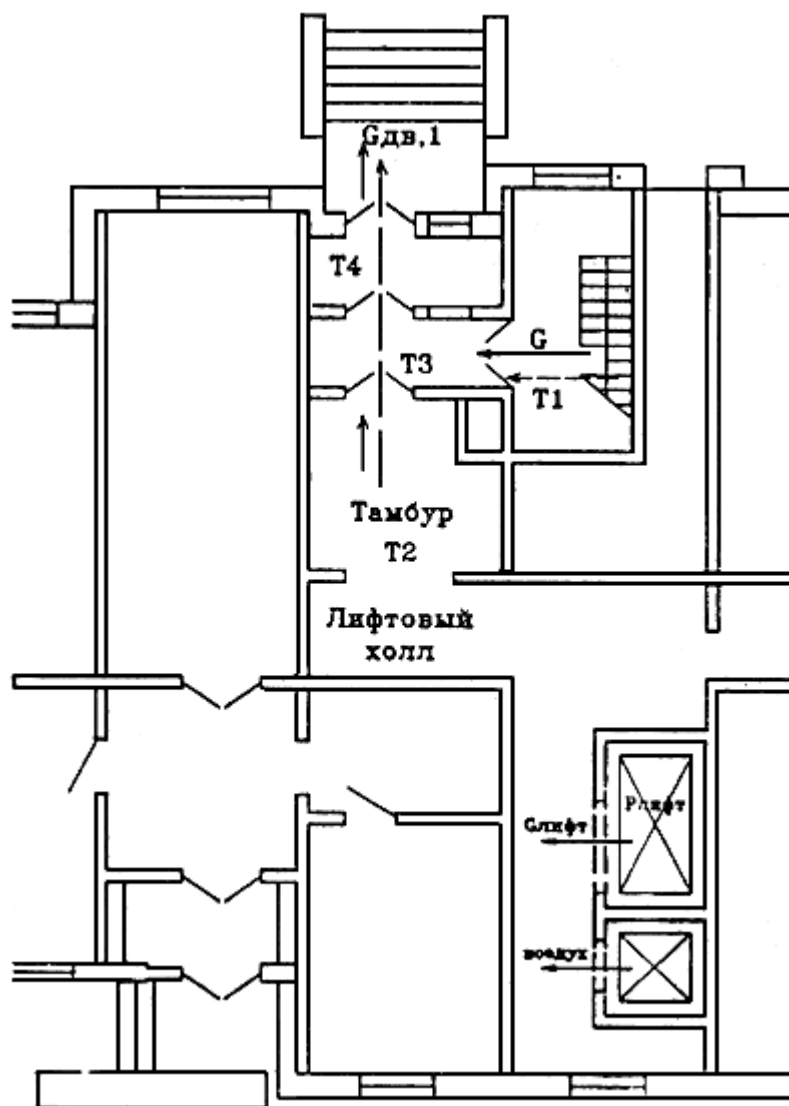


Рис.7. Планировка лестнично-лифтового узла Д, 1-ый этаж

Двери лифтовых шахт на 1-ом этаже открыты только для прохода воздуха, из лифтовых шахт через тамбуры T_3 и T_4 наружу.

Воздух подается в верхнюю часть лифтовых шахт и лестничной клетки одной общей или отдельными установками, размещенными в верхней части здания.

В общественных, административных и производственных зданиях лестничные клетки 2-го незадымляемого типа должны разделяться на "отсеки", если давление воздуха на дверь 5 (рис.1) на верхнем этаже может превысить 150 Па. В производственных зданиях деление на отсеки кроме того необходимо по требованию по п.2.39 СНиП 2.09.02-85*,"через каждые 30 м по высоте в зданиях категорий Г и Д и 20 м в зданиях категории В (с переходом из одной части лестничной клетки в другую вне объема лестничной клетки)". Приточный воздух должен подаваться в каждый отсек такой лестничной клетки.

Приточный воздух подается в лифтовые шахты и лестничную клетку по балансу с расходами воздуха, удаляемого из здания.

5.2. Расчет расхода воздуха, поступающего из лифтовой шахты в лифтовой холл на 1-м этаже и далее в тамбуры T_2 и T_3 , предварительно определяется по формуле:

$$G_{x.1} = G_{дв.1} + G_{дм} + G_{ср} - G_{к.1}, \quad (42)$$

где: $G_{дв.1}$ - расход воздуха через эвакуационный выход наружу, определяемый по формулам (2) или (3);

$G_{дм}$ - расход воздуха, на удаление дыма, определяется по таблице 2 или приложению 7;

$G_{ср}$ - средний расход воздуха через неплотности наружных ограждений каждого этажа, определяется по табл.12;

$G_{к.1}$ - расход воздуха, поступающий из лестничной клетки в 1-й этаж, определяется методом последовательного приближения: сначала он принимается равным $G_{к.1}^{max}$ по табл.13, в соответствии с предельной разностью давлений 150 Па на дверях из коридора на лестничную клетку на верхнем этаже.

Таблица 12

Число этажей	Средний расход воздуха, $G_{ср}$ кгс/ч, поступающий из лестничной клетки и лифтовых шахт на каждый этаж здания при числе квартир или помещений на этаже				
	квартир		помещений		
	4	8	12	24	32
11	930	1205	1585	1960	2150
17	975	1355	1720	2170	2400
25	1026	1355	1740	2280	2570

Таблица 13

Этажи	Число квартир жилых домов на этаж		Расход воздуха $G_{к.1}^{max}$, кгс/ч, при числе помещений на этаж					
	4	8	12	16	20	24	32	36
11	34400	33200	30900	29500	28200	26800	25000	24000
12	33100	32000	29400	28700	27300	25100	23200	22300
13	31800	30600	27900	26400	24900	23400	21500	20500
14	29300	28100	26400	24800	23300	21800	19700	18700
15	29300	28100	24900	23300	21700	20000	18000	16900
16	28000	27000	23500	21800	20100	18400	16200	15100
17	26700	25700	22000	20200	18500	16700	14500	13300
19	25000	23600	20200	18400	16500	14700	12400	11300
21	23700	21700	18400	16500	14600	12700	10400	9200
23	21700	19700	16600	14700	12700	10700	8400	7200
25	20200	18600	14900	12800	10800	8700	6300	5100

5.3. Расходы воздуха, подаваемого в лифтовые шахты, $G_{ш}$ и лестничную клетку, $G_{к}$ должны быть приблизительно равны между собой;

$$G_{ш} = G_{х.1} + G_{дв.2} + G_{ср} \cdot K_{ш}, \quad (43)$$

$$G_{к} = G_{к.1} + G_{ср} \cdot (N-1) \cdot (1 - K_{ш}), \quad (44)$$

$$K_{ш} = [G_{к.1} - G_{х.1} + G_{ср} \cdot (N-1) - G_{дв.2}] / N \cdot G_{ср}, \quad (45)$$

где: $G_{ср}$ - средний расход воздуха, который определяется по табл.12 в зависимости от вида здания, этажности и среднего числа квартир или помещений на этаже;

$K_{ш}$ - доля среднего расхода воздуха, поступающего из лифтовых шахт на этажи здания, находится по табл.18 или 16 в зависимости от давления воздуха в лифтовой шахте на 1-ом этаже, $P_{ш.1}$, определяемого по формуле (46), и уточняется по формуле (45).

$$P_{ш.1} = P_{x.1} + [0,001 \cdot (G_{x.1} + G_{дв.2})]^2 \cdot 0,263/n^2, \quad (46)$$

где: $P_{x.1}$, $G_{x.1}$, $G_{дв.2}$ - определяются по формулам (47), (42) и (49);

n - число лифтов в здании.

