

Опыт эксплуатации показывает, что при проектировании и монтаже вентиляционных систем не уделяется должного внимания *схемам организации воздухообмена и воздухораспределению в помещении.*

А зря, ведь именно от этого напрямую *зависит эффективность всей вентиляционной системы и комфорт внутри помещения (равномерность полей параметров воздуха в помещении).*

Воздух в вентилируемом помещении находится в непрерывном движении. *Его движение индуцируется источниками и истоками воздуха и тепла, расположенными в помещении.*

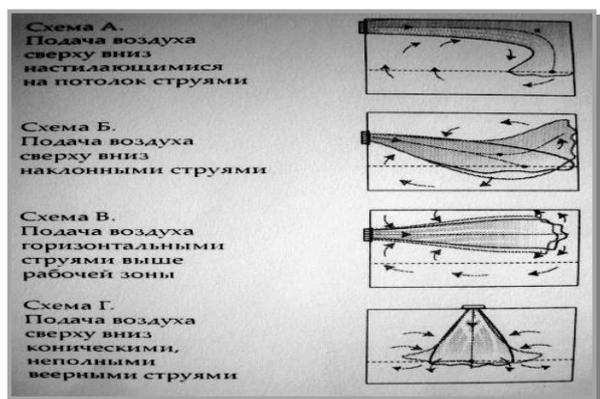
Над тепловыми источниками возникают восходящие конвективные потоки нагретого воздуха, которые стремятся занять верхнюю часть помещения.

Возле холодных поверхностей возникают ниспадающие конвективные потоки охлажденного воздуха, которые стремятся занять нижнюю часть помещения.

Стоки воздуха возникают вблизи всасывающих отверстий вытяжной вентиляции.

Основное влияние на характер и интенсивность движения воздуха в вентилируемом помещении (*схемы циркуляции воздуха: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж*) оказывают приточные струи, формируемые воздухораспределителями (далее – ВР).

Основные схемы «а)» подачи воздуха в помещениях:



а)

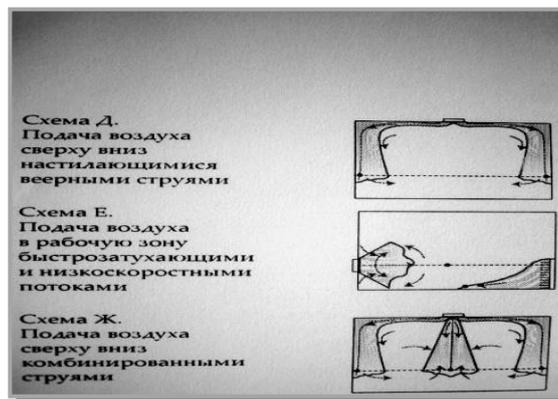


Рис.1

В большинстве случаев применяют метод *вентиляции перемешиванием (разбавлением) со схемой «сверху – вверх» (Рис.1),* учитывая небольшую интенсивность тепло- влагопоступлений. *Вентиляция методом перемешиванием (или общеобменная приточная вентиляция или вентиляция сосредоточенной подачи струй)* предполагает подачу в помещение одной *или нескольких воздушных струй вне рабочей зоны*

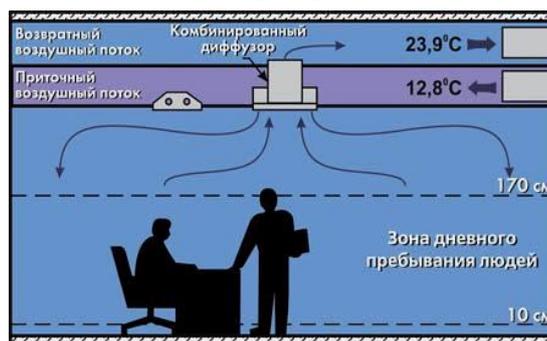


Рис.2

В промышленных помещениях традиционно применяют метод(систему) *вентиляции – вытеснением (UFAD)* со схемой «снизу – вверх» (Рис.2), начиная с 1995г. количество офисных зданий со съёмным полом(подземных автостоянок с глухим полом) и размещением приточных воздуховодов в подпольных каналах увеличилось на 40%.

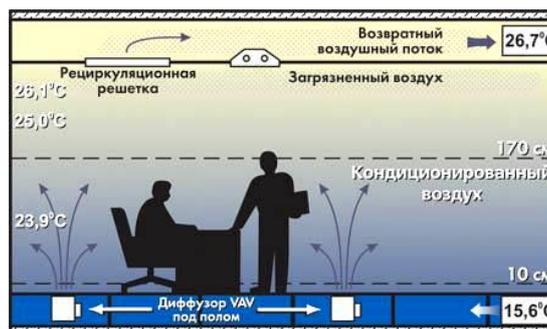


Рис.3

Для системы **UFAD** рабочим пространством является пространство от пола до уровня 1,8 м над поверхностью (Рис.4). Это означает, что некоторая часть воздуха не будет попадать в зону обслуживания. Кроме того, при размещении **BP** невысоко над полом (Рис.3), и воздух подаётся с небольшой скоростью непосредственно в рабочую зону. Конвекционные (обратные) потоки от людей и других источников тепла поднимаются вверх и нагретый воздух отводится через **BP** (решетки, диффузоры), расположенные на потолке (Рис.1,2,4)

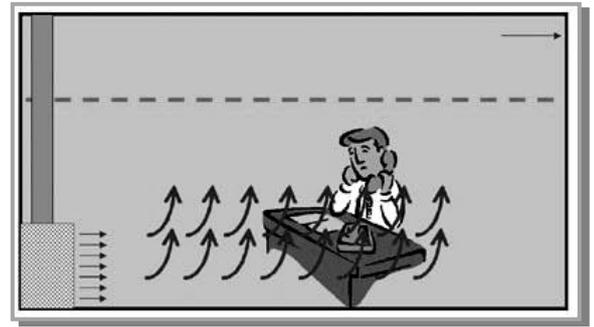


Рис.4

Правильно спроектированная система вентиляции

UFAD вытесняющим потоком обеспечивают очень высокое качество воздуха. Однако имеет очевидные ограничения: - **BP** имеют большие размеры и занимают много места; - **BP** часто закрываются; - скорость воздуха возрастает – проблема сквозняков; - температурный градиент (Δt_0) становится слишком большим.



Рисунок 2. Температурная стратификация в помещении с системой UFAD

А) Основные сведения о приточных вентиляционных струях:

Приточной струёй называется поток, образованный принудительным истечением воздуха из отверстий. **Назначение приточной струи** – распределить свежий воздух и специально подготовленный воздух в объёме вентилируемого помещения или его обслуживаемой (рабочей) зоне.

