

УДК 697.92

**Д. В. ВЫБОРНОВ, Б. В. КЛЯУС, А. В. ПЛУЖНИК**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПРИТОЧНЫХ СТРУЙ**

**Аннотация.** В данной статье был произведен анализ основных параметров формирования воздушных приточных струй. К данным параметрам относится изотермичность струйного течения, которая в свою очередь влияет на отклонение оси приточной струи относительно горизонта. Изотермичность приточной струи характеризуется критерием Архимеда, влияние на который оказывает разница температур окружающей среды и воздушной струи. Начальная скорость воздушной струи влияет на ее проникновение в глубь объема помещения, а также на настиление на поверхность ограждающей конструкции. Также важным параметром формообразования воздушной струи является воздухораспределительное устройство, с помощью которого воздушные струи истекают в обслуживаемое помещение. В зависимости от формы отверстий струи подразделяются на плоские, компактные, веерные и конические.

**Ключевые слова:** приточные струи, воздухораспределение, вентиляция, поверхность максимального параметра.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Поддержание благоприятных условий воздушной среды помещений при помощи системы вентиляции связано с улучшением условий труда, обеспечением технологических и санитарно-гигиенических требований, в том числе с обоснованием экономических показателей производства, а также решением экологических проблем. Наиболее актуальной задачей является совершенствования распределения приточного воздуха. Нерациональное распределение воздуха увеличивает энергетические затраты [1].

Вентиляция является сложным комплексом взаимозависимых процессов, в результате которых в воздухе помещения формируются поля скоростей, температур и концентраций различных веществ.

Воздух в помещение подается в виде струй. С помощью этих струй можно обеспечить в определенных местах помещения заданные параметры воздушной среды, создать воздушные завесы, оказать активное влияние на циркуляцию воздуха. Кроме вентиляционных струй, на процесс переноса теплоты, газов, паров и пыли влияют и тепловые струи, возникающие у нагретых и охлажденных поверхностей.

Характерной особенностью струйных течений является то, что вблизи поверхности раздела, где возникают так называемые поверхности тангенциального разрыва, велики градиенты скоростей, температур, параметров торможения, тогда как распределение статического давления оказывается непрерывным [2].

Исследованиями в области воздухораспределения занимались такие ученые как Г. Н. Абрамович, Ю. А. Аникин, И. С. Ануфриев, В. В. Батулин, Я. А. Гусенцова, М. М. Заборов, Д. В. Красинский, В. В. Саломатов, О. В. Шарыпов, И. А. Шелепов, Х. Энхжаргал, Shyam S. Dasa, M. Abdollahzadeha, Jose C. Pascoa, A. Dumasb, M. Trancossib, Valeriu Dragan, Michele Trancossi, Antonio Dumas, Shyam Sumantha Das, Jose Pascoa, A. Dumitrache, F. Frunzulia, T. C. Ionescu, S. Cutbill.

