

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2024, Том 16, № 4 / 2024, Vol. 16, Iss. 4 <https://esj.today/issue-4-2024.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/37SAVN424.pdf>

2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Литвинова, Н. А. Исследование параметров веерных струй в помещениях от приточных устройств с очисткой воздуха зданий / Н. А. Литвинова, В. Н. Азаров, А. Ф. Шаповал, О. А. Степанов // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 4. — URL: <https://esj.today/PDF/37SAVN424.pdf>

For citation:

Litvinova N.A., Azarov V.N., Shapoval A.F., Stepanov O.A. Investigation of the parameters of fan jets in rooms from supply devices with air purification of buildings. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(4): 37SAVN424. Available at: <https://esj.today/PDF/37SAVN424.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 697.92

Литвинова Наталья Анатольевна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Профессор кафедры «Техносферная безопасность»
Доктор технических наук, доцент
E-mail: litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=501472
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57191526844>

Азаров Валерий Николаевич

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: azarovpubl@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=148320
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7004170297>

Шаповал Анатолий Филиппович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Консультант кафедры «Инженерные системы и сооружения»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: shapovalaf@tyuiu.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=778627

Степанов Олег Андреевич

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: stepanova@tyuiu.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=650951

Исследование параметров веерных струй в помещениях от приточных устройств с очисткой воздуха зданий

Аннотация. В статье проведено экспериментальное и теоретическое исследование параметров веерных струй в помещениях от приточных устройств с очисткой воздуха, монтируемых в наружной стене зданий. Определены расчётные параметры скоростей движения воздуха и избыточных температур на оси приточных струй от расстояния от наружной до

противоположной стены с учетом коэффициентов аэродинамического сопротивления воздуха в приточном устройстве с очисткой поступающего воздушного потока и угла наклона струи при подаче воздуха веерными наклонными струями. Авторами представлены расчётные параметры приточных веерных струй от диффузоров универсальных круглого сечения разных марок, которые обеспечивают оптимальный скоростной режим помещения за счет подачи чистого воздуха в верхнюю зону и середину помещения. Результаты авторов позволили получить равномерную подачу воздуха в обслуживаемую зону и соответствие оптимальному и допустимому скоростному режиму для жилых помещений. В статье найдены максимальные избыточные температуры в холодный период года, закономерности данных параметров по мере удаления от наружной стены. Проведены экспериментальные исследования по измерению скорости движения воздуха на оси приточных веерных струй от воздухораспределителей (диффузоров потолочных универсальных), смонтированных вместе с приточной установкой в наружной стене здания, в теплый и холодный периоды года. При использовании всех исследуемых воздухораспределителей расхождение теоретической кривой и опытных данных составило не более 10–15 %, что подтверждает достоверность проведенных экспериментальных исследований.

Ключевые слова: веерные приточные струи; приточные установки с очисткой воздуха; скорость движения воздуха; избыточная температура; наружная стена; воздухораспределители; диффузоры; расход воздуха; помещения

Введение

На схему циркуляции воздушных потоков важное влияние оказывают приточные струи, которые формируются различными воздухораспределителями [1]. От того какая будет выбрана схема подачи приточного воздуха и произведен расчёт параметров струи зависит формирование оптимального микроклимата и показателей качества воздуха во всем помещении.

В настоящее время наиболее распространенные приточные установки с очисткой воздуха, расположенные в наружной стене здания [2–4]. Данные приточные установки образуют наклонные струи в помещениях сверху-вниз. При этом возникает необходимость исследовать приточные струи при использовании различных воздухораспределителей, которые образуют веерные настилающие и неполные веерные компактные струи, совместно с использованием наклонных конических струй, опускающихся вниз помещения. Алгоритм расчёта избыточных параметров веерных струй меняется в зависимости от угла наклона воздухораспределителя и действия силы Архимеда, что требует дополнительных экспериментальных исследований скоростей движения воздушных потоков, максимальных избыточных температур воздуха в приточной струе на оси X при использовании разных воздухораспределителей приточных установок, которые монтируются в наружной стене здания [5; 6]. Использование веерных струй от воздухораспределителей при подаче воздуха сверху-вниз не с потолка помещения, а от наружной стены здания важно для оптимизации воздухообмена, оптимальных скоростей движения воздуха, температур в обслуживаемой зоне, особенно если требуется очистка приточного воздуха по высоте всего здания от наружных источников (котельных, автотранспорта и других) [7–9]. Такая схема подачи воздуха позволяет учитывать качество воздушной среды [10]. При этом необходимо проводить расчеты параметров приточных струй, зная коэффициенты местного сопротивления воздуха, при разных способах его очистки, а также угол наклона воздухораспределителя и его элементов.

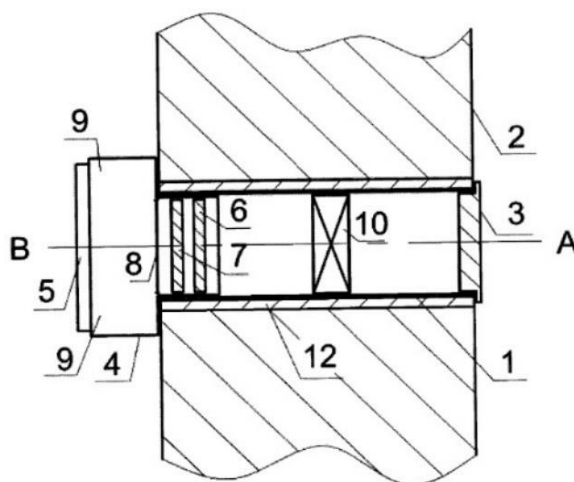
Цель работы — исследовать экспериментально и теоретически параметры веерных струй в помещениях от приточных устройств с очисткой воздуха, монтируемых в наружной стене зданий.