Струя распространяется в направлении истечения как прямой относительно узкий поток с расширяющимися границами (Рис.5).

Приточная струя называется **свободной** (смотри схемы **Б, Г**), если ограждения помещения и соседние струи не влияют на характер её развития.

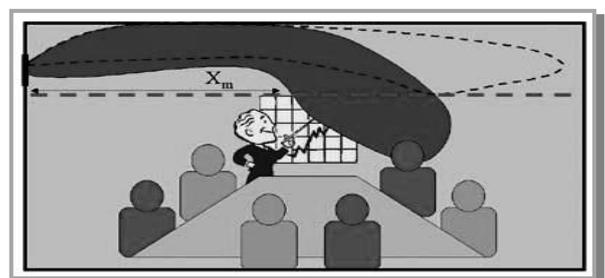
Струя, распространяющаяся вдоль плоскости, называют **настиляющаяся или полуограниченной** (смотри схемы **А, Д, Ж** и Рис.6,7), а струю, которая распространяется в относительно тесном помещении, называют **стесненной**.

При распространении приточной струи **вблизи ограждений** образуется **настиляющаяся струя**, «дальнобойность», которой больше, чем у свободной, что не исключает выброс её в рабочую зону.

Рис.6



Рис.7



Если приточное отверстие воздухораспределительной решетки (диффузора) расположено рядом с поверхностью ограждения (потолок, стена и т.п.), струя настиляется на эту поверхность (за счет так называемого *Эффекта Коанды*).

Механизм их возникновения достаточно прост: воздушная масса, находившаяся между приточной струей и потолком (стеной, перегородкой и т.п.), увлекается потоком, а поскольку воздух сверху(сбоку) не поступает, вблизи потолка (стены, перегородки и т.п.) создается разрежение, и струя отклоняется вверх и частично отражается вниз от стены или перегородки и т.п. при больших скоростях потока воздуха.

Эксперименты показывают, что струя будет настиляться лишь в том случае, *если расстояние от приточного отверстия до потолка(стены, перегородки) меньше 0,3м* (только для неизотермической струи).

Струи приточного воздуха состоят из двух участков: *начального и основного*. В подавляющем большинстве случаев *рабочим* является *основной участок приточных струй*.

Основной участок приточной струи характеризуется тем, что осевая скорость постепенно уменьшается по мере увеличения расстояния от воздухораспределителя (*смотри Рис.5*).

Б) Характеристика приточных вентиляционных струй:

В зависимости от температуры струи по сравнению с температурой окружающего воздуха различают *изотермические струи*, имеющие ту же температуру, что и воздух в помещении, и *неизотермические струи*, имеющие температуру выше или ниже температуры воздуха в помещении.

Изотермическими следует считать условия, при которых температура струи не отличается от температуры воздуха в помещении, а развитие струи происходит под воздействием инерционных сил.

В неизотермических условиях развитие приточных струй происходит под влиянием инерционных и гравитационных сил, возникающих за счёт разности плотностей воздуха в струе и в помещении. Соотношение этих сил влияет на форму траектории и значение максимальных параметров воздуха в струе.

Максимальные скорости движения V_x и избыточные температуры ($t_x = (t_x - t_o)$) воздуха в струях располагаются на условных *поверхностях максимальных параметров* (далее – *ПМП*).

ПМП представляет собой прямую линию, совпадающую с геометрической осью струи.

Скорости и избыточные температуры уменьшаются к границам струи и по мере удаления струи от места истечения (*Рис.5*).

В зависимости от направления скорости истечения приточные струи можно разделить на *сосредоточенные и рассеянные*. Векторы скорости истечения *сосредоточенных струй* параллельны, векторы скорости истечения *рассеянных струй* расходятся. К *сосредоточенным* струям относятся *компактные и плоские*, *рассеянными* являются: *веерные струи, конические и комбинированные*.

Компактные струи образуются при истечении воздуха из отверстий круглой или близкой к квадратной форме. *ПМП* представляет собой прямую линию, совпадающую с геометрической осью струи.

Плоские струи образуются при истечении из вытянутых прямоугольных отверстий с отношением сторон $a_o / b_o > 5$ (где: a_o и b_o – размеры сторон прямоугольного отверстия). *ПМП* представляет собой плоскость, совпадающую с геометрической плоскостью симметрии струи, параллельной большей стороне прямоугольного отверстия. *Плоские струи* преобразуются в *компактные* $x \geq 6a_o$ (где: a_o – размер большей стороны прямоугольного отверстия).

Веерные струи образуются при принудительном увеличении угла раскрытия струи. Различают полные веерные струи, у которых угол раскрытия составляет 360° , и неполные, у которых этот угол менее 360° .

ПМП представляет собой плоскость, совпадающую с плоскостью принудительного и угла раскрытия струи.

Конические струи образуются также при принудительном увеличении угла раскрытия струи (при угле расширения на истечении *менее 120°*). ПМП представляет собой коническую поверхность, причем, образующая конуса является аэродинамической осью струи. Полная *коническая струя* имеет тенденцию к смыканию, постепенно превращается в *компактную*.

Веерные (угол раскрытия 360° и менее) и конические струи образуются при истечении воздуха из воздухораспределителей), выполненных в виде дисковых и других потолочных плафонов (диффузоров – клапанов приточного воздуха *типа КТ-S и ДПУ*) достоинством, которых является (смотри Рис.8:)

- > наличие съёмной пластины позволяет направлять воздушную струю желаемым образом;
- > плавность регулирования перепада давления и длину выброса воздуха;
- > низкий уровень шума, так как часть возникающего в воздуховоде шума отражается обратно в канал, а часть поглощается оконечным устройством воздуховода);

- > использование при максимальных значениях рабочей разности температур $\Delta t_o = 6...12^\circ\text{C}$, $\Delta t_o = (t_o - t_{o.з})$ или $\Delta t = t_{вн} - t_{вс} \text{ } ^\circ\text{C}$ (разность между температурой воздуха помещения и приточного воздуха).

Закрученные струи (Рис.8 поз. ДПУ-В) бывают компактные и конические у них большая степень интенсивного перемешивания (*характеризуются быстрой ассимиляцией*).