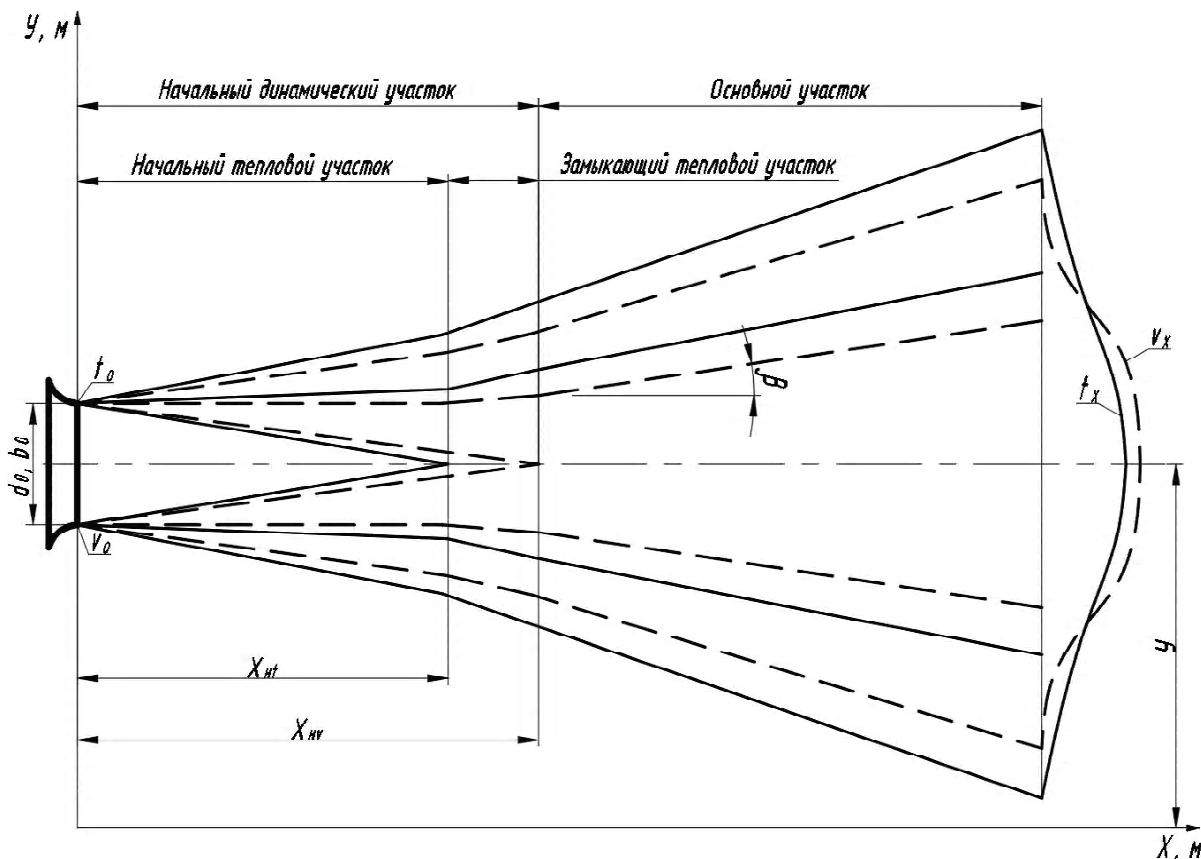
### **ЦЕЛЬ**

Анализ влияния параметров формирования приточных вентиляционных струй.

© Д. В. Выборнов, Б. В. Кляус, А. В. Плужник, 2020

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

К элементам свободной осесимметричной струи (рис. 1) включают диаметр выпускного отверстия  $d_o$  или ширину щели  $b_o$ , начальную скорость  $v_o$  и температуру  $t_o$ , текущие значения скорости и температуры на расстоянии  $x$  от выпускного отверстия и угол  $\beta$  между направлением оси струи и линией, соединяющей точки, в которых скорость равна половине осевой скорости.



**Рисунок 1** – Схема свободной осесимметричной изотермической струи, истекающей из открытого отверстия:  $b_o$  – ширина отверстия;  $d_o$  – диаметр отверстия;  $\beta$  – угол между направлением оси струи и линией, соединяющей точки, в которых скорость равна половине осевой скорости.

В качестве границ струи принимают линии, на которых скорость равна 5 % осевой скорости. С учетом этого полный угол расширения струи составляет  $\gamma = 4 \cdot \beta$  [3].