5.4. Давление воздуха в лифтовом холле на 1-ом этаже, Па, равно:

$$P_{x.1} = 0,7 \cdot V^2 \rho_n + 20 + \Delta P_{x.1}, \quad (47)$$

где: V , ρ_n - расчетная скорость ветра, м/с, по СНиП, но не более 5,0 м/с и плотность наружного воздуха в холодный период, кг/м^3 , параметры Б:

$\Delta P_{x.1}$ - разность давлений между лифтовым холлом Л1 и лестничной клеткой на 1-м этаже, Па, рис.7, определяется по таблице 14 или по формуле (48) в зависимости от расхода воздуха, $G_{x.1}$ из лифтового холла в тамбур T_3 при лестничной клетке:

Таблица 14

$G_{x.1}$	740	1600	3030	4200	6050	8310	11040	14220	17900	22000
$P_{x.1}$	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21

При $G_{x.1} > 22000$ кгс/ч значение $P_{x.1}$ определяется по формуле:

$$\Delta P_{x.1} = 4,3 \cdot 10^{-8} \cdot G_{x.1}^2. \quad (48)$$

5.5. Расход воздуха $G_{x.1}$ кгс/ч из лифтовой шахты в лифтовой холл и тамбур T_3 рассчитывается по формуле (42) при максимальном поступлении воздуха из лестничной клетки, $G_{к.1}^{\max}$, кгс/ч.

5.6. Если имеется наружная дверь из лифтового холла, которая при пожаре закрыта, (на рис.7 она отсутствует) то расход через ее неплотности рассчитывается по формуле:

$$G_{дв.2} = 146,8 \cdot P_{x.1}^{0,5}. \quad (49)$$

5.7. Расчет расхода воздуха для лестничной клетки ведется по формуле (44), во вторую входят следующие величины:

$G_{к.1}$ - максимальный расход воздуха из лестничной клетки в тамбур T_3 , который определяется по табл.13;

$G_{\text{ср}}$ - средний расход воздуха на этаж по табл.12;

N - число этажей в здании;

$K_{\text{ш}}$ - доля среднего расхода, как для п.5.3.

5.8. Если расходы воздуха, полученные по формулам (43) и (44), отличаются более чем на 5%, то следует в формуле (42) задаться величиной $G_{\text{к.1}}$ меньше принятой ранее и провести расчеты по формулам (43) и (44) повторно.

5.9. Давление воздуха, создаваемое вентилятором для лифтовой шахты, Па:

$$P_{\text{ш}} = \Delta P_{\text{с}} + P_{\text{ш.1}} + 1,1 \cdot N \cdot h, \quad (50)$$

где: $\Delta P_{\text{с}}$ - потери давления в сети для присоединения вентилятора к лифтовой шахте, Па;

$P_{\text{ш.1}}$ - по формуле (46);

N и h - число этажей и высота этажа, м.

5.10. Давление воздуха, создаваемое вентилятором для подачи в лестничную клетку:

$$P_{\text{к}} = \Delta P_{\text{с}} + P_{\text{к}} + 2,1 \cdot N \cdot h, \quad (51)$$

где: $P_{\text{к}}$ - давление в верхней части лестничной клетки, определяемое по табл.17 или 18;

N и h - число этажей и высота этажа, м.

5.11. Давление воздуха на дверь 5 (рис.1) на верхнем этаже лестничной клетки, Па:

$$P_{\text{дв.5}} = P_{\text{к}} - 3463 / [(273 + t_{\text{н}}) - 11,8] \cdot N \cdot h, \quad (52)$$

где: $P_{\text{к}}$ - по формуле (51);

$t_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха (параметры Б);

N и h - число этажей и высота этажа, м.

Пример 6. Рассчитать расходы воздуха и давления для 11-ти этажного общественного здания в г.Волгограде. Планировка ЛЛУ Д рис.7. В здании два лифта и 24 помещения на каждом этаже. Расчетная температура воздуха $-23,9$ °С, скорость ветра 8 м/с - при параметрах Б. Согласно СНИП в расчетах принимается 5 м/с. Высота этажа 3 м.

Решение.

а) Давление воздуха в тамбуре T_4 по формуле (4) равно;

$$P_{T,4} = 0,7 \cdot 5^2 \cdot 1,417 + 20 = 44,8 \text{ Па.}$$

Расход воздуха через эвакуационный выход наружу по формуле (2), для формулы (42), при площади большей из створок двери $2,1 \cdot 0,85 = 1,79 \text{ м}^2$ и прямом тамбуре:

$$G_{дв,1} = 2875 \cdot 1,79 \cdot 44,8^{0,5} = 34450 \text{ кгс/ч};$$

б) По табл.2 суммарный расход на дымоудаление при ширине двери 5 (рис.1) равной 0,9 м:

$$G = 9960 + 225 \cdot 10 = 12210 \text{ кгс/ч};$$

в) Расход воздуха через неплотности наружных ограждений помещений 1-го этажа по табл.12: 1960 кгс/ч;

г) Расход воздуха из лестничной клетки в тамбур T_3 , рис.7, при давлении на верхнем этаже лестничной клетки 150 Па, по табл.13 равен 26800 кгс/ч;

д) Расход воздуха, поступающего из лифтовой шахты через лифтовой холл в тамбур T_3 по формуле (42):

$$G_{x,1} = 34450 + 12210 + 1960 - 26800 = 21820 \text{ кгс/ч};$$

е) Давление в тамбуре T_4 равно 44,8 Па. За счет прохода 21820 кгс/ч воздуха из лифтового холла в тамбур T_4 давление в лифтовом холле повысится согласно табл.14 на 21 Па и составит:

$$P_x = 44,8 + 21 = 66 \text{ Па};$$

ж) Давление воздуха в лифтовой шахте на 1-м этаже, по формуле (46) станет равно:

$$P_{ш,1} = 66 + (0,001 \cdot 21820)^2 \cdot 0,263 / 2^2 = 97 \text{ Па.}$$

При этом давлении по табл.16, доля общего расхода, поступившего из лифтовых шахт $K_{ш} = 0,48$;

и) Средний расход воздуха на этаж равен 1960 кгс/ч по табл.12.

к) По формуле (43):

$$G_{ш} = 21420 + 1960 \cdot 0,48 = 22360 \text{ кгс/ч.}$$

по формуле (44):

$$G_k = 26800 + 1960 \cdot 10 \cdot 0,52 = 36992 \text{ кгс/ч.}$$

Так как дисбаланс между расходами воздуха для лифтовой шахты и лестничной клетки слишком велик, то для соблюдения баланса принимаем приток воздуха из лестничной клетки 21000 кгс/ч вместо 26800 кгс/ч.