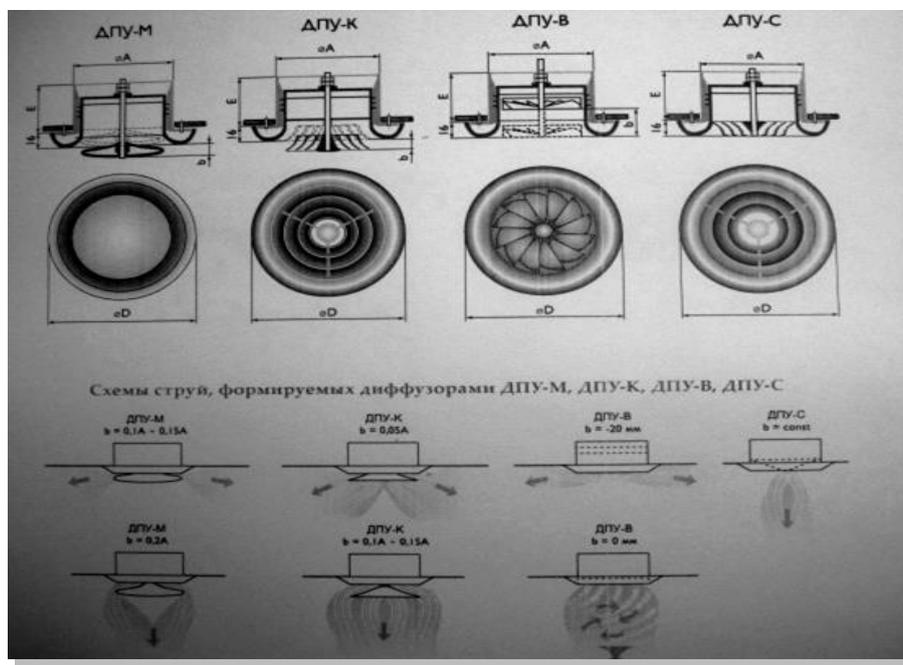
Струя считается *стесненной*, если она испытывает тормозящее влияние индуцированного ею обратного (встречного) потока:

- значения скорости воздуха (V_x) в стесненной струе уменьшается *быстрее* по сравнению со свободной струей;

- избыточная температура (Δt_x) падает *медленнее*, чем в свободной струе.

На **Рис.8, 9,10** показаны схемы струй, формируемых ВР- диффузорами, чаще применяемые в общеобменной вентиляции:

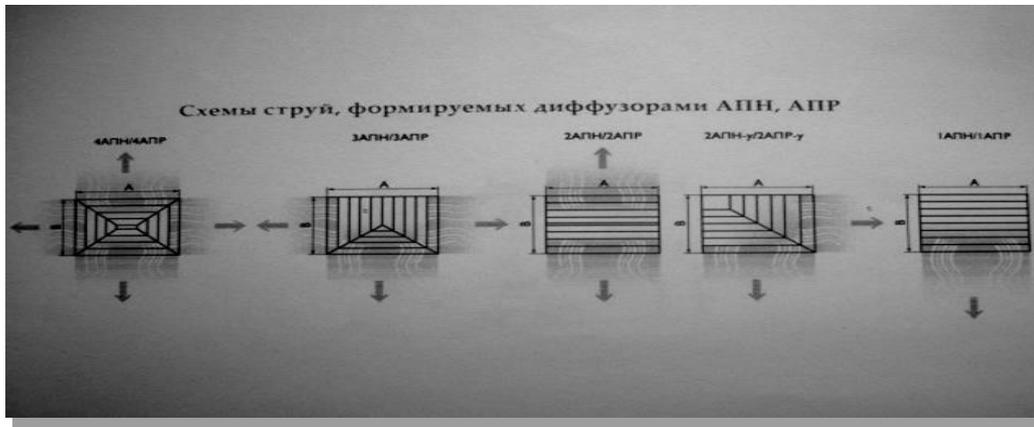
Круглые диффузоры, Рис.8



Диффузоры *ДПУ-М, ДПУ-К, ДПУ-В, ДПУ-С* предназначены для подачи и удаления воздуха системами *СВВ и СКВ* в жилых, административных, общественных и производственных помещениях. *ДПУ-М и ДПУ-К* могут также применяться для удаления воздуха из помещений, а *ДПУ-М* может использоваться в качестве запорного клапана при отключении вентиляции или отдельных её участков.

В диффузорах ДПУ-М(К,В) при перемещении обтекателя, веерной вставки или кольца с закручивателем соответственно вдоль оси корпуса изменяются вид формируемой приточной струи (от вертикальной смыкающейся конической до горизонтальной веерной) и её дальность, что позволяет реализовать посезонное регулирование СВиК воздуха. Дальность струи зависит от типа конструкции подвижной части и её положения относительно корпуса диффузора.

Потолочные диффузоры, Рис.9

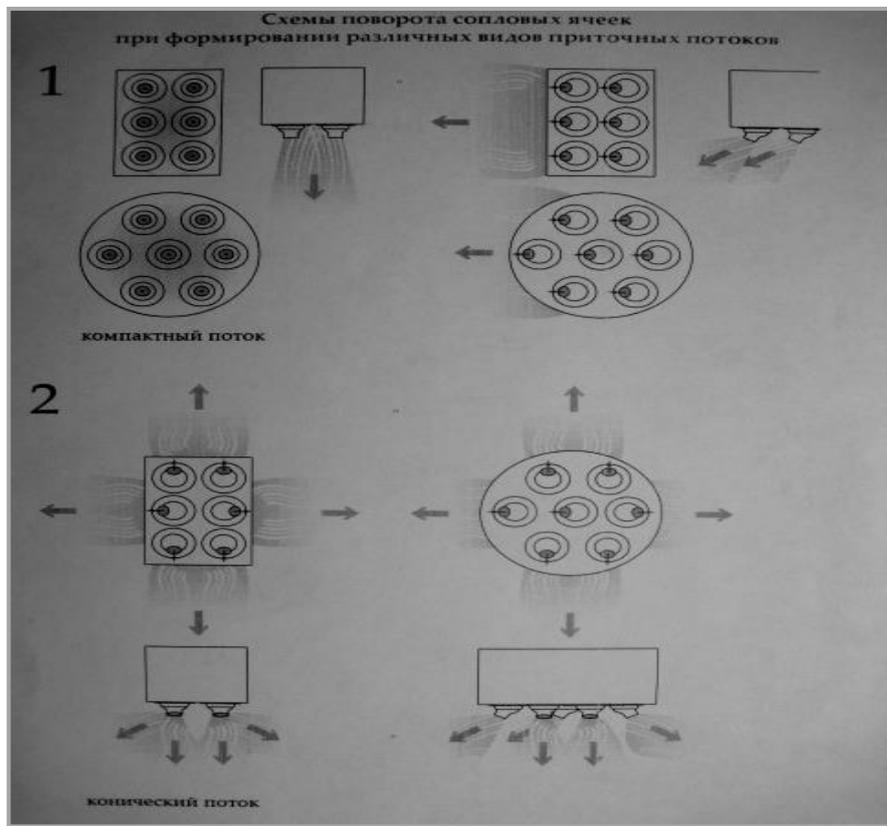


Диффузоры типа АПН, АПР предназначены для подачи и удаления воздуха системами СВВ и СКВ в жилых, административных, общественных и производственных помещениях.