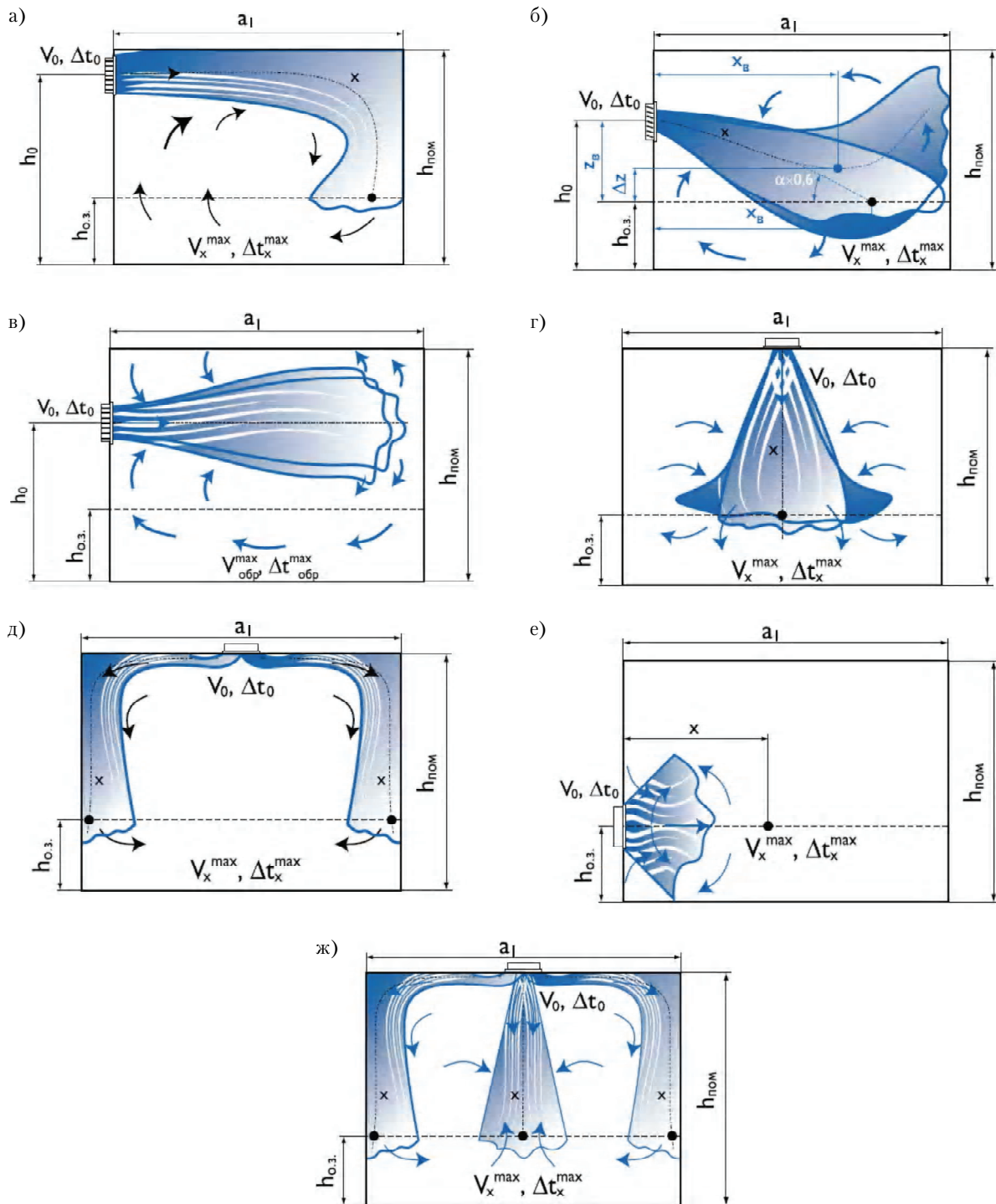
Струи подразделяются на прямоточные и закрученные (рис. 2) [4]. К прямоточным относятся плоские, компактные, веерные и конические струи.

В струе выделяют условные поверхности максимальных параметров. Значения скоростей  $v_x$ , избыточной температуры  $\Delta t_x$  и избыточной концентрации вредных веществ  $\Delta z_x$  на поверхности максимальных параметров наибольшие и уменьшаются с увеличением расстояния от места выпуска струи  $x$  и в ее сечении – от центра к периферии.

Компактная струя образуется при выпуске воздуха из круглого или близкого к квадратному отверстия, ее поверхность максимальных параметров является геометрической осью струи. Плоская струя образуется при выпуске воздуха из вытянутого прямоугольного отверстия, при этом поверхность максимального параметра совпадает с плоской симметрией струи [3].

В струе различают два участка – начальный динамический и основной. В начальном динамическом участке скорость потока во всех точках сечения одинакова и равна скорости в выходном сечении  $v_o$ .

На структуру струи оказывает влияние начальная турбулентность. Чем выше турбулентность струи перед выходом из отверстия, тем интенсивнее перемешивание струи с окружающим воздухом и тем больше угол расширения струи  $\beta$  на начальном участке, вследствие чего длина начального



**Рисунок 2** – Разновидности струйных течений: а) сверху-вниз (настиляющиеся на потолок струи); б) сверху-вниз (наклонные струи); в) горизонтальные струи выше рабочей зоны при формировании обратного потока в обслуживаемой зоне; г) сверху вниз (конические и неполные веерные струи); д) сверху вниз (настиляющиеся на потолок веерные струи); е) в обслуживаемую зону быстрозатухающие потоки; ж) сверху вниз (комбинированные струи).

участка становится короче. Соответственно при снижении турбулентности струи уменьшается угол расширения струи  $\beta$ , а длина начального участка становится длиннее.

