Вентиляция и кондиционирование

Практическое занятие №11-12
Естественная вентиляция
Особенности аэрации и рекомендации по ее применению и расчету

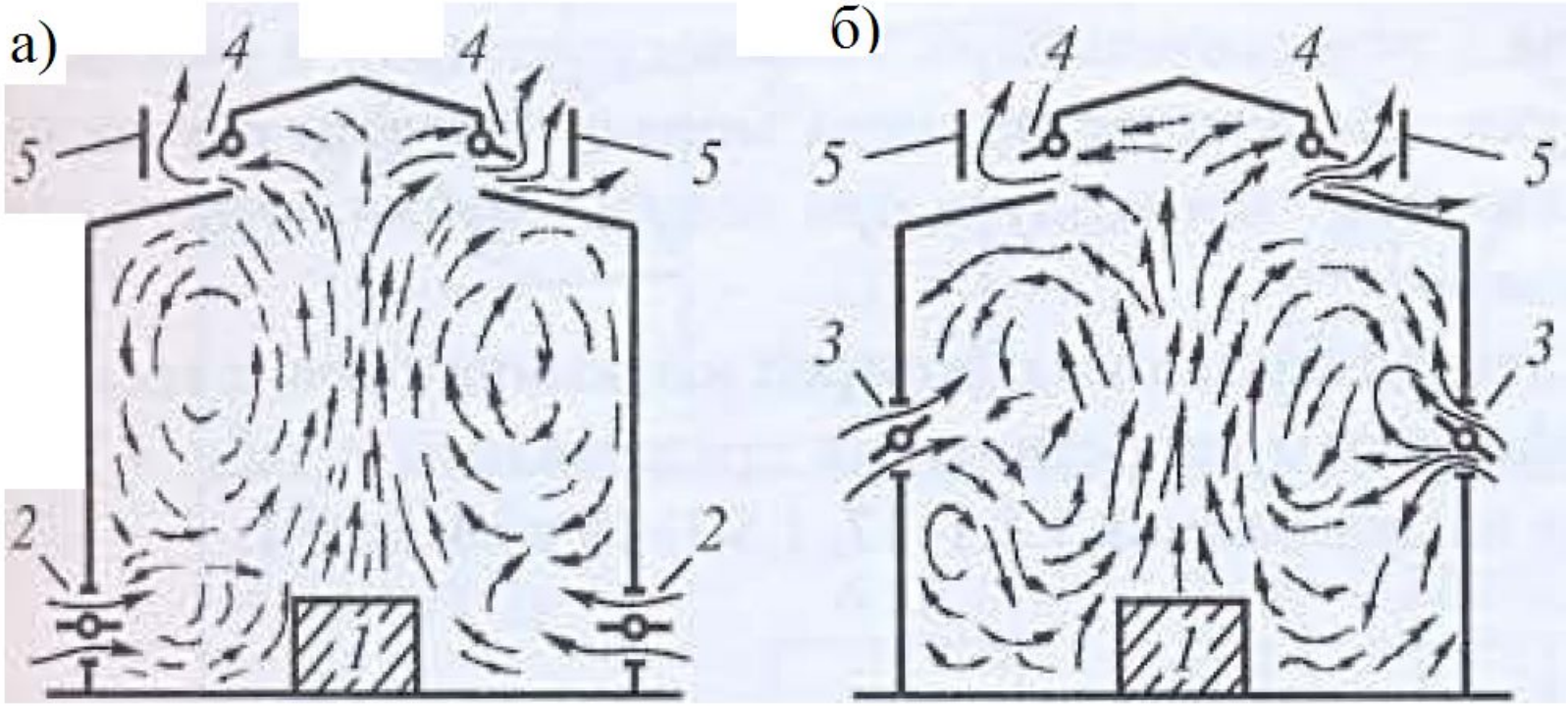
15.1 Аэрация. Области применения аэрации.

Наиболее простой способ вентиляции – **естественная**. **проветривание** - это смена воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях благодаря возникающей разности давлений внутри и снаружи помещений.

Такая неорганизованная вентиляция осуществима только в небольших объемах и зависит от многих случайных факторов - силы и направления ветра, температур снаружи и внутри здания и пр.

Для обеспечения постоянного воздухообмена с целью поддержания требуемых параметров воздуха в помещении необходима организованная естественная вентиляция, которая может происходить или посредством открывания фрамуг, окон и фонарей (аэрация), или с применением каналов (канальные системы вентиляции).

Характер движения аэрационных потоков в помещении



а - в теплый период времени *(t >* 10 °С); ***б*** - в холодный период времени; ***1*** — источник тепловыделении; ***2*** - нижний ярус приточных аэрационных проемов: ***3*** **-** верхний ярус приточных аэрационных проемов: ***4*** - вытяжные аэрационные проемы (незадуваемые фонари): ***5*** - ветроотбойные плиты

Особенности аэрации и рекомендации но ее использованию

- Аэрации осуществляется под действием гравитационного и ветрового давлений и позволяет организовать воздухообмен в помещении без специального вентиляционного оборудования и без затрат электрической энергии, что делает ее экономически выгодной.
- Наиболее эффективна аэрация в помещениях со значительными тепловыделениями, где она может использоваться в любое время года.
- Аэрация организуется через специальные проемы в ограждении здания. Приточные аэрационные проемы в промышленных зданиях устраивают в два яруса. Нижний (на высоте 0,3-1,8 м от пола) используется для подачи воздуха в помещение в теплый период времени (при температуре наружного воздуха не ниже 10 °С).

- Верхний предназначен для осуществления аэрации в холодный период времени. Он располагается на высоте не менее 4,5 м от уровня пола (при высоте помещения >6 м), и холодный воздух, опускаясь в рабочую зону помещения, успевает смешаться с теплым внутренним воздухом. В качестве приточных проемов иногда используют так называемые «аэрационные ворота», раздвижные стены и т.д. Удаление воздуха осуществляется, как правило, через незадуваемые аэрационные фонари в верхней части здания.
- В помещениях со значительными тепловыделениями аэрация осуществляется круглогодично. Регулировка количества воздуха производится соответствующим варьированием площади аэрационных проемов или путем изменения степени их открытия (угла)

В зданиях с большим числом работающих на закрепленных рабочих местах, а также в помещениях со значительным поступлением влаги аэрацию устраивают только в теплый период времени. В холодный период времени $t < 10$ °С). как правило, применяют механическую приточную вентиляцию.

Не рекомендуется применение аэрации и в производственных помещениях с большим количеством выделяющихся вредных веществ (паров, газов и пыли). В этом случае применение аэрации вызвало бы распространение вредных примесей по всему объему помещения, поэтому здесь целесообразно устраивать систему местной механической ВЫТЯЖНОЙ вентиляции (местные отсосы). Такая система позволяет также произвести очистку удаляемого воздуха от вредных веществ, прежде чем выбросить его в окружающую среду.

При расчете аэрации – решаются все три задачи воздушного режима здания!