Приток воздуха из лифтовых шахт, через холл Л₁ в тамбур Т₃ по формуле (42):

$$G_{x.1} = 34450 + 12210 + 1960 - 21000 = 27620 \text{ кгс/ч.}$$

Давление воздуха по формуле (49) поднимается на:

$$\Delta P_{x.1} = 4,3 \cdot 10^{-8} \cdot 27620^2 = 33 \text{ Па}$$

и составит в лифтовых шахтах по формуле (46):

$$P_{ш.1} = 44,8 + 33 + (0,001 \cdot 27620)^2 \cdot 0,263/4 = 128 \text{ Па.}$$

При этом давлении по табл.16 получим $K_{ш} = 0,56$, а по формуле (45) при требуемом равенстве расходов воздуха в лифтовые шахты и лестничную клетку:

$$K_{ш} = (21000 - 27620 + 1960 \cdot 10) / (1960 \cdot 11) = 0,6.$$

Расход воздуха, подаваемого в лифтовые шахты, по формуле (43):

$$G_{ш} = 27620 + 1960 \cdot 0,6 = 28800 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку, по формуле (44):

$$G_{к} = 21000 + 1960 \cdot 10 \cdot 0,4 = 28840 \text{ кгс/ч.}$$

При расходе воздуха в лифтовую шахту 28800 кгс/ч или 24000 м³/ч при плотности воздуха 1,2 кг/м³ давление, развиваемое вентилятором, по формуле (50) должно быть равно:

$$P_{ш} = \Delta P_c + 128 + 1,1 \cdot 11 \cdot 3 \cdot \Delta P_c + 164 \text{ Па.}$$

Давление воздуха на 11 этаже лестничной клетки на дверь 5 по рис.1 составит по формуле (52) и табл.18

$$\Delta P_{дв.5} = 146 \cdot (28,84/26)^2 + 2,1 \cdot 10 \cdot 3 \cdot [3463 / (273 - 23,9) - 11,8] \cdot 11 \cdot 3 = 173 \text{ Па,}$$

что превышает допустимые 150 Па и определяет необходимость разделить лестничную клетку огнестойкой несгораемой перегородкой между 6 и 7 этажами на два отсека с внутренним переходом между ними в пределах объема лестничной клетки, по схеме на рис.2а.

В верхний отсек подается $5 \cdot 28840 / 11 = 13109$ кгс/ч, а в нижний отсек $28840 - 13109 = 15731$ кгс/ч воздуха по отдельным огнестойким воздуховодам.

В верхнем отсеке поддерживается давление воздуха 44,8 Па, в нижней его части, и наверху $44,8+5,3 \cdot 2,1=76$ Па. Наверху в нижнем отсеке давление $44,8+6 \cdot 3 \cdot 2,1=83$ Па.

Для предварительных решений по размещению установок приточной противодымной вентиляции и составления эскизных проектов рекомендуется пользоваться табл.19, где представлены ориентировочные расчеты для 10, 18 и 25-ти этажных зданий с ЛЛУ планировки Д.

Пример 7. Определить расходы воздуха для ЛЛУ планировки Д 25-ти этажного административного здания со средним числом 12 помещений на каждом этаже. Климатические условия местности приняты по примеру 6. Расход воздуха на входные двери здания 34450 кгс/ч и на дымоудаление - по таблице 2, при ширине двери коридора 0,9 м:

$$G_{д.в} = 9960 + 250 \cdot 24 = 15960 \text{ кгс/ч.}$$

Расход воздуха, удаляемого через неплотности наружных ограждений здания принят по таблице 12 - 1740 кгс/ч на каждый этаж.

Максимальный расход воздуха, поступающего из лестничной клетки в тамбур T_3 , рис.6, при предельной разности давлений воздуха на дверях из коридора на лестничную клетку 150 Па на верхнем этаже, по таблице 13 $G_{к.1} = 14900$ кгс/ч.

Тогда расход воздуха, поступающего из лифтовых шахт в лифтовой холл на первый этаж, по формуле (42) составит:

$$G_{х.1} = 34450 + 15950 + 1740 - 14900 = 37250 \text{ кгс/ч,}$$

а из равенства и формул (43) и (44):

$$G_{ш} = G_{к} - 37250 + 1740 \cdot K_{ш} - 14900 + 24 \cdot 1740 \cdot (1 - K_{ш})$$

находим $K_{ш} = 0,446$ - долю среднего расхода воздуха, поступающего из лифтовых шахт на этажи здания.

Величину $K_{ш}$ проверяем, определяя ее по таблице 16 в зависимости от давления воздуха в лифтовых шахтах на первом этаже. При наличии в здании 3-х лифтов и предварительно определив по таблице 14 разность давлений между лифтовым холлом Π_1 (рис.6) и лестничной клеткой на первом этаже, равную 19,2 Па находим давление в лифтовых шахтах по формуле (46):

$$P_{ш.1} = 44,8 + 19,2 + (0,001 \cdot 37250)^2 \cdot 0,263/9 = 105 \text{ Па.}$$

При этом давлении по таблице 16 находим $K_{ш} = 0,3 < 0,446$; значение $K_{ш} = 0,3$ - не обеспечивает равенство расходов по формулам (43) и (44), при $G_{к.1} = 14900$ кгс/ч.

Для обеспечения требуемого равенства уменьшаем величину $G_{к.1}$ с 14900 кгс/ч до 12400 кгс/ч, и повторив приведенные выше вычисления, при этой исходной величине, получаем

$K_{ш} = 0,326$ из баланса расходов и $0,3$ - из расчета давлений. Приток воздуха в лестничную клетку и лифтовую шахту при этом составляет по формулам (43) и (44):

$$G_{ш} = G_{к} - 40000 + 0,326 \cdot 1740 - 12400 + 0,674 \cdot 24 \cdot 1740 = 40500 \text{ кгс/ч.}$$

или всего 91000 кгс/ч, или по 40500 кгс/ч в лифтовую шахту и лестничную клетку.

Давление воздуха на верхнем этаже лестничной клетки определяется по таблице 18, в которой при $G_{к,1} = 12,4$ тыс. кгс/ч для 12-ти помещений на этаже получено интерполяцией:

$$96 + (135 - 94) \cdot 0,4 / 2 = 100,6 \text{ Па.}$$

При подаче 40500 кгс/ч давление ориентировочно станет:

$$P_{к} = 100,6 \cdot (40,5 / 12,4)^2 = 1073 \text{ Па - что явно недопустимо.}$$

Поэтому проектируем лестничную клетку с двумя "рассечками-перегородками" с пределом огнестойкости 0,75 ч - одну между 9 и 10 этажами и вторую между 19 и 20 этажами с подачей в 1-й, 2-й и 3-й отсеки по 13500 кгс/ч воздуха.

Давление воздуха в нижней части 1-го отсека определяется давлением в тамбуре $T_4 = 44,8$ Па и сопротивление движению воздуха по лестничной клетке $2,1 \cdot 9 \cdot 3$, а всего 102 Па. Такое же давление будет в верхней части 2-го и 3-го отсеков.

Подача воздуха в каждый отсек лестничной клетки проектируется по отдельному воздуховоду от вентилятора, установленного в верхнем этаже здания.

Давление в верхней части лифтовых шахт определяется по формулам (46) и (47) и равно:

$$P_{ш} = 44,8 + 18,6 + (0,001 \cdot 40500)^2 \cdot 0,263 / 9 = 111 \text{ Па.}$$

Таблица 15

Число этажей	Доля общего расхода воздуха $K_{ш}$, поступающего из лифтовых шахт на этажи жилого дома, кроме 1-го этажа, в зависимости от давления воздуха в лифтовых шахтах $P_{ш,1}$, Па											
	$K_{ш}$	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
25		78	88	91	99	102	102	114	128	129	141	146
23		79	88	91	99	103	110	116	124	138	142	158
21		79	88	91	100	104	111	117	126	135	144	156
19		79	88	91	100	105	112	119	128	137	146	158
17		79	88	91	100	105	113	121	129	138	148	160

16	77	86	89	98	103	110	119	127	136	146	-
15	75	83	87	95	100	103	116	124	134	144	-
14	73	81	85	93	98	106	114	122	131	142	-
13	71	79	84	90	96	104	112	120	129	140	-
12	69	75	82	86	94	102	109	118	127	139	-
11	67	74	80	86	92	100	107	116	125	137	-