В основном участке благодаря турбулентному перемешиванию с окружающим воздухом масса приточной струи по мере удаления от приточного отверстия возрастает, а скорость в ней непрерывно уменьшается как на оси струи, так и в периферийной части.

Свободная струя практически не зависит от критерия Рейнольдса (Re) (струи автомоделены). Одним из основных свойств турбулентной свободной струи является сохранение постоянства количества движения по её длине

$$m \cdot v = const, \quad (1)$$

где  $m$  – масса приточной струи в ее поперечном сечении, кг;  
 $v$  – скорость воздуха в поперечном сечении приточной струи, м/с.

Это позволяет перемещать большие массы воздуха на значительные расстояния, что широко используется в вентиляционной практике.

Известно, что свободная струя, выходящая из прямоугольного отверстия, деформируется, принимая в сечении форму, приближающуюся к кругу.

Плоскую струю на расстоянии  $x > 6 \cdot l_0$ , где  $l_0$  – размер большей стороны прямоугольного отверстия, принято рассчитывать, как компактную.

Коническая струя образуется в результате выпуска воздуха радиально через радиальное кольцевое отверстие под острым углом к геометрической оси конуса. Коническая поверхность, расположенная в центре струи, представляет поверхность максимальных параметров.

Веерная струя является частным случаем конической, когда угол выпуска струи относительно оси конуса равен  $90^\circ$ . Веерная струя, как и коническая, может быть полной и неполной [3].

Прямоточная струя, истекающая вблизи ограждения, настиляется на него и образует настиляющуюся струю. У такой струи поверхность максимальных параметров почти совпадает с плоскостью ограждения.

Закрученная струя образуется при движении воздуха через закручивающие устройства или при тангенциальном подводе воздуха к воздухораспределителю. Форма струи получается веерная или коническая: при этом поверхность максимальных параметров представляет собой сложную поверхность и поверхность максимальной скорости может не совпадать с поверхностью максимальной избыточной температуры, а также концентрации. Закрученная струя с увеличением расстояния от источника трансформируется в прямоточную с большей площадью поперечного сечения.

Различают струи свободные, на которые не влияют ограничивающие плоскости и соседние струи, а также стесненные, испытывающие тормозящее влияние обратных, индуцированных основной струей потоков. В свободных струях выделяют начальный участок, в котором сохраняются максимальные начальные параметры на оси струи, и основной участок, в котором значения параметров ниже начальных.

Взаимодействие свободных параллельных однонаправленных струй учитывают коэффициентом взаимодействия  $k_g$ . При этом значения параметров воздуха в общей струе больше по сравнению с параметрами отдельной струи.

В стесненной струе, выпускаемой в помещение, выделяют первое и второе критические сечения, площадь которых достигает соответственно 25 % и более 40 % площади поперечного сечения помещения. Развитие стесненной струи учитывают коэффициентом стеснения  $k_c$ . Значения скоростей уменьшаются, и, начиная со второго критического сечения, струя затухает. На участке от первого до второго критического сечения избыточная температура падает меньше, а после второго остается постоянной. При равномерном распределении в помещении выпускных отверстий, создающих однонаправленные струи, подпитываемые обратными потоками, для расчета применяют коэффициент  $k_c$  и не учитывают  $k_g$ .

Изотермические условия характеризуются одинаковыми температурами струи и воздуха помещения. На струю воздействуют только инерционные силы. В неизотермических условиях струя развивается под влиянием инерционных и гравитационных сил, обусловленных разностью плотностей воздуха струи и помещения. Холодная струя, выпущенная горизонтально, опускается вниз, а нагретая – поднимается вверх. Вертикально выпущенная струя может затормозиться на расстоянии  $x_{max}$  и изменить направление движения на обратное. Вертикальная струя, направленная вверх, застиляющаяся на поверхность окна или стены, продолжает движение, настилаясь на потолок, и при охлаждении отрывается от потолка на расстоянии  $x_{отр}$ . Траекторию струи и значения ее параметров рассчитывают с учетом коэффициента неизотермичности  $k_n$ .

Плоские струи находят применение в технике, поскольку сопла прямоугольной формы рассматриваются как перспективные в ряде устройств. Так, в системах вентиляционных установок их применение может обеспечить наилучшую компоновку в обслуживаемом помещении [5].

К основным характеристикам свободной изотермической струи относятся: угол расширения, импульс, скоростной профиль струи.