Внешняя, внутренняя, краевая

15.2 Способы расчета аэрации

Общий способ расчета. Этот способ, получивший наибольшее распространение в проектной практике и вошедший в нормативные документы, разрабатывался в течение нескольких десятилетий. Он основан на результатах теоретических и экспериментальных исследований, вы полненных многими известными учеными: В. В. Батуриным, С. Е. Бутаковым, П. Н. Каменевым, В. Н. Талиевым и др.

В зависимости от удельной теплонапряженности помещения, высоты помещения (здания), температуры наружного воздуха и скорости ветра применяют один из трех вариантов расчета. Основным условием, определяющим вариант расчета, является соотношение между значениями ветрового и гравитационного давлений.

Аэрация под действием только гравитационных сил.
Действием ветра можно Пренебречь, если

$p_{v1} \leq 0{,}5\ H \cdot \Delta\rho \cdot g$, т. е. избыточное ветровое давление меньше половины максимального значения гравитационного давления. Здесь p_{v1} — ветровое давление на уровне нижнего ряда аэрационных отверстий, Н — расстояние по вертикали между центрами приточных и вытяжных аэрационных отверстий.

Для изолированного помещения, в котором аэрация происходит через открытые проемы, расположенные на одном из фасадов, при любой скорости ветра будет иметь место рассматриваемый случай.

Аэрация под действием только ветра при $p_{v1} \geq 10\ H \cdot \Delta\rho \cdot g$. Этот случай наблюдается в помещениях без тепловыделений (склады химикатов, оборудования, некоторые производственные помещения с влаговыдслениями и др.).

Аэрация при совместном действии гравитационных сил и ветра при

$$0{,}5\ H \cdot \Delta\rho \cdot g < p_{v1} < 10\ H \cdot \Delta\rho \cdot g$$

При расчете аэрации возможна прямая или обратная задача (условно)

- **Прямая задача** — определение площади открытых проемов, необходимой для обеспечения аэрации помещения. Эту задачу приходится решать в случае, когда площадь аэрационных проемов заведомо меньше площади остекления, определенной из условия освещения помещения. При этом обычно задаются значением p_0 (давлением в помещении) и по заданным $L_{п.а.}$ и $L_{у.а.}$ определяют площади аэрационных проемов $F_{п.а.}$ и $F_{у.а.}$
- **Обратная задача** — расчет фактического воздухообмена при заданных площадях аэрационных отверстий. В цехах, где площадь открывающихся световых проемов недостаточна для организации аэрации, в наружных ограждениях необходимо предусматривать устройство специальных аэрационных проемов. Цель расчета — определение минимальной площади этих проемов. Задачу решают подбором: задаваясь площадями $F_{п.а.}$ и $F_{у.а.}$, определяют такое значение p_0, при котором осуще ствляется расчетный воздухообмен.

Для обеспечения устойчивой аэрации при решении как **прямой**, так и **обратной** задачи следует выполнять следующую рекомендацию: эквивалентная площадь приточных отверстий $\sum F_{\text{п}} \cdot \mu_{\text{п}}$ должна превышать эквивалентную площадь вытяжных отверстий

$$\sum F_{\text{п}} \cdot \mu_{\text{п}} \approx \alpha \sum F_{\text{у}} \cdot \mu_{\text{у}}$$

Где α — коэффициент, равный 1,2—1,3, $\mu_{\text{п}}$ и $\mu_{\text{у}}$ – коэффициенты расхода (зависят от аэродинамических сопротивлений проемов).

Выполнение этого условия предотвращает «опрокидывание» потока в вытяжных отверстиях.

- В общем случае, когда расходы воздуха притока и вытяжки не равны между собой:

$$\Delta p_{\text{п}} = \frac{1}{\alpha^2} \Delta p_{\text{у}} \frac{\rho_{\text{у}}}{\rho_{\text{п}}}$$

Ввиду сложности определения температуры удаляемого воздуха пользуются эмпирическим коэффициентом m (берется из справочных данных):

$$m = \frac{t_{\text{р.з}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{у}} - t_{\text{н}}}$$

Тогда, температура удаляемого воздуха равна:

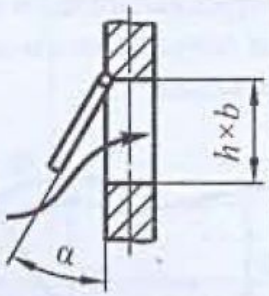
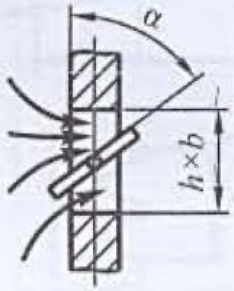
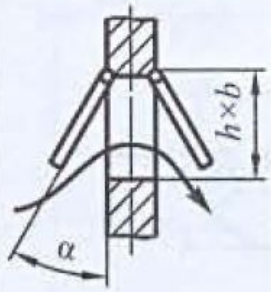
$$t_{\text{у}} = t_{\text{н}} + \frac{t_{\text{р.з}} - t_{\text{н}}}{m}$$

Среднюю температуру воздуха по высоте помещения рекомендуется принимать как среднюю из температур $t_{\text{р.з}}$ и $t_{\text{у}}$:

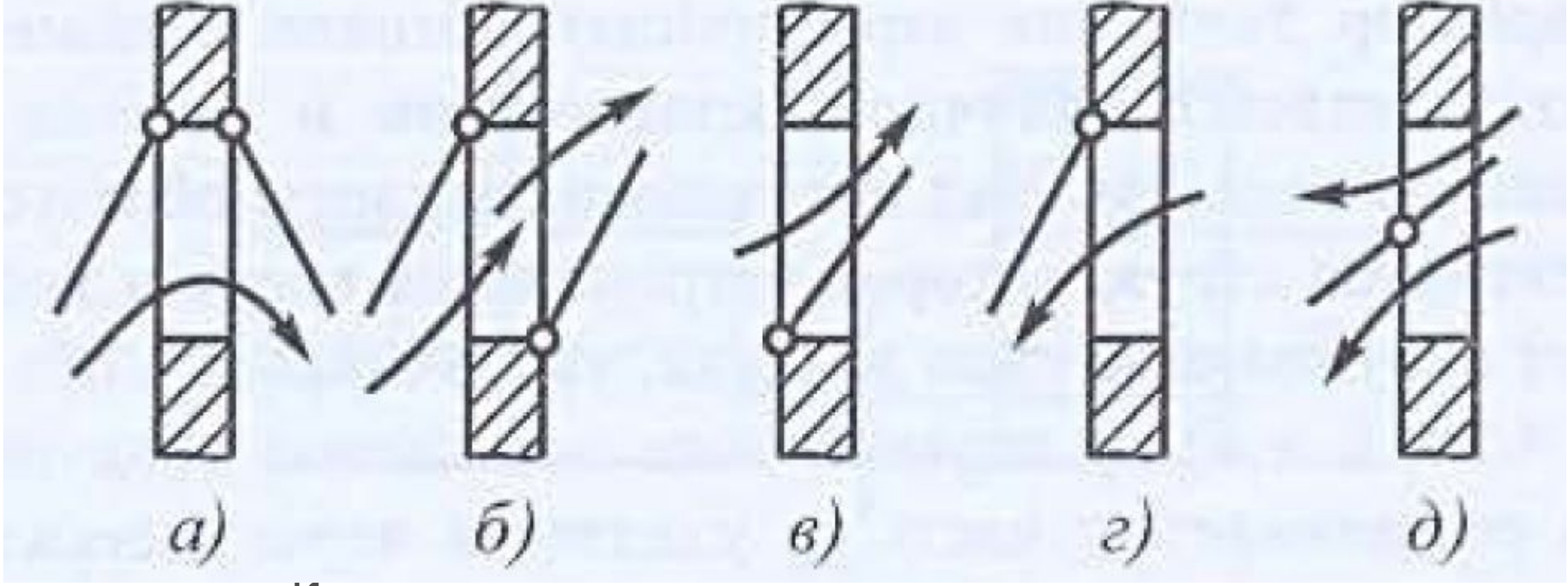
$$t_{\text{в}} = 0{,}5(t_{\text{р.з}} + t_{\text{у}})$$