Для потолочных диффузоров АПН, АПР изготавливаются камеры статического давления (ЗКСД) в которые могут быть установлены регулирующие устройства (ЗКСР). Размеры ЗКСД, ЗКСР определяются средней расчетной скоростью воздушного потока в них не более 1,5 м/с с учетом рекомендуемой производительности диффузоров.

В диффузорах АПН, АПР формируются симметричные настилающиеся веерные струи.

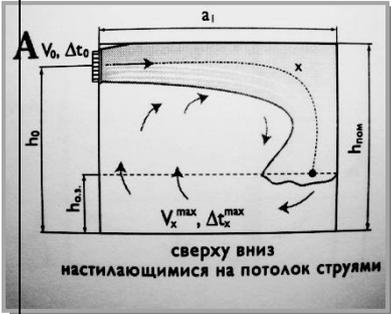
Панельные диффузоры сопловые, Рис.10



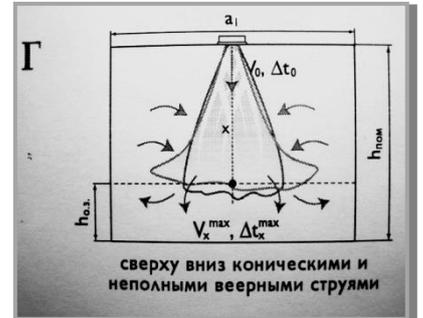
ВР панельные сопловые ВПС, ВКС без и с камерами статического давления (КСД, КСР) монтируются в верхней зоне (на потолке либо на стене) и предназначены для подачи воздуха СВиК воздуха дальнобойными компактными струями – горизонтальными, вертикальными и наклонными – из верхней зоны помещения.

В) Структура образования воздушного потока ВР в холодный и тёплый периоды года:

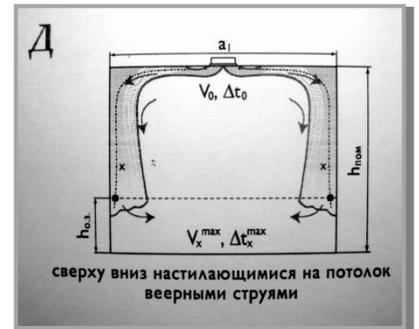
При подаче «охлажденного» воздуха, когда его температура ниже средней температуры воздуха в помещении, гравитационные силы могут «оторвать» приточную струю от потолка при подаче по (схемам А, Д, Ж) или увеличить угол наклона струи



(схема Б), при этом расчетная длина струи уменьшается, и она достигает рабочую зону с параметрами выше заданных (нормируемых).



При подаче «нагретого» воздуха, когда его температура выше средней температуры воздуха в помещении, гравитационные силы направлены вверх и стремятся «затормозить» приточную струю, возникает опасность её «всплытия» и, как следствие, недогрева обслуживаемой (рабочей) зоны (схема А, Б, В, Г, Д, Ж).



Учитывая этот факт, наиболее эффективными для работы СВиК воздуха в режиме отопления являются схемы:



Б – сверху вниз наклонными струями;
В – горизонтальными струями выше рабочей зоны;
Г – сверху вниз компактными, коническими и неполными веерными струями.

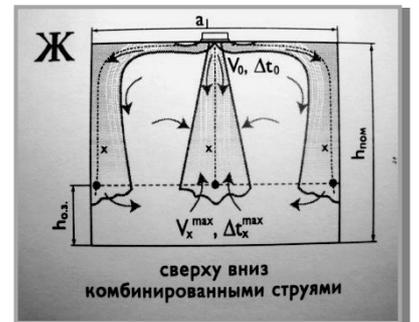
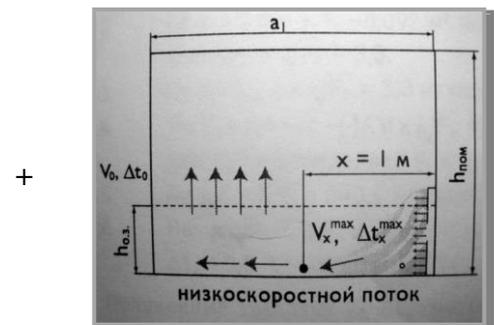
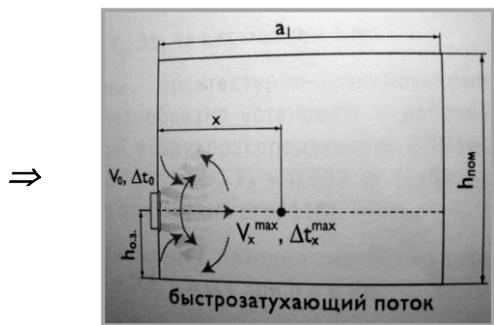


схема Е:



При подаче воздуха *стесненными струями*, затухающими в верхней зоне, рабочая зона омывается обратным потоком. Такая подача воздуха называется *сосредоточенной (схема В)*.

Максимальная скорость воздуха в обратном потоке (в рабочей зоне) достигается на расстоянии от истечения, на котором струя имеет максимальную площадь поперечного сечения.

При подаче воздуха в помещение *несколькими струями* может происходить их *взаимодействие*:

- при взаимодействии *параллельных струй* увеличиваются значения параметров воздуха по сравнению с параметрами одной струи;
- если *струи направлены навстречу друг другу*, то скорости в суммарном потоке по сравнению с одной струей уменьшаются.

При подаче приточного воздуха горизонтальными струями через настенные решетки или другие *ВР*, расположенные выше рабочей зоны, но вдали от потолка, максимальные параметры воздуха в обслуживаемой (рабочей) зоне формируются обратным потоком (схема В).

Для метода *вентиляции – перемешиванием (разбавлением) со схемой «сверху – вверх» (Рис.1)* применяются два способа *потолочной системы воздухораспределения*:

1 способ - «сверху вниз», если подача воздуха происходит в верхней зоне, а удаление воздуха – в рабочей;

2 способ - «сверху вверх» часто применяемый, если подача и удаление воздуха происходит в верхней зоне помещений, как правило, такой способ обеспечивает движение подаваемых потоков выше уровня рабочей зоны, а в рабочей зоне заданная скорость движения воздуха создаётся обратным потоком: «сбоку вверх» (схемы А,Б,В,Г,Д,Ж).