В справочнике Американского общества инженеров по вентиляции, охлаждению и обогреву отмечено, о расширении воздушной струи, величина которой в свою очередь меняется в пределах от 20° до 24°, при среднем значении – 22°. На угол расширения струи влияет форма и количество отверстий, а также геометрия помещения. Угол расширения можно искусственно увеличить с помощью насадки с лопатками или другого воздухораспределителя, однако на сравнительно коротком расстоянии от отверстия воздушный поток все равно превращается в струи указанного выше типа с углом расширения 20...24°.

При подаче воздушного потока в помещение рассматривается столкновение приточного и внутреннего воздуха характеризующееся импульсом воздушной струи. Поскольку давление в свободной изотермической струе остается постоянным и равно давлению окружающего воздуха, импульс остается одинаковым по всей длине струи. Следовательно, импульс в вентиляционном отверстии равен импульсу в любом поперечном сечении струи.

Исходя из закона сохранения импульса, можно вывести формулу для скорости воздушной струи. В зависимости от формы потока она будет иметь следующее математическое представление.

Осесимметричная или веерная воздушная струя характеризуется выражением [6]

$$\frac{v_x}{v_0} = K \cdot \frac{\sqrt{A_{эф}}}{x}, \quad (2)$$

где  $K$  – выпускной коэффициент, значение которого определяется геометрией выпускного отверстия;

$x$  – расстояние от отверстия, м;

$v_x$  – осевая скорость струи на расстоянии  $x$  от отверстия м/с;

$v_0$  – скорость у вентиляционного отверстия, м/с;

$A_{эф}$  – эффективная площадь вентиляционного отверстия, м<sup>2</sup>;

$$A_{эф} = \frac{L}{v_0}, \quad m^2, \quad (3)$$

где  $L$  – объемный расход воздуха через отверстие, м<sup>3</sup>/ч.

Плоская струя. Для формирования плоской воздушной струи отношение длины и высоты щелевого отверстия должно быть больше 10 [6]

$$\frac{v_x}{v_0} = K \cdot \frac{\sqrt{h}}{x}, \quad (4)$$

где  $h$  – высота щели, м.

При этом распределение скоростей в поперечном сечении струи описывается эмпирической формулой [6]

$$\frac{v}{v_x} = \left[ 1 - \left( \frac{y}{0,3-x} \right)^{1,5} \right]^2, \quad (5)$$

где  $y$  – расстояние до оси воздушной струи, м;

$v$  – скорость воздушной струи на расстоянии  $y$  от оси в плоскости, находящейся на расстоянии  $x$  от отверстия, м/с.

Эта формула позволяет отобразить изовелы скоростей, то есть совокупность точек воздушной струи, имеющих одинаковую скорость.

Температура воздуха, поступающего в помещение, может быть равна температуре окружающей среды или отличаться от нее.

Если температура воздуха, вытекающего из отверстия в неограниченное пространство, отличается от температуры в последнем, тона параметры струи и траекторию ее движения, помимо сил инерции,

оказывают влияние гравитационные силы. Соотношение этих сил обычно определяется величиной критерия Архимеда  $Ar_0$  в приточном отверстии [7, 8, 9].

$$Ar_0 = \frac{g \cdot l_0}{\nu_0^2} \cdot \frac{T_0 - T_{окр}}{T_{окр}}, \quad (6)$$

где  $T_0, T_{окр}$  – абсолютная температура воздуха в плоскости сечения отверстия и окружающей среды, К;  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $l_0$  – определяющий линейный размер, м, для осесимметричных отверстий принимают  $d_o$ , для прямоугольных  $d_{ос}$ , для щелевых – наименьший размер  $b_o$ ;

$$d_{ос} = 4 \cdot d_z = \frac{4 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (a+b)} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a+b}, \quad м, \quad (7)$$

где  $d_z$  – гипотетический диаметр воздуховода круглого сечения, м;  
 $a, b$  – геометрические размеры отверстия, м.

Наибольшее значение для расчётов воздухораспределения имеет поведение струи на основном участке. Осевая скорость непрерывно убывает, а профили скоростей в поперечных сечениях подобны.

Скорость в любой точке струи определяется в зависимости от расстояния  $x$  от места выпуска и расстояния  $y$  по формуле [10]

$$\frac{v_{xy}}{v_0} = \exp \left[ -0,5 \cdot \left( \frac{y}{C \cdot x} \right)^2 \right], \quad (8)$$

где  $C$  – эмпирический коэффициент,  $C = 0,082$ .