15.3 Конструктивное оформление аэрационных устройств

К конструктивным элементам, предусматриваемым в здании для аэрации воздуха, относятся приточные проемы, а также проемы и устройства для удаления воздуха (аэрационные фонари, дефлекторы, шахты).

Тип створки	Конструкция створки	$\frac{h}{b}$	Значения ζ; при угле открытия α, °				
			15	30	45	60	90
Одинарная верхне-подвесная		0 0,5 1	30,8 20,6 16	9,2 6,9 5.7	5,2 4 3,7	3,5 3,2 3,1	2,6 2,6 –
Одинарная средне-подвесная		0 1	59 45,3	13,6 11,1	6,6 5,2	3,2 3,2	2,7 2,4
Двойная верхне-подвесная		0,5 1	30,8 14,8	9,8 4,9	5,2 3,8	3,5 3,0	2,4 2,4
Аэрационные ворота	–	–	–	–	–	–	2,4

Приточные проемы



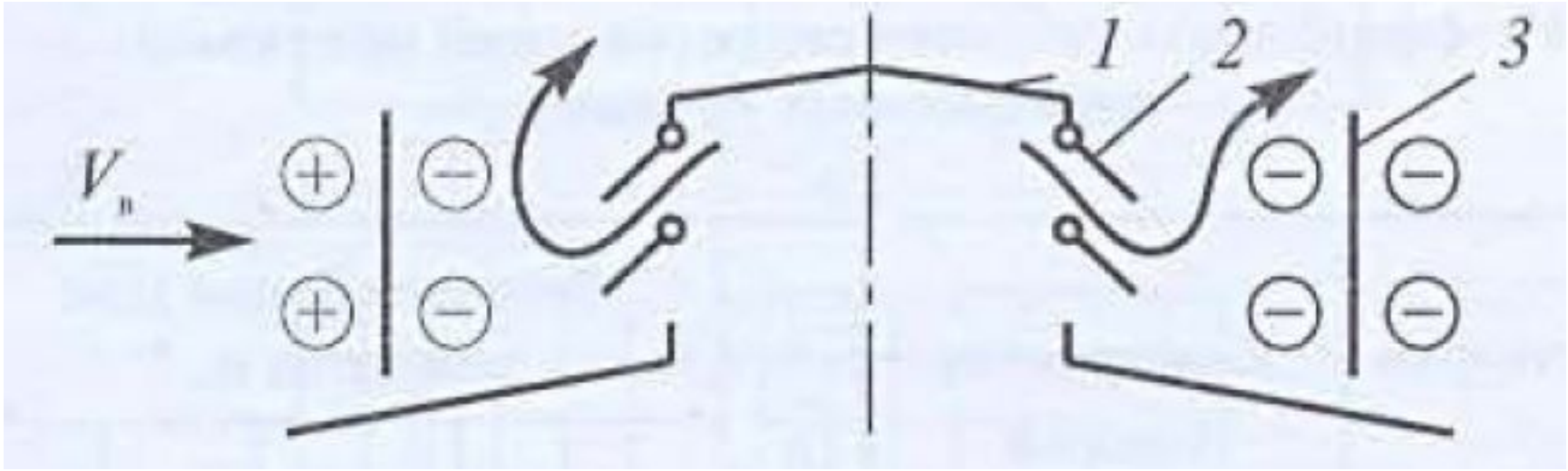
Конструкция приточных аэрационных проемов:

а - створки в окне с двойным остеклением для подачи воздуха непосредственно в рабочую зону помещения в теплый период времени (нижний ярус аэрационных проемов);

б - то же для подачи воздуха в верхнюю зону помещения в холодный период времени (верхний ярус аэрационных проемов);

в - приточный аэрационный проем в окне с одинарным остеклением;

г и *д* - верхнеподвесная и среднеподвесная створки



Незадуваемый фонарь с ветроотбойными щитами: 1 - перекрытие фонаря: *2* - створка вытяжного проема: *3* - ветроотбойный щит; «+» - зона повышенного давления; «-» - зона разрежения