Таблица 16

Число этажей K_{III}	Доля общего расхода воздуха, поступающего из лифтовых шахт на этажи общественных и др. зданий, кроме 1-го этажа, в зависимости от давления воздуха в лифтовой шахте на 1-м этаже $P_{III.1}$								
	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
25	110	117	125	135	145	162	185	220	320
23	103	110	117	126	138	154	176	208	292
21	96	102	110	120	131	146	166	195	265
19	89	94	102	113	124	138	157	183	237
17	82	87	95	106	117	130	148	171	210
16	80	85	93	103	114	127	145	169	210
15	78	83	91	101	112	125	142	167	210
14	76	81	89	98	109	122	140	165	210
13	74	79	87	96	106	120	137	162	210
12	72	77	85	93	104	117	135	160	210
11	70	75	83	91	101	115	132	158	210

Таблица 17

Число этажей	Давление в верхней части лестничной клетки, Па, в жилых домах, при расходе воздуха $G_{K.1}$ тысяч кгс/ч
--------------	--

	12	14	15	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
25	19	46	82	134	190	254	330						
	57	94	140	190	245	314	-						
23	18	46	74	118	167	222	288						
	52	83	123	165	213	273							
21	18	39	66	103	143	190	246						
	46	72	105	140	181	232							
19	17	36	59	87	119	159	204						
	41	61	88	116	150	192	227						
17	16	33	51	72	96	127	162	199	240	283	304	347	390
	35	50	70	91	118	151	184	220	261	304	343		
16			51	70	93	120	152	136	224	263	284	324	360
			68	87	112	142	172	205	242	282	318		
15			50	68	89	114	143	174	203	243	264	300	337
			66	83	106	132	180	190	224	260	293		
14			50	66	85	108	134	161	191	223	244	277	311
			64	79	100	123	143	175	206	238	268		
13			49	64	82	102	125	149	175	204	225	254	284
			61	75	94	114	136	160	188	216	243		
12			49	63	78	95	115	136	159	184	205	230	258
			59	72	88	106	124	146	169	194	218		
11		46	48	61	75	89	106	124	143	164	185	207	232
			57	68	82	96	112	131	151	172	193	218	

Примечание. Верхняя строка - значение P_k , P_a для 4-х квартир на этаже, нижняя - для 8-и квартир.

Таблица 18

Число этажей	Давление в верхней части лестничной клетки, Па, в общественных и других зданиях, при расходе воздуха $G_{к.1}$ тыс. кгс/ч												
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
25	-	-	10	35	59	92	135	183	239	304	-	-	-
	22	42	66	93	121	146	192	250	320	-	-	-	-
	38	62	86	110	135	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	33	54	83	110	162	210	265	-	-	-
	19	37	57	80	104	128	-	-	-	-	-	-	-
	33	53	73	95	118	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	31	49	74	105	140	181	226	-	-	-
	17	31	49	67	88	111	-	-	-	-	-	-	-
	28	44	61	80	101	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	28	45	85	89	119	152	187	-	-	-
	14	26	40	54	71	93	-	-	-	-	-	-	-
	23	35	48	65	88	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	26	40	56	74	97	123	148	-	-	-
	11	26	31	41	55	75	95	118	144	172	200	-	-
	18	26	35	50	66	85	104	129	155	184	210	226	-
16	-	-	-	-	40	54	70	92	115	138	166	202	240
	-	-	30	40	53	71	89	110	134	159	185	221	261
	-	26	34	48	62	80	97	120	144	167	194	210	-
15	-	-	39	53	67	86	107	129	154	186	220	258	291
	-	-	30	39	50	67	83	102	128	146	170	202	238
	-	26	34	45	59	74	90	111	138	154	178	195	-
14	-	-	-	-	39	51	64	81	100	119	141	171	200

	-	-	29	38	46	63	77	94	113	134	155	183	215
	-	26	33	43	55	69	83	102	121	141	162	180	-
13	-	-	-	-	39	50	61	75	92	109	129	155	179
	-	-	28	36	46	58	70	85	103	121	140	164	192
	-	27	32	41	51	64	77	92	109	127	146	-	-
12	-	-	-	-	38	48	57	70	84	100	117	139	150
	-	-	28	35	44	54	64	77	92	107	125	145	169
	-	28	32	38	48	58	70	83	98	114	131	149	-
11	-	-	-	-	33	46	54	64	76	90	105	123	139
	-	24	27	34	41	50	58	69	82	95	110	126	146
	-	28	31	36	44	53	63	74	86	101	115	134	148

Примечание: В 1-й строке приведены значения P_k , Па на верхнем этаже лестничной клетки при 12 и помещениях на этаже, во 2-й строке - при 24-х помещениях и в 3-й строке - при 36 помещениях в среднем на одном этаже.

Таблица 19

**Расход приточного воздуха в отсеки лестничных клеток
(высота отсеков не более 30 м) и лифтовых шахт
10, 18, и 25-ти этажных общественных зданий с ЛЛУ
планировки Д (ориентировочно)**

Статьи расхода воздуха, кгс/ч	10		18		25 этажей
1. Вход в здание.					
Створки двери: 0,97·2,2м,	4116	-	4116	-	
тамбур прямой 1,2·2,4 м.	0	5554	0	5554	55540
		0		0	
2. Двери из коридора на лестничную клетку:					
0,6×2,0 м	5800	-	5800	-	
0,9×2,2 м	-	8340	-	8340	8340

3. Подсосы воздуха через закрытые дымовые клапаны	3380	5370	3380	5370	5370
4. Расход воздуха через неплотности наружных ограждений 24 помещений на каждом этаже с коэф. $K_{ш}$	7220	7900	1300	1425	20900
			0	0	
5. Приток в лифтовые шахты	2880	3860	3167	4180	45200
	0	0	0	0	
6. Приток в лестничную клетку	2880	3860	3167	4180	45200
	0	0	0	0	
7.Общий расход воздуха по позициям 1-4 или 5, 6	5760	7720	6334	8360	90400
	0	0	0	0	
8. Потери давления без потерь на присоединение к вентилятору, Па:					
лестничная клетка	220	300	400	650	1000
лифтовая шахта	160	200	220	250	350

Приложение 1

КЛАПАН ДЫМОУДАЛЕНИЯ КДМ-1 (двухстворчатый)

Исполнение обычное

Область применения

Клапан дымоудаления КДМ-1 предназначен для применения в системах противодымной защиты зданий с целью обеспечения удаления продуктов горения из поэтажных коридоров и холлов.

Клапан устанавливается в проемах каналов дымоудаления, предусмотренных в ограждающих конструкциях зданий.

Основные технические характеристики

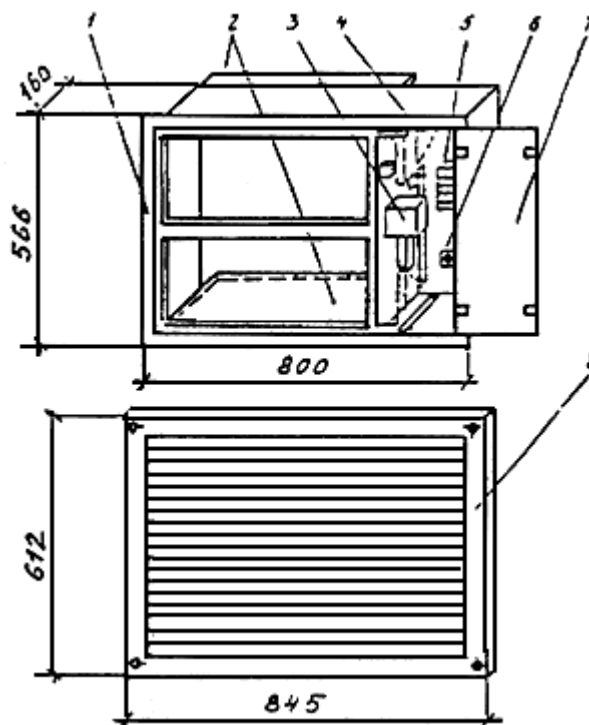
1	Площадь проходного сечения, m^2 , не менее	0,25
.		
2	Предел огнестойкости, ч, не менее	1
.		
3	Сопrotивление клапана газопроницанию в закрытом положении, $кг^{-1} \cdot м^{-1}$, не менее	$4 \cdot 10^4$ *
.		