При  $Ar > 0,001$  ось неизотермической струи заметно искривляется; при  $t_n > t_o$  струя «всплывает» вверх, при  $t_n < t_o$  струя, наоборот, опускается вниз. Изменение закономерностей движений приточных неизотермических струй по сравнению с изотермическими приводит к несколько иным закономерностям распределения температур в струе. Это учитывается коэффициентом неизотермичности струи  $k_n$  в следующих формулах [10]

$$\frac{v_x}{v_0} = m \cdot k_n \cdot \frac{d_o}{x}, \quad (9)$$

$$\frac{\Delta t_x}{\Delta t_y} = n \cdot k_n \cdot \frac{d_o}{x}, \quad (10)$$

где  $\Delta t_x$  – избыточная температура на оси струи на расстоянии  $x$  от отверстия;  
 $m$  – коэффициент затухания скорости в основном участке;  
 $n$  – коэффициент затухания температуры, зависят от конструкции воздухораспределителя.

Искривленная ось траектории приточной неизотермической струи описывается уравнением [11]

$$\frac{y}{d_o} = \frac{0,5}{m} \cdot Ar \cdot \frac{x}{d_o}. \quad (11)$$

Существует эмпирическая формула для расчета отклонения траектории струи от первоначального направления  $y$ , характеризующая траекторию воздушной струи. Отклонение струи от первоначального направления прямопропорционально разнице температуры приточного воздуха и воздуха, находящегося в помещении.

На холодную настилающуюся струю действуют в вертикальной плоскости две силы. Уже знакомый нам эффект Коанда прижимает струю к потолку, а температурные воздействия отклоняют ее вниз. На определенном расстоянии от приточного отверстия температурное воздействие оказывается сильнее, и струя отрывается от потолка – точка отрыва струи.

Эмпирическая формула позволяет найти расстояние  $x_m$  между вентиляционным отверстием и точкой отрыва. В зависимости от формы струи она имеет следующий вид.

Коническая настилаяся струя характеризуется формулой [6]

$$x_m = \frac{1,6 \cdot K \cdot v_o \cdot A_{эф}}{A_{эф}^{0,75} \cdot \sqrt{\Delta t_0}} \quad (12)$$

Веерная настилаяся струя характеризуется формулой [6]

$$x_m = \frac{3,5 \cdot K^{1,5} \cdot v_o \cdot A_{эф}}{A_{эф}^{0,75} \cdot \sqrt{\Delta t_0}} \quad (13)$$

Траекторию струи после отрыва от потолка можно рассчитать по формуле для отклонения траектории от первоначального направления. При этом расстояние  $x$  в данной формуле измеряется от точки отрыва.

Нормируемые параметры воздуха в рабочей зоне могут обеспечить правильно подобранные воздухораспределители (рис. 3), характеристики которых приведены в таблице.

При кратностях воздухообмена до 10 ч<sup>-1</sup> рекомендуется совмещать вентиляцию с воздушным отоплением.

Высоту установки воздухораспределителей рекомендуется принимать для РР, НРБ, ВЭЦ, ВПЭП до 4 м, для РР, НРБ, ВГК, ВДУМ, ВДШ, ВПК, ВЦ, ВЭПв – 4...6 м, для ВГК, ВЭС – более 6 м от пола [3].