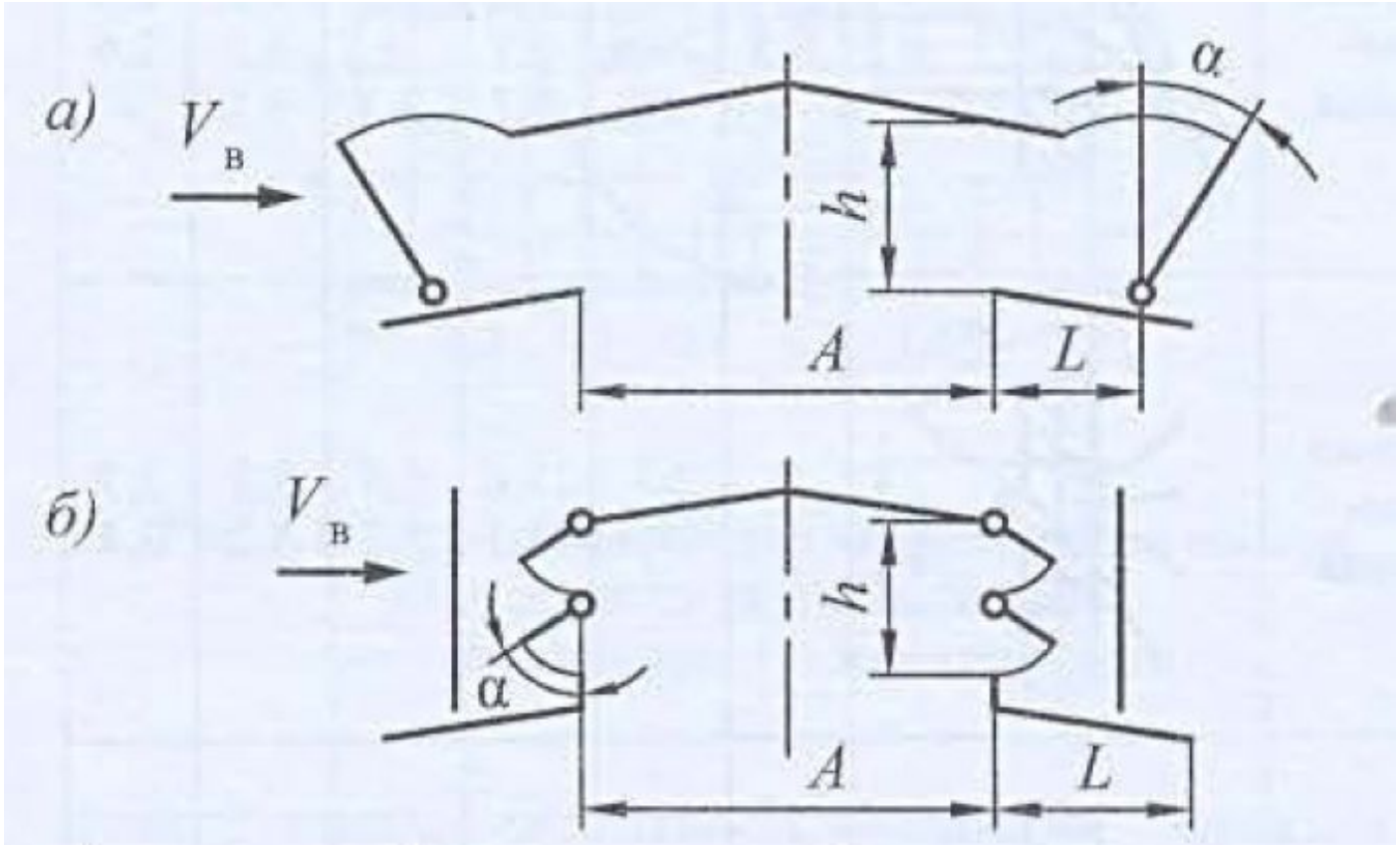


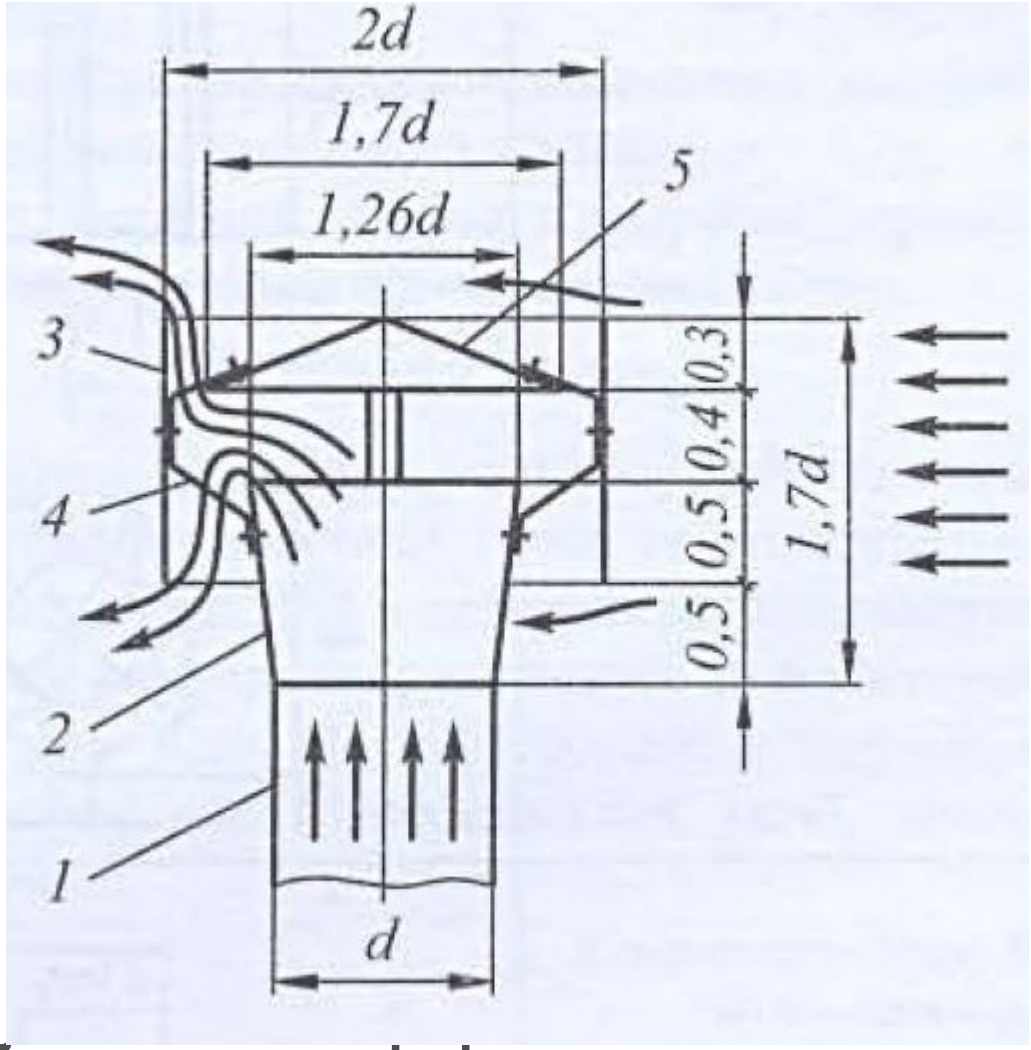
Схема усовершенствованных незадуваемых фонарей: *а* - конструкции КТИС; б – П-образного с ветроотбойными щитами; *в* - щелевого;
А — ширина проема; *L* - расстояние от жалюзи до ограждения; *а* - угол раскрытия створок; *h* - высота фонаря

Тип фонаря	$\frac{A}{h}$	$\frac{L}{h}$	α,°	ζ
Вытяжной (рис. *а*)	4	1,1	40	4,3
Приточный П-образный без ветроотбойных щитов (рис. *б*)	3,3	35	35 70	12,2 6
Вытяжной П-образный без ветроотбойных щитов	3,3	–	35 45 55	8,9 5,9 3,8
Вытяжной П-образный с ветроотбойными щитами (рис. *б*)	3,3	1,5	35 45 55 70	11,5 9,2 7,1 5,8
Вытяжной П-образный с ветроотбойными щитами (рис. *б*)	3,3	2	35 45 55	9,4 6,2 5,1
Вытяжной щелевой (рис. *в*)	–	–	45 75 90	4,3 3,0 2,8

Коэффициенты местных сопротивлений вытяжных аэрационных проемов

Дефлекторы

Для усиления тяги под воздействием ветра эффективным устройством служит дефлектор. Дефлекторы различных типов нашли широкое применение на транспортных средствах, в жилых и общественных зданиях, на предприятиях промышленности.