* Воздухопроницаемость закрытого клапана, кг/ч, $G = 18 (P \Delta P)^{0,5}$, где P - периметр притвора, м; ΔP - разность давлений по обе стороны клапана, Па.

4	Инерционность срабатывания клапана, с, не более	2
.		
5	Номинальное напряжение переменного тока частотой 50 Гц, В	220 и 24
.		
6	Тип привода открытия - автоматический электрический	
.		
7	Тип привода закрытия - ручной	
.		
8	Установочные размеры:	
.		
	длина, мм, не более	740
	высота, мм, не более	504
	ширина, мм, не менее	160

Описание конструкции

Клапан состоит из корпуса (1) и двух теплоизолированных створок (2), изготовленных из оцинкованной тонколистовой стали или тонколистовой стали с защитным покрытием, приводного устройства с электромагнитом (3), конечных выключателей (4) для обеспечения контроля закрытого или открытого положения створок, блока зажимов (5), кнопочного выключателя (6), крышки (7) и декоративной решетки (8).



Открытие клапана осуществляется посредством приводного электромагнитного устройства, при срабатывании которого рычаги, закрепленные на осях створок, выходят из зацепления. Под воздействием пружин, закрепленных на осях створок, последние открываются.

Герметичность (дымогазонепроницаемость) клапана в закрытом положении обеспечивается за счет специального термостойкого уплотнителя, размещаемого по периметру створок.

Приложение 2

КЛАПАН ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ - КДМ-2

Исполнение обычное

Область применения

Клапан КДМ-2 предназначен для открывания отверстия (проема) в канале (шахте) вытяжной или приточной систем аварийной противодымной вентиляции зданий и сооружений различного назначения.

Применение клапана осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91. Клапан не подлежит установке в помещениях категорий А и Б по пожаровзрывобезопасности.

Клапан сохраняет работоспособность при его установке в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскостях.

Основные технические характеристики

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Площадь проходного сечения, м ² , | 0,33 |
| 2. Предел огнестойкости, мин, не менее | 60 |
| 3. Сопротивление клапана дымогазопрооницанию в закрытом положении, кг ⁻¹ .м ⁻¹ , не менее | 4x10 ⁴
* |

* Воздухопроницаемость закрытого клапана, кг/ч, $G = 27,9 \cdot \Delta P^{0,5}$, где ΔP - разность давлений по обе стороны клапана, Па.

- | | |
|---|-----|
| 4. Инерционность срабатывания клапана, с, не более | 2 |
| 5. Тип привода открывания клапана - автоматический от внешних цепей пожарной сигнализации, дистанционный с пульта пожарной сигнализации и от кнопки на клапане. | |
| 6. Тип привода закрытия клапана - ручной. | |
| 7. Номинальное напряжение переменного тока частотой 50 Гц, В: | |
| для питания автоматического и дистанционного привода открывания клапана | 220 |
| для питания цепей контроля положения створки клапана | 24 |
| 8. Масса клапана с декоративной решеткой, кг, не более | 16 |
| 9. Срок службы клапана до списания, год | 12 |
| 10. Срок гарантии клапана - 18 мес. с момента начала монтажа, но не более 24 мес. со дня отгрузки клапана потребителю. | |

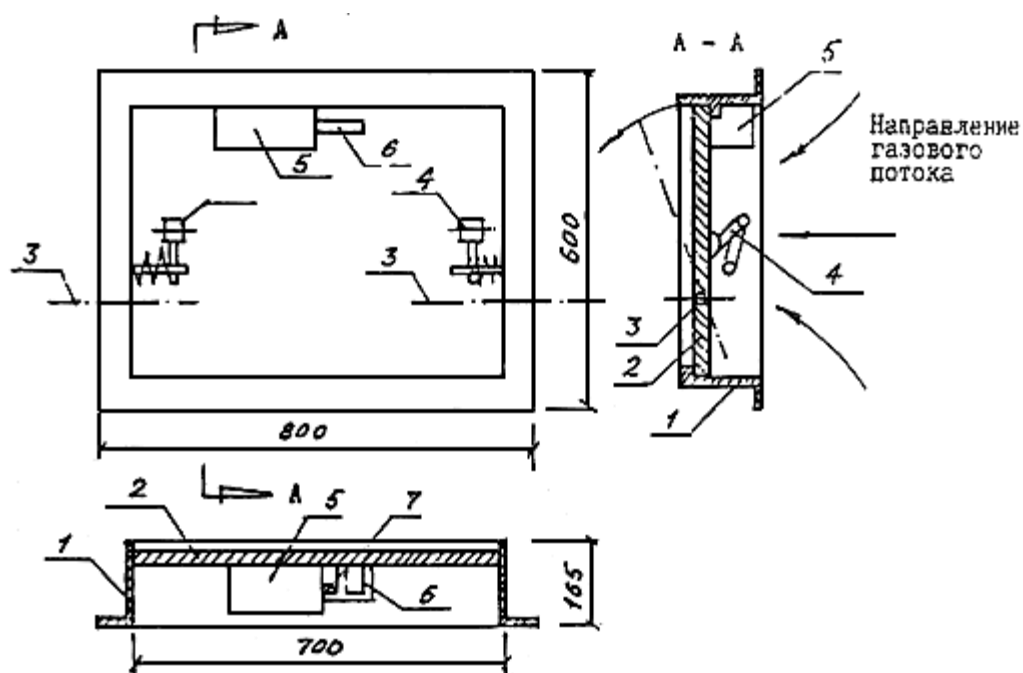


Рис.1. Конструктивная схема клапана КДМ-2
(створка клапана закрыта)

Клапан состоит из корпуса (1), теплоизолированной створки (2), изготовленных из оцинкованной тонколистовой стали, приводного устройства электромагнитного типа (5), концевого выключателя для контроля закрытого или открытого положения створки, клеммной колодки, кнопочного выключателя для автономной проверки работоспособности клапана, декоративной решетки, защищающей токоведущие и движущиеся части клапана от посторонних лиц.

Герметичность (дымогазонепроницаемость) клапана в закрытом положении обеспечивается термостойким уплотнителем, размещенным по периметру опорного контура створки клапана.

Открытие клапана осуществляется подачей напряжения на электромагнитное устройство (5), при срабатывании которого скоба (6), закрепленная на створке, освобождается от замка привода (7), и под действием рычажной системы (4) с пружинами створка (2) поворачивается на осях (3), открывая проходное сечение клапана.