**Таблица** – Характеристики промышленных приточных воздухораспределителей

Наименование воздухораспределительного устройства	Описание	Тип воздушных струй
Настенный воздухораспределитель типа ВГК (рис. 3а)	Обеспечивают сосредоточенную подачу воздуха в производственные и вспомогательные помещения, а также используются для душирования группы постоянных рабочих мест, исполнение с нижним и верхним подводом воздуха. Данный тип воздухораспределителя используется для подачи воздуха выше рабочей зоны.	Компактные струи
Эжекционный воздухораспределитель типа ВЭС (рис. 3б)	Применяется для сосредоточенной подачи воздуха из верхней в рабочую зону производственных помещений системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	Закрученные и конические струи
Воздухораспределитель приколонный регулируемый веерного типа НРБ (рис. 3в)	Применяется для подачи воздуха в производственные помещения с установкой у колонн и стен на высоте 3...5 м от пола с системами отопления и вентиляции с возможностью сезонного регулирования угла наклона лопаток в горизонтальной плоскости (исполнение с верхним и нижним подводом воздуха).	Неполные веерные струи
Решетка воздухоприточная регулируемая типа РР (рис. 3г)	Применяется для подачи воздуха в помещения вспомогательных и общественных зданий системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	Неполные веерные и компактные струи
Воздухораспределитель универсальный, модернизированный типа ВДУМ (рис. 3д)	Применяется для подачи воздуха в помещения производственных и административно-общественных зданий системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	Веерные, конические струи и двухструйные потоки
Воздухораспределитель центробежный типа ВЦ	Применяется для подачи воздуха в производственные помещения горизонтально или вертикально.	Веерные струи
Воздухораспределитель эжекционный центробежный типа ВЭЦ	Применяется для подачи воздуха в верхнюю зону помещений с высоты 4 м и менее в промышленных и административно-общественных зданиях.	Веерные струи
Воздухораспределитель эжекционный потолочный типа ВЭПв	Применяется для подачи воздуха в направлении рабочей зоны производственных помещений сверху вниз с высоты 4 м и более.	Закрученные и конические струи

Окончание таблицы

1	2	3
Воздухораспределитель перфорированный круглый типа ВПК (рис. 3е)	Применяется для рассеянной подачи приточного воздуха в производственные помещения системами вентиляции и кондиционирования воздуха.	Двухструйные потоки
Воздухораспределитель пристенный эжекционный панельный типа ВПЭП (рис. 3ж)	Применяется для подачи воздуха в рабочую зону производственных помещений с избытками тепла и на любом уровне производственных, административно-общественных, лабораторных помещений без избытков тепла.	Закрученные струи и двухструйные потоки
Воздухораспределитель двухструйный шестидиффузорный прямоугольного сечения типа ВДШ (рис. 3з)	Применяется для подачи воздуха в помещения с повышенными требованиями к интерьеру системами вентиляции и кондиционирования воздуха.	Двухструйные потоки

## ВЫВОД

К основным параметрам формирования воздушных приточных струй относится:

- изотермичность струйного течения – влияет на отклонение оси приточной струи относительно горизонта. Изотермичность приточной струи характеризуется критерием Архимеда, влияние на который оказывает разница температур окружающей среды и воздушной струи;
- начальная скорость воздушной струи – влияет на ее проникновение в глубь объема помещения, а также на настиание на поверхность ограждающей конструкции;
- выбор воздухораспределительного устройства – в зависимости от формы отверстий струи подразделяются на плоские, компактные, веерные и конические.

Исследование вышеперечисленных параметров позволит совершенствовать распределение приточного воздуха. Рациональное распределение воздуха снижает энергетические затраты и увеличивает условия комфорта создаваемого микроклимата в рабочей зоне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, Б. С. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебное пособие в 2 ч., ч. 1 / Б. С. Иванов, Е. А. Резчиков, С. П. Крылов. – М. : МГИУ, 2001. – 224 с.
2. Харченко, П. М. Воздушный режим помещения [Текст] / П. М. Харченко, В. П. Тимофеев // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. – 2016. – № 1(7). – С. 234–235.
3. Торговников, Б. М. Проектирование промышленной вентиляции [Текст] : справочник / Б. М. Торговников, В. Е. Табачник, Е. М. Ефанов. – К. : «Будівельник», 1983. – 256 с.
4. Указания по расчету воздухораспределителей [Электронный ресурс] // Арктос-2008. – 2008. – 432 с. – Режим доступа : <http://www.arktika.ru/catalog/VozdRasUkazania-100210.pdf>.
5. Tsutsumi, S. Flow structure of under expanded jet injected from square nozzle [Текст] / S. Tsutsumi, S. Teramoto, K. Yamaguchi // ISABE-2003-1118. – June 2006. – AIAA Journal. – № 44(6). – P. 1287–1291.
6. Теория вентиляции от компании СИСТЕМАИР [Электронный ресурс] // МИР КЛИМАТА. – [2020]. – № 8. – Режим доступа : [www.osnova.od.ua/library/vent-info42.php](http://www.osnova.od.ua/library/vent-info42.php).
7. Дроздов, В. Ф. Отопление и вентиляция [Текст] : в 2 частях, ч. II Вентиляция / В. Ф. Дроздов. – М. : «Высшая школа», – 1984. – 264 с.
8. Бутаков, С. Е. Аэродинамика систем промышленной вентиляции [Текст] / С. Е. Бутаков, д-р техн. наук проф. ; ВЦСПС. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т охраны труда. – Москва : [изд-во и 1-я тип. Профиздата], 1949. – 271 с.
9. Максимов, Г. А. Движение воздуха при работе систем вентиляции и отопления [Текст] / Г. А. Максимов, В. В. Дерюгин. – Ленинград : Издательство литературы по строительству, 1972. – 97 с.
10. Расцепкин, А. Н. Основы теории кондиционирования воздуха [Текст] : учебное пособие / А. Н. Расцепкин, Л. М. Архипова. – Кемерово : КемТИПП, 2006. – 88 с.
11. Рябова, Е. А. Движение неизотермической плоской струи в помещении при инфильтрации воздуха через светопрозрачное ограждение [Электронный ресурс] / Е. А. Рябова // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – № 48. – С. 160–165. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/dvizhenie-neizotermicheskoy-ploskoy-strui-v-pomeschenii-pri-infiltratsii-vozduha-cherez-svetoprozrachnoe-ograzhdenie>.