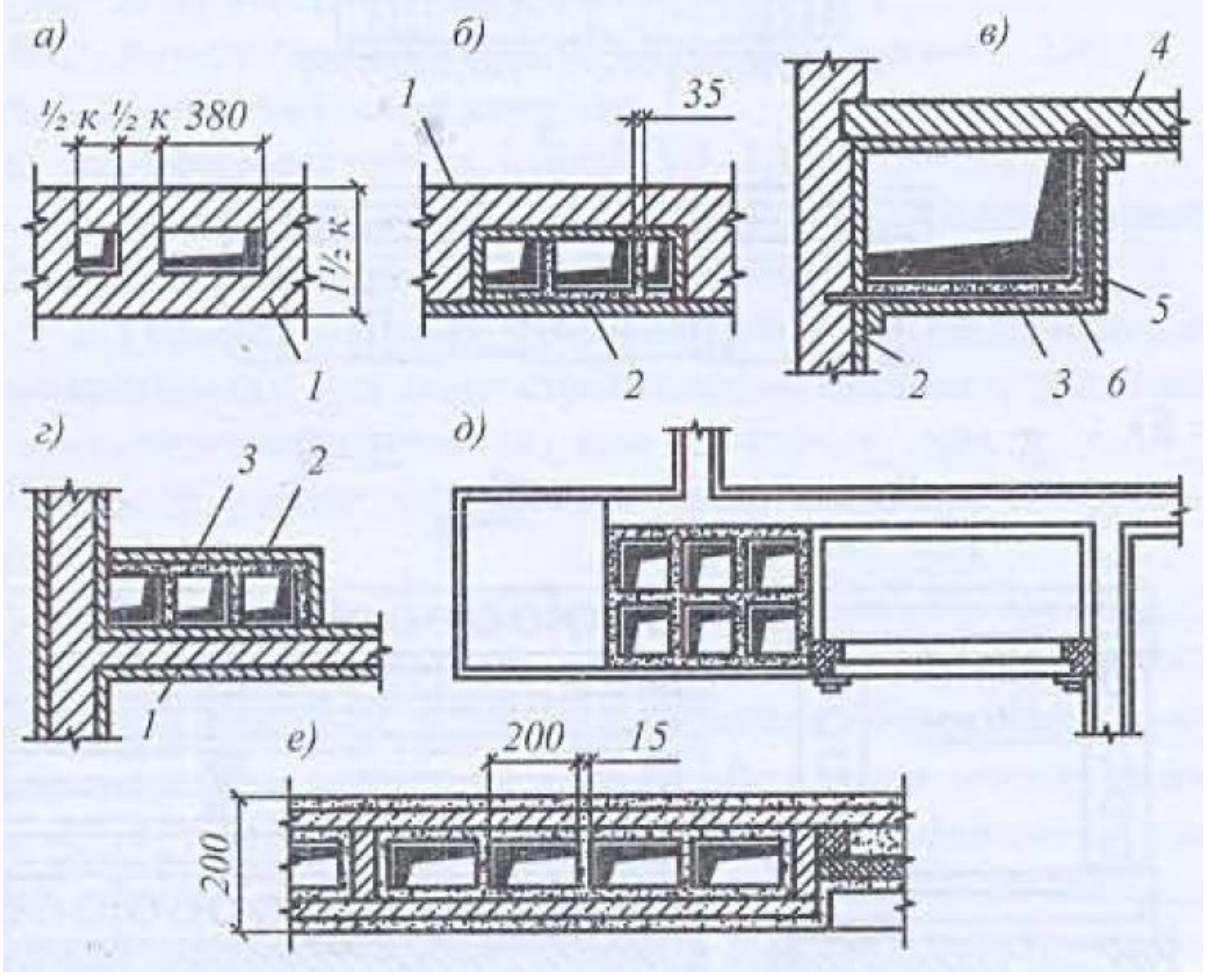


1 - патрубок; *2*—диффузор; *3* - корпус дефлектора; *4* - лапки для крепления зонта-колпака; *5* - зонт-колпак

Канальные системы естественной вентиляции (НЕ ПОД ЗАПИСЬ)

Канальными системами естественной вентиляции называются системы, в которых подача наружного воздуха или удаление загрязненного осуществляется по специальным каналам, предусмотренным в конструкциях здания, или приставным воздуховодам. Воздух в этих системах перемещается вследствие разности давлений наружного и внутреннего воздуха.

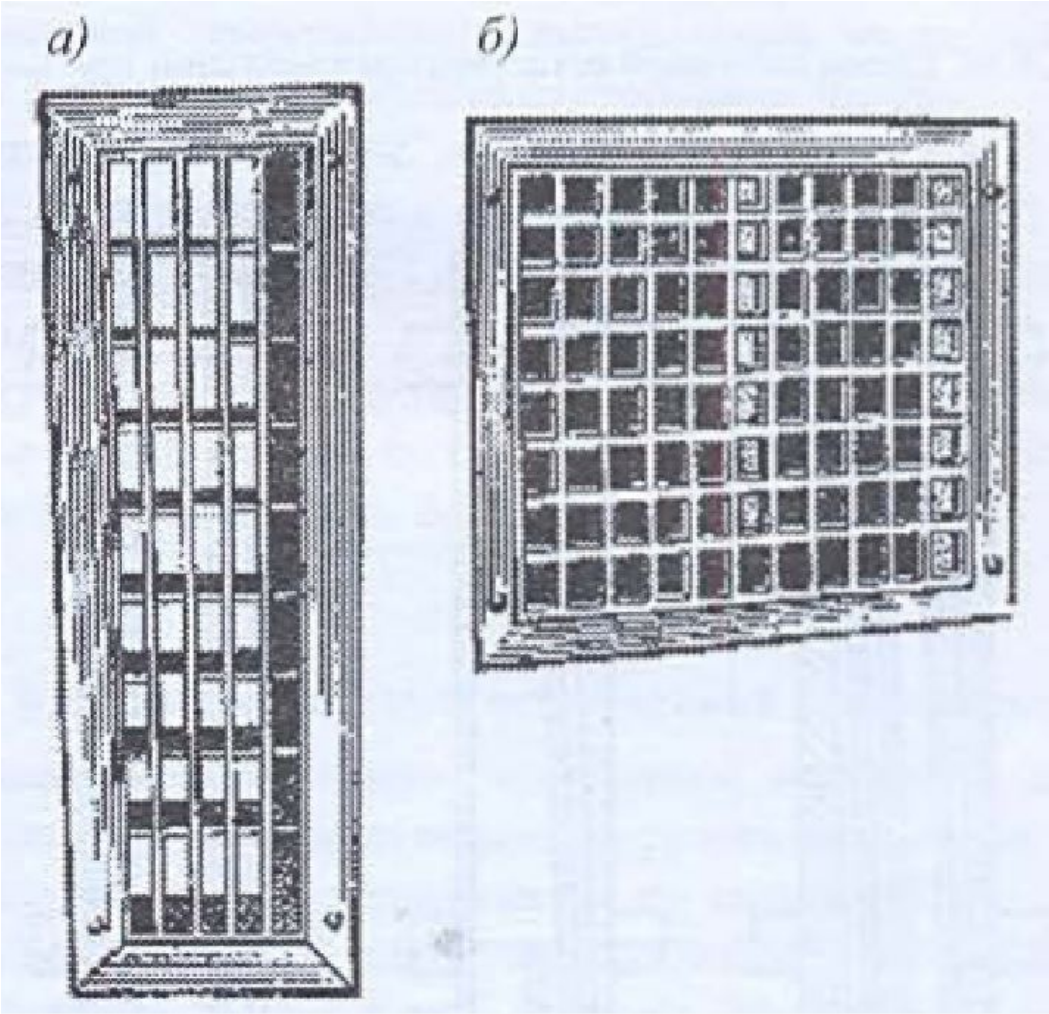
- Если в зданиях внутренние стены кирпичные, то вентиляционные каналы устраивают в толще стен или бороздах, заделываемых плитами (рис. ***а, б).*** Минимально допустимый размер вентиляционных каналов в кирпичных стенах 1/2 х 1/2 кирпича (140 х 140 мм). Толщина стенок канала принимается не менее 1/2 кирпича. В наружных стенах вентиляционные каналы не устраивают.
- Если нет внутренних кирпичных стен, устраивают приставные воздуховоды из блоков или плит; минимальный размер их 100 х 150 мм. Приставные воздуховоды в помещениях с нормальной влажностью воздуха обычно выполняют из гипсошлаковых и гипсоволокнистых плит, а при повышенной влажности воздуха - из шлакобетонных или бетонных плит толщиной 35-40 мм, В отдельных случаях целесообразно изготовлять воздуховоды из асбестоцементных плит, из листовой стали и из пластмассы. Приставные воздуховоды устраивают, как правило, у внутренних строительных конструкций: они могут размещаться у перегородок или компоноваться со встроенными шкафами, колоннами и т. д. (рис. *б, е*).