Приложение 3

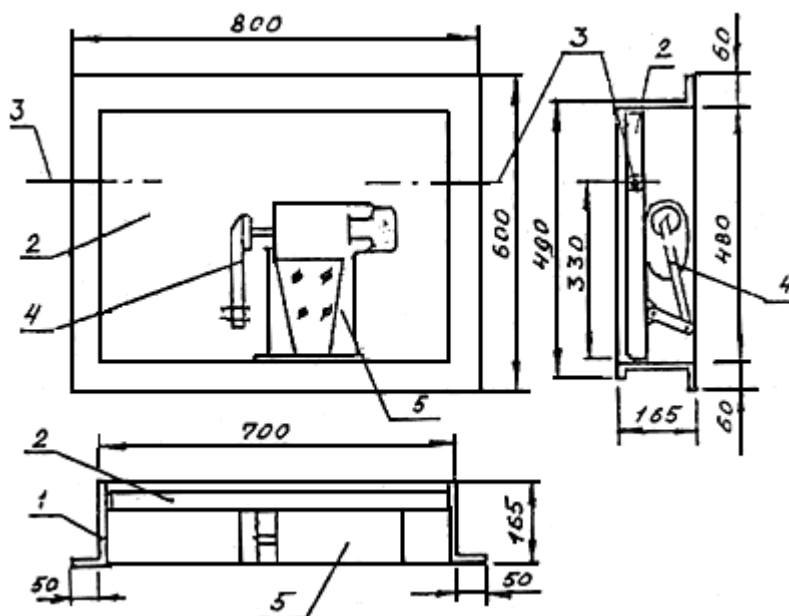
КЛАПАН ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КДМ-3

Исполнение взрывозащищенное

Предназначен для управляемого открывания (или закрывания) отверстий (проемов) в каналах, шахтах и воздуховодах систем вытяжной и приточной противодымной вентиляции, а также систем общеобменной вентиляции и кондиционирования при их использовании для дымозащиты зданий и сооружений различного назначения. Обеспечивает возможность автоматического и дистанционного управления, а также автоматического контроля срабатывания и исправности вне зависимости от пространственной ориентации его установки при монтаже. По спецзаказам комплектуется приводами для обеспечения возможности применения во взрывоопасных зонах любого класса. Соответствует требованиям СНиП 2.04.05-91.

Основные технические характеристики

Предел огнестойкости, ч	
не менее	0,5
не более	1,5
Сопrotивление дымогазопроницанию в закрытом положении, $\text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, не менее	4×10^4 *
<hr/> <p>* Воздухопроницаемость закрытого клапана, кг/ч, $G = 18 (P \Delta P)^{0,5}$, где P - периметр притвора, м; ΔP - разность давлений по обе стороны клапана, Па.</p>	
Инерционность срабатывания, с, не более	
(открытия или закрытия)	30
(в полном цикле открытия и закрытия)	60
Номинальное напряжение питания электропривода, В	220 (50 Гц)
Площадь проходного сечения, м^2 , не менее	0,25
Срок службы до списания, лет	12



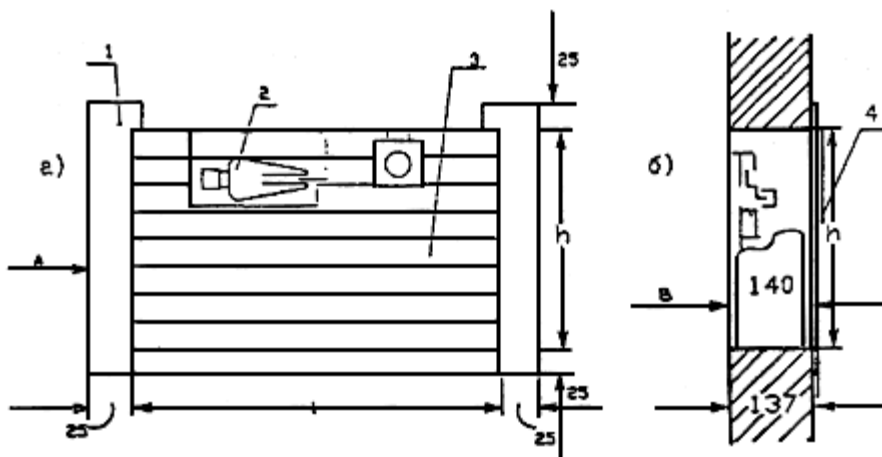
Клапан состоит из корпуса (1), теплоизолированной створки (2), изготовленных из оцинкованной тонколистовой стали, и электрического исполнительного механизма (5), выходной вал которого соединен рычажной системой (4) со створкой клапана. Герметичность (дымогазонепроницаемость) клапана в закрытом положении обеспечивается за счет термостойкого уплотнителя, размещенного по периметру опорного контура створки клапана. Электрический исполнительный механизм может иметь два типа выключателей: предельный выключатель - ПВ (внутри корпуса исполнительного механизма) - для осуществления электрического ограничения крайних положений выходного вала; блок переключателей - БП, выполненный в виде отдельного узла и предназначенный для осуществления обратной связи по положению выходного вала и сигнализации крайних положений выходного вала.

Открытие или закрытие клапана осуществляется подачей напряжения на электрический исполнительный механизм, поворот выходного вала которого на 1/4 оборота обеспечивает через рычажную систему (4) поворот створки на осях (3) и открытие или закрытие проходного сечения клапана.

Приложение 4

Исполнение обычное

**КЛАПАН ДЛЯ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ, ШТОРЧАТЫЙ,
ТИПА КПДШ ДЛЯ СИСТЕМ ВЫТЯЖНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ
ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ,
ОБЩЕСТВЕННЫХ, АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫХ И
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**



а) - фасад; б) - вид по стрелке А; 1 - корпус; 2 - пульт;
3 - шторы; 4 - крышка пульта

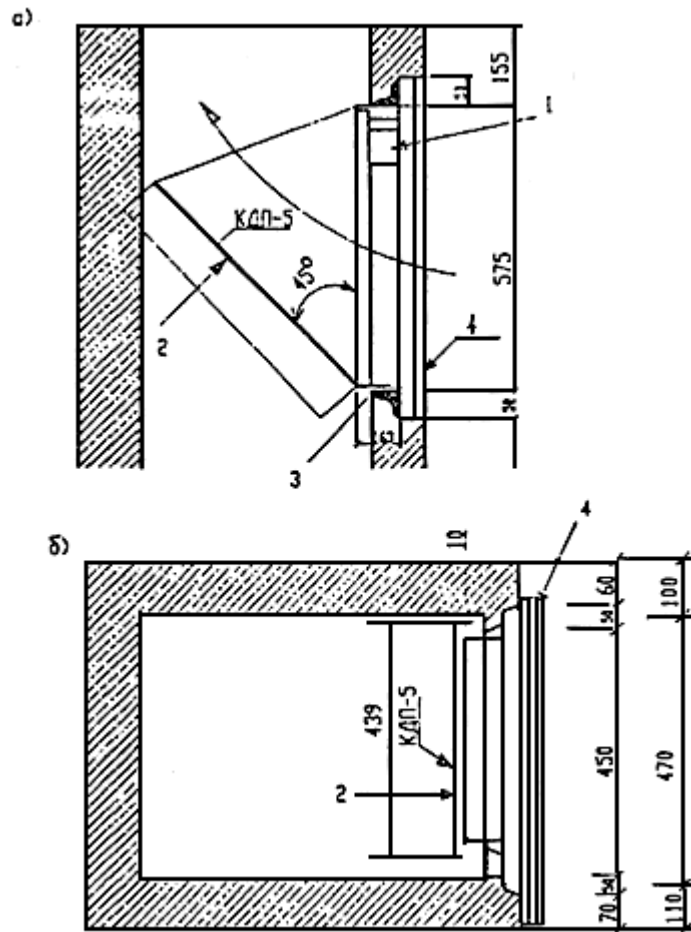
Обозначение клапана	Площадь проходного сечения, кв.м, не менее	Установочные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более	Пределы огнестойкости, ч, не менее
		длина	высота	ширина		
КПДШГ-25	0,25	750	500		21	1
КПДШВ-25	0,25	500	750		21	1
КПДШК-25	0,25	600	600		21	1
КПДШК-30	0,30	650	650	140	25	1
КПДШВ-35	0,35	700	700		29	1
КПДШВ-40	0,40	750	750		34	1

Тип привода для открытия клапана: электрический, автоматический; для закрытия; ручной.