При подаче приточного воздуха с *потолочными системами воздухораспределения* (потолочные, настенные *ВР*) – *вентиляции методом перемешиванием (разбавлением) со схемой «сверху – вверх» (Рис.1)*, эффективной зоной обслуживания является всё пространство между полом и потолком, поскольку воздух между ними смешивается достаточно хорошо (схемы А,Б,В,Г,Д,Ж).

При подаче приточного воздуха с *настенными или напольными системами воздухораспределения* (настенные, напольные *ВР*) – *вентиляции методом вытеснения со схемой «снизу – вверх» (Рис.2,3,4)*, рабочей зоной является пространство от пола до уровня 1,8 м над его поверхностью (схема Е). Важнейшим критерием при проектировании вентиляции этого типа является достаточно *низкая скорость воздушной струи в рабочей зоне*.

Выбор способов подачи приточного воздуха зависит от высоты и назначения помещения и вариантов размещения оборудования, а также от требований, предъявляемых к равномерности распределения параметров воздуха. На форму приточной струи может влиять не только конструкция *ВР*, но также место расположения приточного отверстия *ВР*.

Рис.11

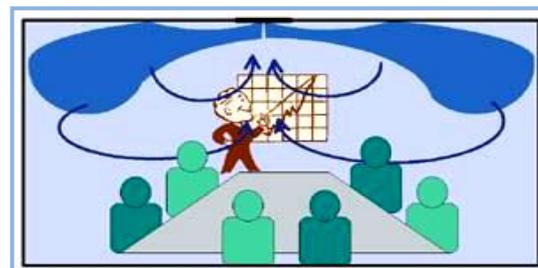
При этом следует учитывать, что при монтаже воздухораспределителя на потолке струя настиляется на потолок благодаря *эффекту Коанды*. Однако если рабочая разность температур (Δt_o) приточного (t_o) и внутреннего ($t_{o.3}$) воздуха в обслуживаемой зоне $\Delta t_o = (t_o - t_{o.3}) \text{ } ^\circ\text{C}$, слишком велика, струя отрывается от потолка (стены, перегородки и т.п) и слишком рано тонет в окружающем воздухе.



Рис.12

Отклонение струи от первоначального направления прямо пропорционально рабочей разности (t_o) температур приточного и внутреннего воздуха (Рис.11,12).

При подаче холодного воздуха вдоль потолка очень важно обеспечить высокую начальную скорость, иначе струя не будет настиляться.



В любом случае, на определённом расстоянии от приточного отверстия поток отрывается от полка и опускается вниз. Очевидно, что если отрыв произойдёт слишком быстро, струя может попасть в обслуживающую(рабочую) зону, *появятся ощущения сквозняка*.

На *Рис.12* показан потолочный ВР(диффузор) с горизонтальной подачей воздушных потоков.

Обратите внимание, что воздух в помещении движется к центру диффузора(плафона), это означает, что на поверхности потолка вокруг плафона будет накапливаться пыль.

Механизм возникновения обратного потока воздуха:

Важную роль играет и *форма помещения*. Если поперечное сечение струи достигает 40% (обычный диапазон угла расширения струи 20-24° от поперечного размера помещения, эжекция внутреннего воздуха прекращается).

Это означает, что поток не проникает на всю глубину помещения. Он разворачивается, и в виде обратного потока уходит туда, где воздух подсасывается приточной струей. В оставшейся части помещения образуются один или два циркуляционных потока, в зависимости от глубины комнаты(*Рис.11*).

Как правило, приточные струи не достигают рабочей зоны, для неё существенна скорость *обратных воздушных потоков*.

К моменту, когда воздушная струя достигает противоположной стены, скорость потока уменьшается до определенного значения. После этого нужно найти скорость обратного потока. Зная максимально допустимую скорость потока в рабочей зоне, можно определить допустимую конечную скорость струи вблизи противоположной стены, т.к скорость обратного потока составляет *около 70%* от конечной скорости струи у противоположной стены, то если принять, что *конечная скорость приточной струи у противоположной стены равна 0,2м/с(нормируемая)*, то *скорость обратного потока составит 0,14м/с*.

Скорость **0,15м/с** часто принимается в качестве предельной для комфортных условий, следовательно, *в рабочей зоне можно обеспечить хорошие условия, если выбрать воздухораспределитель с длиной струи $l_{0,2}$ (или $x_{0,2}$), м равной глубине помещения (смотри схемы А,Б,В,Г,Д,Е,Ж).*

Если отношение глубины комнаты (от ВР) к высоте меньше 3, можно считать, что, струя проникнет до конца помещения.

При этом *увеличение начальной скорости струи не помогает увеличить её длину (и глубину проникновения потока), а приводит только к возрастанию скорости движения воздуха в приточной струе и в помещении в обслуживающей (рабочей) зоне.*

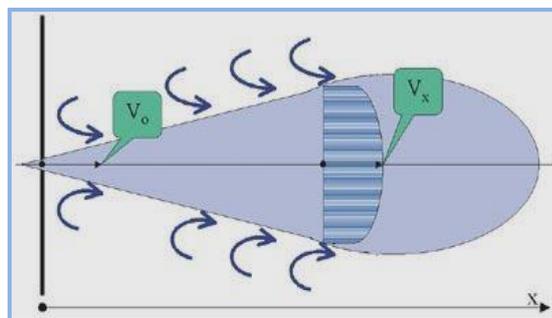
При подаче в помещение холодного воздуха очень выгодно использовать **Эффект Коанды**, т.к *настилающаяся струя не так быстро тонет в окружающем тёплом воздухе и глубже проникает в помещение, поэтому она лучше смешивается с внутренним воздухом, и подъём температуры происходит раньше, чем поток достигает обслуживающее(рабочей) зоны, однако при подаче холодного воздуха вдоль потолка очень важно обеспечить достаточно высокую начальную скорость V_0 , в расчетном сечении ВР.*

При этом обязательно исключить тормозящее действие ограничивающих преград (стен, перегородок и т.п) потоку воздуха, иначе струя не будет настилаться *«использовать при включении местных кондиционеров (канальных и кассетных фэнкойлов) на повышенных скоростях вентилятора».*

Очевидно, что если, отрыв произойдёт слишком быстро, то высокая скорость струи и разность температур(Δt_0) приведут к возникновению *сквозняков в рабочей зоне.*

При **неизотермическом воздухе** дальность приточной струи от ВР при условии, что расстояние от приточного отверстия ВР до потолка в пределах **0,05 - 0,3 м.** можно определить по упрощённой формуле:

Рис.13



$l_{0,2} \Delta t = k \cdot l_{0,2}$, где:

- $l_{0,2} \Delta t$ - , м – длина выброса (*дальнобойность*) воздушной струи для *неизотермического* воздуха;

- k – коэффициент поправочный (выпускной), значение которого определяется геометрией выпускного отверстия и указывается в каталогах (технических характеристиках) на *ВР*, на некоторые из них приведены далее в Приложение 3.4.1;

- $l_{0,2}$, м – *дальнобойность (нормируемая)* приточной струи при $V_x = 0,2$ м/с, т.е. длина выброса воздушной струи для *изотермического* воздуха – расстояние до точки, где осевая скорость струи падает до значения $0,2$ м/с (Рис. 13).