- Конструкция вентиляционных каналов и воздуховодов: ***а*** - в кирпичных стенах; ***б*** - в бороздах стены, заделываемых плитами: ***в -*** подвесной воздуховод у потолка: г - приставные вертикальные каналы; ***д*** - компоновка каналов со встроенными шкафами: ***е*** - каналы из сухой штукатурки в перегородках; ***1*** - кирпичные стены; ***2 -*** штукатурка: ***3 —*** гипсошлаковые плиты; ***4*** - перекрытие; ***5 -*** подвеска стальная; ***б*** - крепление (50 Х 50 Х 4 мм)

Жалюзийные решетки

В местах забора или раздачи воздуха в приточных и вытяжных системах устанавливают жалюзийные решетки для регулирования количества воздуха, поступающего и удаляемого через отверстия. Наиболее широко применяют жалюзийные решетки с подвижными перьями жалюзи: стандартные размеры их приведены в справочниках. С помощью шнура или троса решетка может быть полностью открыта, полностью или частично закрыта. В газифицированных ванных комнатах и кухнях устанавливают нерегулируемые решетки.



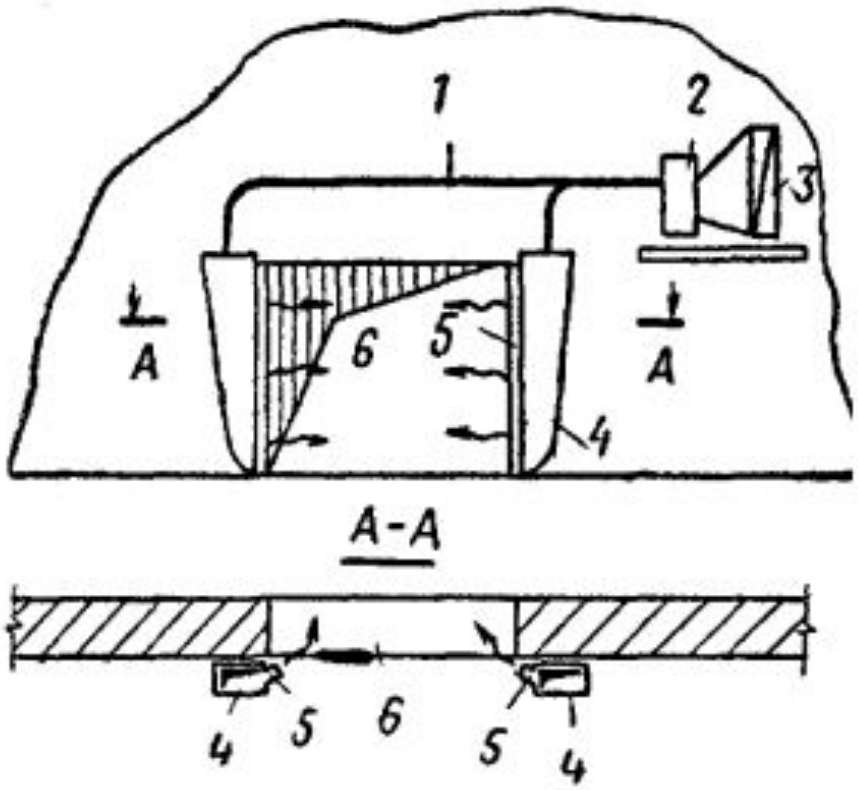
Решетки жалюзийные: ***а***-регулируемая приточная; ***б*** - регулируемая вытяжная

15.4 Воздушные завесы. Общие сведения и классификация

Воздушная завеса – это вентиляционное устройство для предотвращения прохода воздуха через открытый проем.

Воздушные завесы устраивают как у проемов в наружных ограждениях, так и у проемов во внутренних ограждениях.

Воздушная завеса мешает как перетеканию потоков воздуха с разной температурой, так и перетеканию потоков с различными степенями загрязненности.



Основные элементы воздушной завесы

1 — воздуховод; *2* — вентилятор; *3* — калорифер; *4* — воздуховод равномерной раздачи; *5* — щелевой насадок; *6* — проем в ограждении

Классификация водушных завес

1) По времени действия:
   - Периодического действия
   - Постоянного действия

2) По направлению струи
   - Снизу-вверх
   - Горизонтальное направление струй
   - Сверху -вниз

3) По месту воздухозабора и температуре подаваемого воздуха:

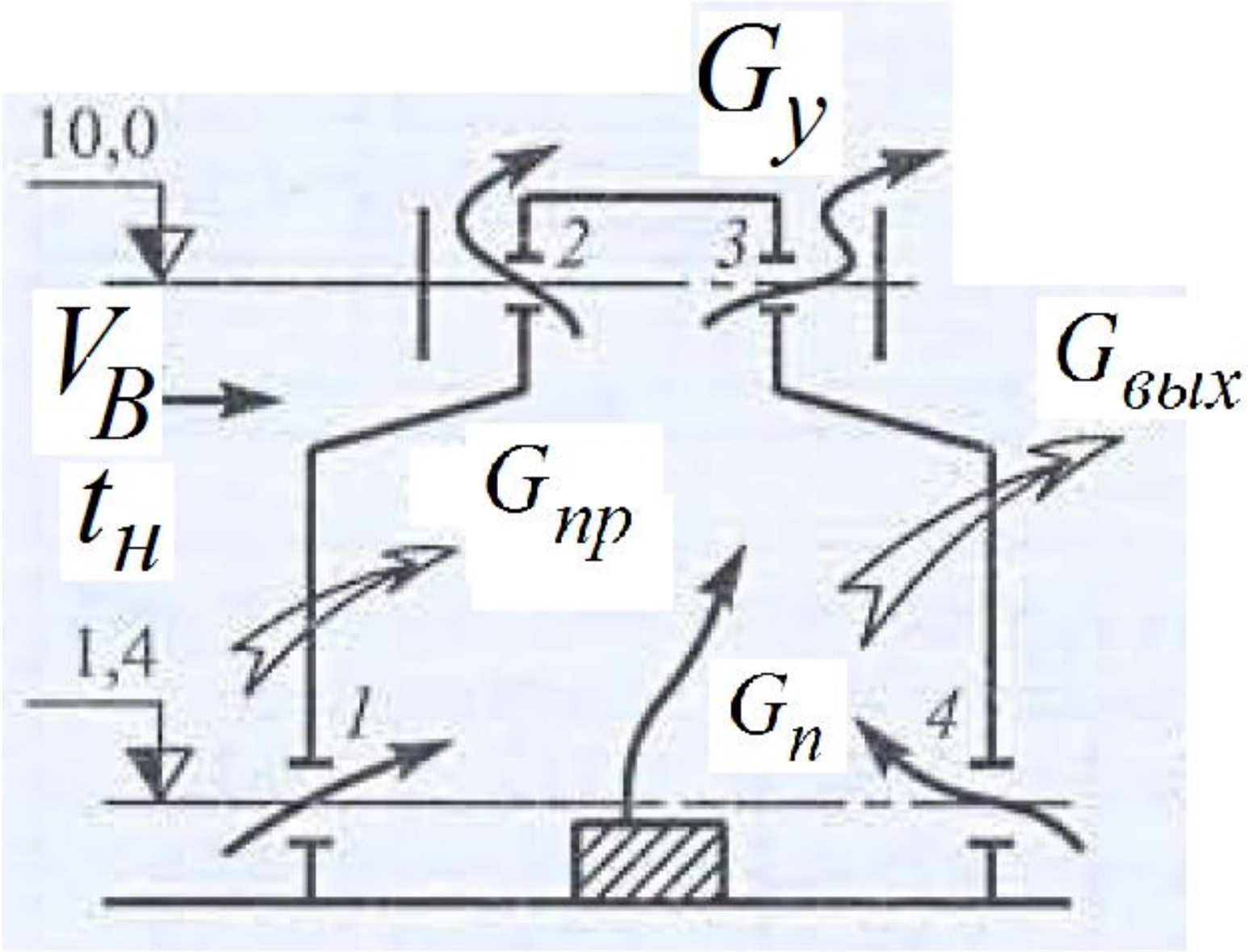
- С внутренним воздухозабором и подогревом $t_з > t_в$
- С внутренним воздухозабором без подогрева $t_з = t_в$
- С наружным воздухозабором и подогревом $t_з > t_н$
- С наружным воздухозабором и без подогрева $t_з = t_н$

Задание

Рассчитать аэрацию однопролетного здания цеха термической обработки при следующих условиях:

- тепловыделения в цехе составляют ***Q =*** 1400 кВт;
- Температура воздуха в рабочей зоне $t_{р.з.}$=24 ° С;
- коэффициент, учитывающий долю теплоты, идущую на подогрев воздуха в рабочей зоне помещения от общих тепловыделений *m* =

- температура наружного воздуха $t_н$= 17 ° С;
- скорость ветра $V_в$=3,5м/с;
- аэродинамические коэффициенты C_{p1}=+0,8; C_{p2}= C_{p3} = -0,4; C_{p4}=-0,39. Приточной системой механической вентиляции подастся воздух в количестве $M_{пр}$ =35000 кг/ч с температурой $t_{пр}$ = 18 °С; вытяжной системой механической вентиляции удаляется $M_{выт}$ = 300000 кг/ч воздуха с температурой $t_{выт}$ равной температуре в рабочей зоне.


G_y
10,0
2
3
V_B
$G_{вых}$
$t_н$
$G_{пр}$
1,4
1
$G_п$
4

1) Рассчитаем температуру удаляемого из здания воздуха:

$$t_{у} = t_{н} + \frac{t_{р\ з} - t_{н}}{m}$$

2) Средняя по высоте помещения температура воздуха:

$$t_{В} = 0{,}5(t_{у} + t_{р.\ з.})$$

3) Определяем плотности воздуха при температурах $t_{у}$, $t_{в}$, $t_{п}$ и $t_{н}$ по уравнению:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}$$

Рассчитаем вначале площади аэрационных проемов для наиболее «тяжелого» режима работы системы аэрации - при отсутствии ветра.

Давления на уровне середины каждого из аэрационных проемов определим, приняв за условный нуль давление на середине верхних проемов с отметкой h = 10 м:

$$p_1 = p_4 = (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}})g(h_2 - h_1)$$

$$p_2 = p_3 = 0$$

Найдем необходимые аэрационные расходы, исходя из уравнений теплового баланса и баланса массы воздуха помещения (с учетом механической вентиляции):

- массовый расход воздуха, удаляемого через аэрационные проемы ($c_р$=1):

$$M_у = \frac{Q + \frac{M_{пр}}{3600} c_p (t_{пр} - t_н) - \frac{M_{выт}}{3600} c_р (t_{выт} - t_н)}{c_p (t_у - t_н)}$$

- массовый расход воздуха, проходящего через приточные аэрационные проемы

$$Mп = Mу + \frac{Mвыт}{3600} - \frac{Мпр}{3600}$$

Примем симметричное расположение приточных и вытяжных аэрационных проемов, тогда площади проемов определятся (1*):

$$\begin{cases} S_1 = S_4 = \dfrac{M_п}{2\mu_п\sqrt{2\rho_п(\rho_1 - \rho_0)}} = \dfrac{M_п}{2\mu_п(2\rho_п)^{1/2}(\rho_1 - \rho_0)^{1/2}} \\ S_2 = S_3 = \dfrac{M_у}{2\mu_у(2\rho_у)^{1/2}(\rho_0 - \rho_2)^{1/2}} \end{cases}$$

В качество приточных аэрационных проемов принимаем створки двойные верхнеподвесные с отношением h/b = 0,5 и углом открытия α = 60°. Коэффициент местного сопротивления для них $\xi_{П}$ = 3,5; коэффициент расхода

$$\mu_{\text{п}} = \xi_{\text{п}}^{-0,5}$$

Вытяжные аэрационные проемы - П-образные вытяжные фонари с ветроотбойными щитами с углом открытия α = 70°; для них $\xi_{\text{у}}$ =5,8; $\mu_{\text{у}} = \xi_{\text{у}}^{-0,5}$.

Из условия недопустимости «опрокидывания вытяжки» имеем (2*):

$$(S_1 + S_4)\mu_{\text{п}} = \alpha(S_2 + S_3)\mu_{\text{у}}$$

$$2S_1\mu_{\text{п}} = 2\alpha S_2\mu_{\text{у}}$$

Принимаем в первом приближении α = 1,3.

В уравнении (1*) неизвестной величиной является давление воздуха в помещении p_0.

Совместное решение уравнений (1 *) и (2*) дает:

$$\frac{\text{M}_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}^{\frac{1}{2}}(\rho_1 - \rho_0)^{\frac{1}{2}}} = \frac{1{,}3\ \text{M}_{\text{у}}}{\rho_{\text{у}}^{\frac{1}{2}}(\rho_0 - \rho_2)^{\frac{1}{2}}}$$

p_0=????

Отсюда площадь сечения приточных аэрационных проемов (S_1, S_4) (с одной стороны здания) находим по (1*), также, как и площадь вытяжных проемов (S_2, S_3).