Напряжение сети - 220 вольт; время срабатывания - 1 секунда.

Приложение 5

**ДЫМОВОЙ КЛАПАН КДП-5 ЗАВОДА
МОСПРОМЭЛЕКТРОКОНСТРУКЦИЯ**



Проходное сечение клапана $0,2 \text{ м}^2$.

Установка клапана КДП-5 в шахте: а - продольный разрез;
 б - план; 1 - электромагнитный привод; 2 - полотно;
 3 - корпус; 4 - декоративная решетка.

Приложение 6

Потери давления на трение

Скоростное давление в воздуховоде или шахте, Па	Потери давления на трение H кг/м ² в воздуховодах поперечным сечениям, м ²			
	0,25	0,35	0,5	0,7
30	0,1	0,09	0,06	0,06

40	0,13	0,11	0,08	0,07
50	0,16	0,14	0,10	0,09
60	0,19	0,17	0,12	0,11
70	0,22	0,19	0,16	0,12
80	0,25	0,22	0,17	0,14
90	0,28	0,24	0,18	0,16
100	0,31	0,27	0,20	0,17
110	0,34	0,29	0,22	0,19
120	0,37	0,32	0,24	0,20
130	0,39	0,34	0,26	0,21
140	0,42	0,37	0,27	0,23
150	0,45	0,39	0,29	0,25
160	0,48	0,41	0,31	0,26
170	0,51	0,45	0,33	0,28
180	0,54	0,47	0,35	0,30
190	0,57	0,49	0,37	0,31
200	0,62	0,54	0,40	0,33

Приложение 7

Расход воздуха на удаление дыма из коридоров и холлов на этаже пожара

1. Расход воздуха на удаление дыма (расход дыма), кгс/ч, следует рассчитывать по формулам:

$$\text{для жилых зданий} \quad G_{\text{ДМ}} = 3420 \cdot V \cdot n \cdot H_{\text{ДБ}}^{1,5} \quad (1)$$

для общественных, административно-бытовых и производственных зданий:

$$G_{\text{дм}} = 4300 \cdot B \cdot n \cdot H_{\text{дв}}^{1,5} \cdot K_{\text{дв}} \quad (2)$$

где: B - ширина большей створки дверей "5" по рис.1;

n - коэффициент, зависящий от общей ширины больших створок дверей из коридора на одну или несколько незадымляемых лестничных клеток 2-го типа:

для жилых зданий	B - 0,6	0,9	1,2	1,8	2,4
при	n - 1,0	0,82	0,7	0,51	0,41
для других зданий	n - 1,05	0,91	0,8	0,62	0,5

$H_{\text{дв}}$ - высота двери, м, при $H_{\text{дв}} < 2$ м принимать $H_{\text{дв}} = 2$ м:

при $H_{\text{дв}} > 2,5$ принимать - 2,5 м:

$K_{\text{дв}}$ - коэффициент относительной полноты и продолжительности открывания дверей равный 1,0 - при эвакуации 25 и более человек и 0,8 при эвакуации менее 25 человек через дверь.

2. Потери давления в открытом дымовом клапане, Па, определяются по формуле:

$$\Delta P_1 = K_T \cdot (\zeta_1 + \zeta_2) \cdot (V \cdot \rho)^2 / 2 \rho, \quad (3)$$

где: K_T - поправочный коэффициент для местных сопротивлений, являющийся отношением плотности газа к плотности стандартного воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$; для дыма K_T следует увеличить на загрязненность $1,3 \cdot 0,61 / 1,2 = 0,66$, при температуре газа $300 \text{ }^\circ\text{C}$;

ζ_1 - коэффициент сопротивления входа в дымовой клапан и далее в шахту с коленом 90° рекомендуется принимать 2,2, при колене 45° - ζ_1 принимать 1,32;

ζ_2 - коэффициент сопротивления присоединения клапана к шахте или ответвлению принимается по справочнику [3]; при непосредственном присоединении через переход для клапанов фирмы ВИНГС или КПДШ Одесского завода (см. приложения 1-5) $\zeta_2 = 0,3$, для клапанов КДП-5 $\zeta_2 = 0,2$

$V \cdot \rho$ - массовая скорость дыма в клапане, $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

ρ - плотность дыма $6/9,81 - 0,61 \text{ кг/м}^3$, где 6 - Н/м^3 - удельный вес дыма по СНиП, при температуре $300 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Сопротивление трению в ответвлении к дымовому клапану, Па,

$$\Delta P_2 = K_{\text{тр}} \cdot H \cdot K_c \cdot 1, \quad (4)$$

где: $K_{тр}$ - при температуре дыма 300 °С принимать 9,6; H - потери давления на трение, кгс/м², в стальных воздуховодах или шахтах, по справочнику (3) или по приложению 6 по скоростному давлению воздуха, Па, для температуры 20 °С;

K_c - коэффициент для воздуховодов и шахт, если они выполнены из следующих материалов: бетона - 1,7, кирпича - 2,1, штукатурки по стальной сетке - 2,7; более точные данные имеются в табл.12.14 справочника [3];

l - длина воздуховода, м.

Примечание. В приложении 6 приведены величины H для наиболее часто встречающихся шахт и воздуховодов поперечным сечением 0,25; 0,35; 0,5 и 0,7 м².

4. Плотность газов в устье (верхнем конце) дымовой шахты, кг/м³:

$$\rho_y = 0,61 + 0,3(N - 1) \cdot G_{к.2} / G_{дм}, \quad (5)$$

где: N - номер верхнего этажа здания;

$G_{к.2}$ - расход воздуха через неплотности закрытого дымового клапана на 2-м этаже здания, кгс/с; для клапана фирмы "ВИНГС" по формуле

$$G_{к.2} = 0,005 \cdot (\Pi \cdot \Delta P_2)^{0,5}, \quad (6)$$

для любых дымовых клапанов, согласно СНиП не более:

$$G_{к.2} = 0,0112 \cdot (A \cdot \Delta P_2)^{0,5}, \quad (7)$$

Π - периметр притвора клапана, м;

ΔP_2 - разность давлений, Па, по обе стороны закрытого клапана по расчету участка сети дымоудаления;

A - площадь створок клапана, м²;

$G_{дм}$ - расход дыма по формуле (1) или (2), пересчитанный в кгс/с.

5. Расход газов в устье дымовой шахты, кгс/с:

$$G_y = 0,81 \cdot G_{дм} \cdot \rho_y / (1 - 0,83 \cdot \rho_y), \quad (8)$$

где: $G_{дм}$, ρ_y - как для формулы (5).

6. Определив расход газов в устье шахты по формуле (8) и задавшись массовой скоростью газов не более $15 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ находят поперечное сечение шахты и по формуле (9) - коэффициент ее сопротивления:

$$\zeta_y = 9,6 \cdot H_{\text{ш}} \cdot K_c \cdot l/h_{\text{д.у}} + 0,3 \cdot K_T \cdot (N - 1), \quad (9)$$

где: $H_{\text{ш}}$ - потери давления на трение, $\text{кгс}/\text{м}^2$, в стальных воздуховодах при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ по пункту п.3;

K_c - коэффициент увеличения потерь давления в шахте, если она выполнена из строительных материалов по п.3;

l - длина шахты, м;

$h_{\text{д.у}}$ - динамическое давление, Па, в устье шахты;

$K_T = 0,75$ - для учета снижения температуры газов в устье шахты за счет теплопередачи;

N - число этажей здания.