Для *ВР* с горизонтальным истечением струи, можно использовать следующие упрощённые формулы для оценки дальнобойность приточной струи:

> *настенные воздухораспределители*, $l_{0,2} = (0,7-1,0) \cdot x$ (*глубина помещения*), м;

> (*потолочные воздухораспределители*, $l_{0,2} = l_{0,2} / 2$, м.

Поэтому при проектировании место расположения приточных отверстий (*воздухораспределителей*) для *неизотермического воздуха* следует воспользоваться таким критерием: расстояние между вентиляционным отверстием и точкой отрыва струи должно быть *не меньше 60% от глубины комнаты или эффективной длины* (также можно рассчитать по эмпирической формуле в зависимости от формы струи, приведенной в учебной литературе).

В этом случае максимальная скорость воздуха в обслуживаемой зоне будет приблизительно такой же, как при подаче *изотермического воздуха*.

Основные требования к подаче приточного воздуха в помещения:

1. *Подачу приточного воздуха* в помещения с постоянным пребыванием людей необходимо предусматривать таким образом, чтобы он не поступал через зону с большим загрязнением в зону с меньшим.

2. *Подача воздуха сверху вниз* коническими смыкающимися и несмыкающимися струями (*схема Г*), верными настилающийся на потолок струями (*схема Д*) и комбинированными (*схема Ж*) рекомендуется для помещений, как правило, с повышенной кратностью воздухообмена (*более 10* 1/ч) и особыми требованиями к равномерности распределения параметров воздуха по обслуживаемой (рабочей) зоне.

3. Для выполнения санитарно-гигиенических требований при входе воздушной струи в обслуживаемую (рабочую) зону или в обратном потоке воздуха, проходящем по обслуживаемой (рабочей) зоне, максимальная скорость движения и максимальная избыточная температура воздуха не должны превышать значений: $V_x^{max} \leq K_n \cdot V_{норм}$; $(t_x^{max} \leq t_{норм})$.

Нормируемая скорость $V_{норм}$ и температуру ($t_{норм}$ воздуха в рабочей зоне помещения принимать в соответствии с **СНиП 2.04.05-91*** **ПРИЛОЖЕНИЕ 6 и 7 (обязательное)**, «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

4. Шаг установки воздухораспределителей (*ВР*): $b_1 = 2 - 6$ м при отношении сторон a_1 / b_1 от 1 до 1,5.

5. Для систем вентиляции и кондиционирования воздуха (подача воздуха с температурой ниже температуры помещения) применимы все рассматриваемые схемы *А* (*Ж*).

Для *СВиК* воздуха, совмещенных с воздушным отоплением, рекомендуются схемы *Б*, *В*, *Г*.

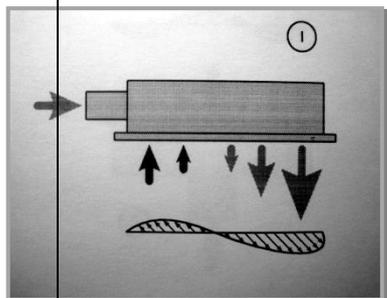
6. При подаче приточного воздуха **по схеме Б**:

(в *теплый период года*, выбор угла наклона приточной струи из условий, что $x_в = (0,3(0,7) \cdot a_1$;

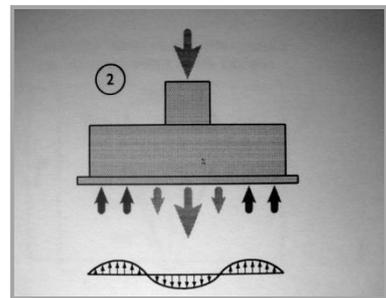
> в *холодный период года*, оптимальный угол наклона приточной струи из условий, что $x_в = (0,3(0,7) \cdot a_1$, когда она имеет максимальную *дальнобойность*, составляет 35° (к горизонту, при этом жалюзи горизонтального ряда решетки должны быть повернуты параллельно вниз на $\alpha \approx 60^\circ$).

7. При размещении ВР в пределах обслуживаемой или рабочей зоны помещения (схема Е) скорость движения и температура воздуха не нормируется на расстоянии до 1 м от ВР (п.5.5 СНиП 2.04.05-91*).

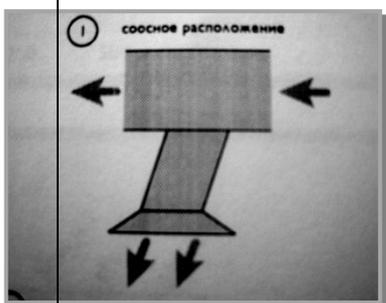
8. Большую роль в выравнивании воздушного потока (влияющего на акустические



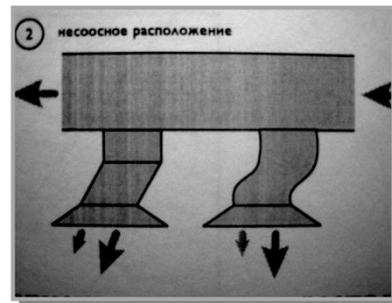
характеристики) играет наличие камер статического давления (адаптор или демпферный ящик), размеры камеры определяются средней расчетной скоростью воздушного потока в них не более 1,5 м/с, а также возможностью их размещения в подшивном пространстве.



9. Присоединение ВР к основному воздуховоду должно быть по возможности соосным, чтобы



избежать возникновения дополнительного шумоизлучения. Этой проблемы можно избежать, устанавливая ВР на соответствующую ему камеру статического давления или присоединительный короб.