Общая площадь, соответственно приточных и вытяжных проемов равна:

$$S_{общ.прит.}=2 \cdot S_1$$

$$S_{общ.выт.}=2 \cdot S_2$$

Из уравнения (2*) находим α, принятый ранее 1,3.

Рассчитаем теперь необходимые площади живого сечения аэрационных проемов, если скорость ветра $V_в$ = 3,5 м/с , другими словами, определим, как нужно изменить площади проемов при ветре, чтобы аэрационные приток и вытяжка остались неизменными.

Определяем давления на уровне середины аэрационных проемов с учетом дополнительного давления, создаваемого ветром:

$$p'_1 = \left(C_{p1} - C_{p2}\right)\frac{\rho_{\text{Н}} V_{\text{в}}^2}{2} + (\rho_{\text{Н}} - \rho_{\text{в}})g(h_2 - h_1)$$

$$p'_4 = \left(C_{p4} - C_{p3}\right)\frac{\rho_{\text{Н}} V_{\text{в}}^2}{2} + (\rho_{\text{Н}} - \rho_{\text{в}})g(h_2 - h_1)$$

$$p_2 = p_3 = 0$$

Запишем уравнение баланса воздушных потоков в помещении:

$$S'_1\mu_1\sqrt{2\rho_{\text{П}}(p'_1 - p_0)} + S'_4\mu_4\sqrt{2\rho_{\text{П}}(p'_4 - p_0)} -$$

$$S'_2\mu_2\sqrt{2\rho_{\text{У}}(p'_0 - p'_2)} - S'_3\mu_3\sqrt{2\rho_{\text{У}}\left(p'_0 - p'_3\right)}$$

$$+ \Delta M_{\text{...}} = 0$$

где $\Delta M_{\text{мех}}$ - дебаланс механической вентиляции:

$$\Delta M_{\text{мех}} = \frac{M_{\text{пр}} - M_{\text{выт}}}{3600}$$

Для обеспечения устойчивости работы аэрации:

$$S'_1\mu_1 + S'_4\mu_4 = \alpha(S'_2\mu_2 + S'_3\mu_3)$$

Преобразуем уравнение баланса с учетом последнего выражения, принимая во внимание равенство коэффициентов расхода приточных и вытяжных аэрационных проемов соответственно:

$$\mu_1 = \mu_4 = \mu_{\text{п}}; \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{у}}$$

Также, в силу принятой симметрии:

$$S'_1 = S'_4; S'_2 = S'_3$$

Получим:

- $$S'_1\mu_{\text{п}}(2\rho_{\text{п}})^{\frac{1}{2}}\left[(p'_1-p_0)^{\frac{1}{2}}+(p'_4-p_0)^{\frac{1}{2}}\right]-$$
$$S'_2\mu_{\text{у}}(2\rho_{\text{у}})^{\frac{1}{2}}\left[(p_0-p'_2)^{\frac{1}{2}}+(p_0-p'_3)^{\frac{1}{2}}\right]$$
$$=-\Delta M_{\text{мех}}$$

Разделив обе части равенства на величину аэрационного притока:

$$M_{\text{п}}=S'_1\mu_{\text{п}}(2\rho_{\text{п}})^{\frac{1}{2}}\left[(p'_1-p_0)^{\frac{1}{2}}+(p'_4-p_0)^{\frac{1}{2}}\right]$$

Получим:

$$1-\frac{1}{\alpha}\left(\frac{\rho_{\text{у}}}{\rho_{\text{п}}}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{\left(p_0-p'_2\right)^{\frac{1}{2}}+\left(p_0-p'_3\right)^{\frac{1}{2}}}{S'_1\mu_{\text{п}}(2\rho_{\text{п}})^{\frac{1}{2}}\left[\left(p'_1-p_0\right)^{\frac{1}{2}}+\left(p'_4-p_0\right)^{\frac{1}{2}}\right]}=$$

$$=\frac{-\Delta M_{\text{мех}}}{M_{\text{п}}}$$

Полагая, как было принято ранее, ***a*** = 1,3, подставляем известные величины в последнее выражение и приводим к виду:

$$A \cdot p_0 = B$$

Будем решать полученные уравнения методом подбора. Давление воздуха в помещении определится, очевидно, из условия $p_4 > p_1 > 0$. Примем для начала p_0=2Па, далее p_0=2,1 Па.

Интерполируем.

Далее определяем площади живого сечения приточных аэрационных проемов: S'_1, S'_4, $S'_{общ.прит.}$ И вытяжных: S'_2, S'_3, $S'_{общ.выт.}$

Таким образом, при воздействии ветра часть приточных и вытяжных аэрационных проемов для обеспечения требуемых расходов воздуха должна быть закрыта на величину:

$$\Delta S_{прит} = S_{общ.прит.} - S'_{общ.прит.}$$

$$\Delta S_{выт} = S_{общ.выт.} - S'_{общ.выт.}$$

Проверим значение α по второму выражению из (2*):

$$\alpha = \frac{2}{2}\frac{S'_1}{S'_2}\frac{\mu_{\text{п}}}{\mu_{\text{у}}}$$

Аналогичный результат может быть достигнут без изменения площади живого сечения аэрационных проемов, только за счет уменьшения их коэффициентов расхода или, что то же самое, увеличения коэффициентов местного сопротивления путем прикрытия створок аэрационных проемов (изменения угла ее проемов).

Определим степень прикрытия проемов.

Коэффициент расхода:

$$\mu'_{\text{П}} = \frac{\text{M}_{\text{п}}}{S'_1 (2\rho_{\text{п}})^{\frac{1}{2}} \left[\left(p'_1 - p_0 \right)^{\frac{1}{2}} + \left(p'_4 - p_0 \right)^{\frac{1}{2}} \right]}$$

Коэффициент местного сопротивления приточного проёма:

$$\xi'_{\text{П}} = {\mu'_{\text{П}}}^{-2}$$

Из предыдущих таблиц интерполируя, находим, что угол открытия створок приточных проемов должен быть а=34°.

Коэффициент расхода вытяжных аэрационных фонарей:

$$\mu'_{\text{П}} = \frac{\text{M}_{\text{П}}}{S'_2 (2\rho_{\text{у}})^{\frac{1}{2}} \left[(p_0 - p'_2)^{\frac{1}{2}} + (p_0 - p'_3)^{\frac{1}{2}} \right]}$$

Коэффициент местного сопротивления приточного проёма:

$$\xi'_{\text{у}} = \mu'^{-2}_{\text{у}}$$

По таблицам находим угол открытия створок фонаря α=33°.

Таким образом, открывая створки приточного проема на угол 34°, а фонари на 33°, можно обеспечить заданные аэрационные расходы воздуха, не изменяя общей площади живого сечения проемов.

Проверяем значение коэффициента *α:*

$$\alpha = \frac{2}{2}\frac{S'_1}{S'_2}\frac{\mu'_{\text{п}}}{\mu'_{\text{у}}}$$

что совпадает или не совпадает с принятым

Оба способа изменения эквивалентных площадей могут быть использованы для регулирования аэрационных воздухообменов.