Получена 14.10.2020





**Рисунок 3** – Современные типы промышленных воздухораспределителей: а) настенный воздухораспределитель типа ВГК; б) эжекционный воздухораспределитель типа ВЭС; в) воздухораспределитель приколонный регулируемый веерного типа НРВ; г) решетка воздухоприточная регулируемая типа РР; д) воздухораспределитель универсальный, модернизированный типа ВДУМ; е) воздухораспределитель перфорированный круглый типа ВПК; ж) воздухораспределитель пристенный эжекционный панельный типа ВПЭП; з) воздухораспределитель двухструйный шестидиффузорный прямоугольного сечения типа ВДШ.

Д. В. ВИБОРНОВ, Б. В. КЛЯУС, А. В. ПЛУЖНИК  
АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ  
ПРИПЛИВНИХ СТРУМЕНІВ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У даній статті був проведений аналіз основних параметрів формування повітряних припливних струменів. До даних параметрів відноситься ізотермічність струменевої течії, яка в свою чергу впливає на відхилення осі припливного струменя відносно горизонту. Ізотермічність припливного струменя характеризується критерієм Архімеда, на який впливає різниця температур навколишнього середовища і повітряного струменя. Початкова швидкість повітряного струменя впливає на її проникнення в глибину об'єму приміщення, а також на настилення на поверхню огорожувальної конструкції. Також важливим параметром формування повітряного струменя є конструкція повітро-розподільного пристрою, за допомогою якого повітряні струмені витікають у приміщення, що обслуговується. Залежно від форми отворів струмені поділяються на плоскі, компактні, віялові і конічні.

**Ключові слова:** припливні струмені, розподіл повітря, вентиляція, поверхня максимального параметра.

DMITRY VYBORNOV, BOGDAN KLYAUS, ANASTASIA PLUZHNIK  
ANALYSIS OF THE MAIN PARAMETERS OF THE FORMATION OF AIR SUPPLY  
JETS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** This article analyzes the main parameters of the formation of air supply jets. These parameters include the isothermality of the jet flow, which in turn affects the deviation of the supply jet axis relative to the horizon. The isothermality of the supply jet is characterized by the Archimedes criterion, which is influenced by the temperature difference between the ambient and the air jet. The initial velocity of the air jet affects its penetration into the interior of the room, as well as its laying on the surface. Also, an important parameter of the formation of the air stream is the design of the air distribution device, with the help of which the air jets flow into the serviced room. Depending on the shape of the holes, the jets are divided into flat, compact, fan and conical.

**Key words:** supply jets, air distribution, ventilation, surface of maximum parameter.

**Выборнов Дмитрий Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в системах теплоснабжения, использование теплонасосных технологий.

**Кляус Богдан Валентинович** – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплогазоснабжения.

**Плужник Анастасия Вадимовна** – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплогазоснабжения.

**Выборнов Дмитро Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження в системах теплопостачання, використання теплонасосних технологій.

**Кляус Богдан Валентинович** – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплогазопостачання.

**Плужник Анастасія Вадимівна** – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплогазопостачання.

**Vybornov Dmitry** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: heatsaving in systems of a heat supply with usage of heat pump technologies.

**Klyaus Bogdan** – Assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat and gas supply systems.

**Pluzhnik Anastasia** – Assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat and gas supply systems.