Примечание: 1) Условные обозначения:

x – расстояние от ВР до места входа струи в обслуживаемую(рабочую) зону;

$x_{отр}$ – длина настилающейся струи по потолку, м;

$x_в$ – расстояние по горизонтали от ВР до вершины струи при наклонной подаче, м;

$l_{0,2}$, $l_{0,5}$, $l_{0,75}$ – дальнобойность(нормируемая) приточной струи при $V_x = 0,2$ м/с; 0,5 м/с; 0,75 м/с;

a_0 – длина расчетного прямоугольного сечения ВР, м;

a_1 – длина модуля помещения, обслуживаемого одним ВР, м;

b_0 – ширина расчетного прямоугольного сечения ВР, м;

b_1 – ширина модуля помещения, обслуживаемого одним ВР, м

h_0 – высота установки ВР, м;

$h_{0.з.}$ – высота обслуживаемой (рабочей) зоны м;

$h_{пом}$ – высота помещения, м;

V_x – скорость воздуха в приточной струе на расстоянии x , м/с;

V_0 – скорость воздуха в расчетном сечении ВР, м;

$V_{x(обр)}^{max}$ – максимальная скорость воздуха в приточной(обратной) струе на расстоянии x с учетом всех поправок, м/с;

t_x – максимальная(минимальная) температура воздуха в приточной струе на расстоянии x , °С;

$t_{0.з.}$ – средняя температура воздуха в обслуживаемой(рабочей) зоне, °С;

t_0 – температура приточного воздуха, °С;

Δt_0 – избыточная температура воздуха в приточной струе:

$$\Delta t_0 = (t_0 - t_{0.з.}), (C);$$

Δt_x – избыточная температура воздуха в приточной струе на расстоянии x :

$$\Delta t_x = (t_x - t_{o.3}), (C);$$

$\Delta t_{x(обр)}^{max}$ – максимальная избыточная температура воздуха в приточной (обратной) струе на расстоянии x с учетом всех поправок, °С;

2) Не следует учитывать взаимодействие воздушных струй, когда BP расположены относительно равномерно и подпитка струй идёт встречным потоком, приводящим к уменьшению скорости воздуха в каждой струе, такой случай имеет место при сосредоточенной подачи воздуха;

3) Не следует учитывать взаимодействие и тогда, когда воздуховыпускные устройства (диффузоры, решетки) располагаются равномерно по площади потолка (схемы **Г, Д, Ж**);

4) При настилении струи на потолок (схемы **А, Д, Ж**) её дальность увеличивается в **1,4 раза**, воздухораспределители (BP) в **схеме А** должны устанавливаться на стене на расстоянии не более 300 мм от потолка.

5) Расчет BP сводится к подбору их количества и размеров для обеспечения скоростей и перепадов температуры (рабочей разности температур- (t_o)) в месте внедрения струи в обслуживаемую (рабочую) зону, не превышающих нормируемые.

Таким образом - структура воздушного потока зависит не только от формы BP но и места его расположения относительно стен и потолка.

Анализ вышеизложенного материала позволяет сделать **следующие выводы**, которые необходимо учитывать при эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха (СВиК):

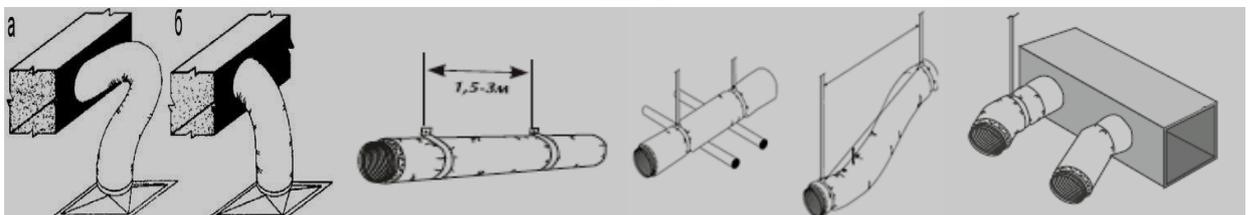
1. Применение схемы организации воздухообмена «сверху-вверх» позволяет задаваться максимальным назначением рабочей разности температур (Δt_o) = **6...12 °С** (разность между температурой воздуха помещения и приточного воздуха). При подаче воздуха непосредственно в обслуживаемую (рабочую) зону эта величина должна быть снижена $\Delta t_o = 2...4 °С$.

2. Для снижения уровня шума рекомендуется ограничивать скорость потока воздуха, поступающего в подводящий канал (воздуховод), значением **7,6 м/с**.

3. Гибкий воздуховод (наиболее часто используется в качестве присоединительных патрубков), как показано на **Рис.14**:

- > не должен перегибаться на угол более 90° (поз.а);
- > должен быть полностью растянут (поз.б);
- > внимательно учитывайте направление движения воздуха в воздуховоде (направление должно быть «по спирали»), на коробке стрелкой, а на воздуховоде цветными метками;
- > максимальное провисание воздуховода между двумя точками крепления не должно превышать **5 см/м** и расстояние между двумя точками подвески **1,5 - 3,0 м** в зависимости от типа воздуховода;
- > нельзя использовать в вертикальных стояках высотой более двух этажей;
- > не допускать подсоединение (установки) гибкого воздуховода:
 - а) с «резким» изгибом сразу после соединения с каналом (т.е. воздуховод) или арматурой;
 - б) к подводящим транзитным воздуховодам со скоростью потока воздуха более **7,6 м/с**;

Рис.14

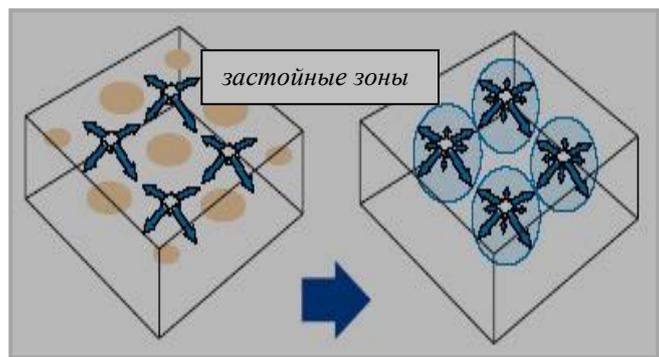
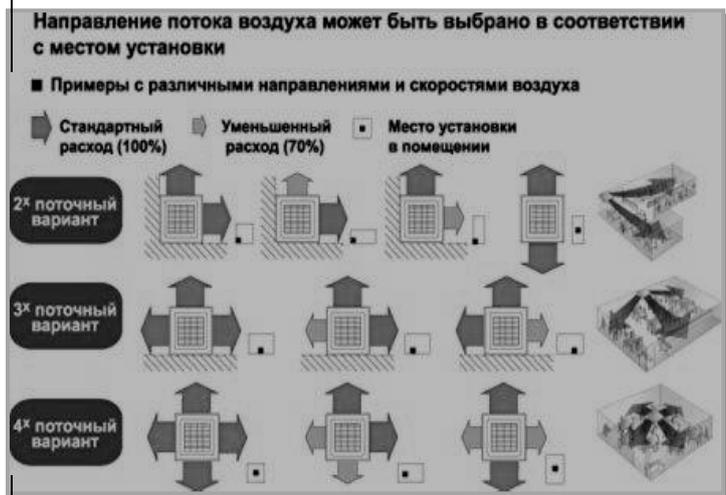