7. Потери давления, Па, в устье дымовой шахты:

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5 \cdot (h_{\text{д.1}} + h_{\text{д.у}}) \cdot \zeta_y \cdot \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (10)$$

где: $h_{\text{д.1}}$, $h_{\text{д.у}}$ - динамическое давление на первом участке и в устье шахты, Па;

ζ_y - коэффициент сопротивления шахты по формуле (9);

ΔP_1 - потери давления в дымовом клапане по п.2, Па;

ΔP_2 - потери давления в ответвлении от дымовой шахты, Па.

8. Подсосы воздуха через неплотности дымовой шахты G_n , $\text{кгс}/\text{с}$, в зависимости от ее сопротивления рассчитываются по давлению в устье (или у вентилятора); учитываются и подсосы через неплотно закрытые или поврежденные дымовые клапаны по формуле:

$$G_n = G_{\text{н.с}} \cdot \Pi_c \cdot l_c + G_{\text{шт}} \cdot \Pi_{\text{шт}} \cdot l_{\text{шт}} + 0,1 \cdot (G_y - G_{\text{дм}}), \quad (11)$$

где: $G_{\text{н.с}}$ - удельный подсос воздуха через неплотности шахты и воздуховодов из стальных листов, соединенных сплошным и сварным швом или из монолитного бетона или из бетонных труб, при наличии не более 3-х стыков на этаж; $G_{\text{н.с}}$ рекомендуется принимать по табл.1 по классу П;

$G_{\text{шт}}$ - удельный подсос воздуха через неплотности шахт из плит или кирпича и других материалов (оштукатуренных) - рекомендуется принимать по табл.1, по классу Н;

$\Pi_c, \Pi_{шт}$ - периметр, м, внутреннего поперечного сечения шахт и воздуховодов;

$l_c, l_{шт}$ - длина шахт и воздуховодов;

$G_y, G_{дм}$ - расход газов, кгс/с, в устье шахты и в дымовом клапане.

Таблица 1

Класс воздухов ода	Отрицательное статическое давление в месте присоединения воздуховодов к вентилятору, Па										
	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
	Удельный расход воздуха, $G_{уд} \cdot 10^3$ кгс/(с·м ²) внутренней поверхности воздуховода*										
П	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
Н	1,2	1,9	2,5	3,1	3,6	4,0	4,5	4,8	5,4	5,7	6,0

* для прямоугольных воздуховодов следует вводить коэффициент 1,1.

9. Общий расход воздуха на дымоудаление, рассчитанный по формула (8) и (11), составляет, кгс/ч:

$$G_{дм} = 3600 \cdot (G_y + G_n), \quad (12)$$

Пример. Рассчитать удаление дыма из коридора 17-ти этажного жилого дома, высотой 17·2,8=33,6 м. Длина коридора 30 м. К коридору примыкает одна лестничная клетка 2-го незадымляемого типа. Большая створка двери для выхода на лестничную клетку имеет ширину 0,6 м и высоту 2,0 м (дверь 5 по рис.1).

Решение.

а) По формуле (1) определяем расход воздуха на дымоудаление, при ширине двери 5 рис.1 равной 0,6 м, высоте 2 м, при $n = 1,0$;

$$G_{дм} = 3420 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 2^{1,5} = 5800 \text{ кгс/ч или } 1,61 \text{ кгс/с.}$$

б) Проектируем дымовую шахту поперечным сечением 0,25 м². Массовая скорость в сечении шахты на 1-м участке равна:

$$V \cdot \rho = 1,61 / 0,25 = 6,44 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$$

при рекомендуемой массовой скорости 7-10 кг/(с·м²).

Скоростное давление:

$$P = 6,44^2 / (2 \cdot 0,61) = 34 \text{ Па.}$$

в) К установке принимаем дымовой клапан площадью 0,2 м². Массовая скорость в клапане равна:

$$V \cdot \rho = 1,61 / 0,2 = 8,05 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$$

и скоростное давление: $P = 53,1 \text{ Па.}$

Потери давления в клапане по формуле (3) равны:

$$P_1 = 0,66 \cdot (1,32 + 0,2) \cdot 53,1 = 53,3 \text{ Па.}$$

г) Потери давления на 1-ом участке из бетона $K_c = 1,7$ и высоте этажа 2,8 м, по формуле (4):

$$\Delta P_2 = 9,6 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 2,8 = 5 \text{ Па,}$$

а с учетом потерь в клапане $5 + 53,3 = 58 \text{ Па.}$

д) Расход воздуха через неплотности дымового клапана на 2-м этаже по формуле (7) равен:

$$G_{к.2} = 0,0112 \cdot (0,2 \cdot 58)^{0,5} = 0,038 \text{ кгс/с.}$$

е) Плотность смеси газов в устье шахты по формуле (5):

$$\rho_y = 0,61 + 0,3 \cdot (17 - 1) \cdot 0,038 / 1,61 = 0,72 \text{ кг/м}^3.$$

ж) Расход газов в устье шахты по формуле (8):

$$G_y = 0,81 \cdot 1,61 \cdot 0,72 / (1 - 0,83 \cdot 0,72) = 2,33 \text{ кгс/с или } 8400 \text{ кгс/ч.}$$

и) Массовая скорость газов в устье шахты равна:

$$V \cdot \rho = 2,33 / 0,25 = 9,32 \text{ кг/(с·м}^2\text{)} \text{ и}$$

скоростное давление:

$$P = 9,32^2 / 1,44 = 60,3 \text{ Па.}$$

Коэффициент сопротивления шахты со 2-го участка до устья по формуле (9):

$$\zeta_y = 9,6 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 2,8 \cdot 16 / 60,3 + 0,3 \cdot 0,75 \cdot 16 = 4,8.$$

к) Потери давления в дымовой шахте по формуле (10):

$$P_y = 0,5 \cdot (34 + 60,3) \cdot 4,8 + 58 = 284 \text{ Па.}$$

л) Подсосы воздуха через неплотности шахты по п.8:

$$G_n = 0,0015 \cdot 1,1 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 2,8 + 0,1 \cdot (2,33 - 1,61) = 0,229 \text{ кгс/с}$$

и общий расход газов в устье шахты по формуле (12) кгс/с:

$$G_{\text{дм}} = 2,33 + 0,229 = 2,559 \text{ или } 9210 \text{ кгс/ч.}$$

Список литературы

1. Отчет по научно-исследовательской работе "Разработка методов расчета систем противодымной защиты многоэтажных зданий с учетом разработанных архитектурно-планировочных решений" (разработка пособия для проектировщиков; т.4р. 2 г.п.). Этап 7. - Разработка предложений по новым схемам и решениям противодымной защиты". ИИ-4024-007, МНИИТЭП, 1993 г.
2. Есин В.М., Сидорчук В.И., Токарев В.Н. "Расчет вентиляционных систем противодымной защиты зданий" (ж. "Водоснабжение и санитарная техника" N 3, 1993 г. с.18-20)
3. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха. (под ред. к.т.н. Староверова М.Г.), Москва, Стройиздат, 1977 г.
4. СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование".
5. СНиП 2.01.02-85* "Противопожарные нормы".
6. СНиП 2.08.01-89 "Жилые здания".
7. СНиП 2.08.02-89 "Общественные здания".
8. СНиП 2.09.04-87 "Административные здания".
9. СНиП 2.11.01-85 "Складские здания".
10. Пособие 4.91 "Противодымная защита при пожаре" к СНиП 2.04.05-91 (вторая редакция), Промстройпроект, 1992 г.

Текст документа сверен по:
официальное издание
Промстройпроект - М., 1994