> подводящий воздуховод к камере статического давления (адаптеру, демпферному или уравнительному ящику), используемой совместно с воздухораспределителем и *расположенной относительно стен и окон на не расчетном расстоянии выброса воздуха*, не должен направляться на тормозящие преграды – стены, окна и т.п., в противном случае требуется дополнительная установка штатного приточного диффузора в камере статического давления (смотри **Раздел 4. Авторские новинки СВ и К воздуха**), чтобы обеспечить допустимые скорости воздушного потока в рабочей зоне.

4. При правильном размещении и ориентации воздухораспределителей (решеток, диффузоров и т.п) приточного и вытяжного воздуха позволяет обеспечить желаемое распределение и скорость движения воздуха в обслуживаемой (рабочей) зоне, а также исключает накопление пыли на поверхности потолка вокруг воздухораспределителей (Рис.15) и образование застойных зон (Рис.16):

Рис.15

Рис.16



Основным признаком неправильного выбора и размещения ВРУ является превышение измеренного значения температуры (T_2 или T_3) воздуха в обслуживаемой зоне (на рабочих местах) помещения над температурой (T_4) воздуха в верхней зоне (на высоте 0,1-0,3 м от потолка) помещения.

5. Охлажденный воздух необходимо выпускать так, чтобы он настигался на потолок, а нагретый – вертикально вниз.

6. Подвижность воздуха в помещении зависит от способа организации воздухообмена, типа воздухоопределяющего устройства (ВРУ), скорости выпуска воздуха и его расхода.

7. Отсутствие движения воздуха в помещении или чрезмерно низкие его значения ассоциируются с плохой вентиляцией. *Причина неприятного самочувствия* в плохо вентилируемом помещении объясняется тем, что при отсутствии движения воздуха вокруг тела человека образуется тонкая неподвижная оболочка, которая быстро насыщается парами воды, принимает его температуру и уменьшает теплоотдачу (образуется перегретый слой воздуха).

8. Влияние подвижности воздуха на комфортное состояние человека необходимо рассматривать в совокупности с температурой и влажностью воздушной среды помещения. Для сохранения комфортных условий необходимо либо увеличить относительную влажность воздуха, уменьшив тем самым испарение, либо увеличить его температуру.

В то же время чрезмерная подвижность воздуха, особенно в условиях охлаждения, вызывает увеличение теплопотерь конвекцией и испарением и способствует быстрому охлаждению организма.

Выполнение этих требований позволит исключить турбулентность воздуха, больших потерь давления и как следствие повышенный аэродинамический шум, запыленность поверхности потолка, а также износ (повреждение) воздуховодов и обеспечит комфортные условия в помещении.

Значения коэффициента поправочный (выпускной):

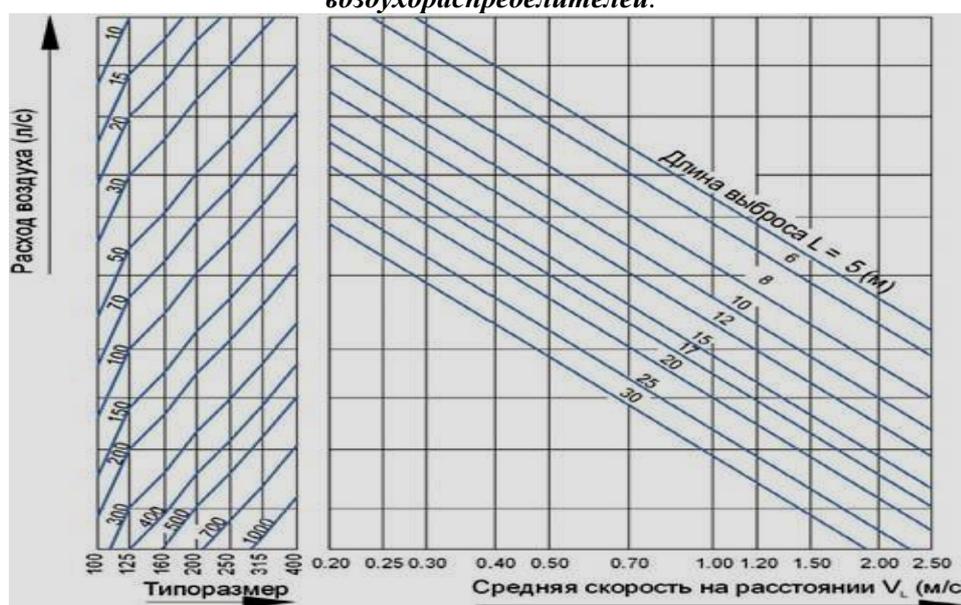
	Тип воздухораспределителя	Перепад температур, $\Delta t_o, ^\circ\text{C}$	Угол между жалюзи, регулировка, град.	Значение коэффициента, k
1	Кл. приточного в-ха <i>KTS</i>	0	с направляющ. пласт.	0,8
		0	без направляющ. пласт.	0,7
2	Воздухораспылитель <i>KHU</i>	0	воздуш-ые. направ-ия 4	1
		-10	воздуш-ые. направ-ия 4	0,8
		0	----//---- 3	1
		-10	----//---- 3	0,8
		0	----//---- 2	1
		-8	----//---- 2	0,85
3	Воздухораспылитель <i>STH</i>	0	-	1
		-7	-	0,8
4	Жалюзийная решетка <i>SV</i>		0	1
			45	0,7
			60	0,5
			90	0,35
5	Устройство приточ. <i>SVQ</i> Устройство вытяж. <i>SYE</i>	0	30	0,85
		-8	30	0,85
		0	0	0,55
		-6	0	0,55

Примечание: 1) При $= 0 ^\circ\text{C}$ – изотермический воздух.

2) Коэффициент k , используемый для расчёта скорости потока, для настилающийся струи в (2 больше, чем для свободной приточной струи).

3) Скорость обратного потока составляет 70% от конечной скорости приточной струи у противоположной стены.

Диаграмма определения дальности приточной струи сопловых воздухораспределителей:



Продолжение следует PS...