Задачи работы:

1. Определить расчётные параметры скоростей движения воздуха и избыточных температур на оси приточных веерных струй от расстояния от наружной до противоположной стены с учетом коэффициентов аэродинамического сопротивления воздуха ξ в приточном устройстве с очисткой поступающего воздушного потока и угла наклона струи (30^0).
2. Провести экспериментальные исследования по измерению скорости движения воздуха на оси приточных веерных струй от воздухораспределителей ДПУ-К, ДПУ-В, ДПУ-М (диффузоров потолочных универсальных, типоразмеров К, В, М), смонтированных вместе с приточной установкой в наружной стене здания, в теплый и холодный периоды года при расходах воздуха от 50 до 200 м³/ч.
3. Сравнить теоретические и экспериментальные данные параметров скоростей движения воздуха на оси веерных струй от приточных установок с очисткой воздуха с воздухораспределителями ДПУ-К, ДПУ-В, ДПУ-М.

Материалы и методы исследования

Проведены экспериментальные исследования по измерению скорости движения воздуха на оси приточных веерных струй от воздухораспределителей (диффузоров) ДПУ-К, ДПУ-В, ДПУ-М в теплый и холодный периоды года при расходах воздуха от 50 до 200 м³/ч. В отличие от привычного расположения воздухораспределителей (диффузоров) с приточными струями веерными в потолке помещений решено использовать их в приточных установках с очисткой воздуха, монтируемых в наружной стене зданий.



1 — воздухопровод; 2 — наружная стена; 3 — сетка; 4 — съемный воздухораспределитель; 5 — воздухораспределительная решётка; 6, 7, 8 — сменные фильтры адсорбционные: шунгит, цеолит, сорбент на основе портландцемента; 9 — регулятор поступающего расхода воздуха; 10 — вентилятор

Рисунок 1. Экспериментальная установка со съёмными воздухораспределителями (вид сверху) (составлено авторами)

Приточные установки с очисткой воздуха представляли воздухопровод (пластиковый), который монтировался в наружной стене здания, внутри расположен вентилятор (осевой) с регулятором расхода поступающего воздуха от 50 до 200 м³/ч. Внутри воздухопровода круглого сечения расположены фильтры, включающие адсорбенты (шунгит, цеолит, сорбент на основе портландцемента). За основу использовали очищающий клапан приточной вентиляции, на который получен патент на изобретение, эффективность очистки от газообразных

загрязнителей достигала до 96,9–98,9 %.¹ Схема экспериментальной установки с очисткой воздуха с использованием воздухораспределителей ДПУ-К, ДПУ-В, ДПУ-М представлена на рисунке 1.

В данной экспериментальной установке (рис. 1) вместо оголовка прямоугольной формы использовались диффузоры круглые, образующие веерные струи сверху-вниз, но расположенные в наружной стене здания в верхней зоне помещения (1,4 м от поверхности пола), в непосредственной близости от приборов отопления.

Для измерения скорости движения воздуха в помещениях от приточных струй разных воздухораспределителей использовался термоанемометр (testo 315). Скорость движения воздуха определялась в приточной струе на расстоянии X с шагом 0,2 м от наружной стены по длине и высоте всего помещения.

Для проверки достоверности экспериментальных данных в точках измерений определялись расчётным методом: максимальная скорость воздуха (м/с) в приточной веерной струе на расстоянии X , м (V_x); максимальная избыточная температура воздушной среды в приточной струе на расстоянии X ; расстояние от истечения веерной струи до места входа её в обслуживаемую зону по оси, м (X); угол наклона воздухораспределителя (α), в градусах; площадь сечения воздухораспределителя (F_0), м²; геометрическая характеристика приточной веерной струи (H), м; для холодного периода года коэффициент неизотермичности (k_n); коэффициент стеснения (k_c); коэффициент перехода от нормативной скорости движения воздушного потока к максимальной скорости движения воздуха в самой струе (k_b); расход воздуха (L_0), м³/ч; максимальная избыточная температура воздушной среды (Δt_x) в приточной струе на расстоянии X , °С; скоростной коэффициент (m); температурный коэффициент (n).

Основные расчётные параметры определялись с помощью программы Comfort Air. Затем строились графики скоростей движения воздуха от расстояния от наружной до противоположной стены (X) с учетом коэффициентов аэродинамического сопротивления воздуха ξ в приточном устройстве с очисткой поступающего воздушного потока и угла наклона струи (30°) при подаче веерными наклонными струями.

После нахождения расчётных значений скоростей движения воздуха на оси струи проводилось сопоставления с экспериментальными данными на расстояниях 0,2; 0,8; 1,4 м от наружной стены здания.

Учитывались коэффициенты аэродинамических сопротивлений ξ при очистке приточного воздуха адсорбентами из природных материалов и на основе сыпучих и вяжущих материалов, которые получены по результатам экспериментальных данных.

Результаты и обсуждение

При расчётах параметров веерных струй использовались коэффициенты аэродинамического сопротивления ξ от приточных установок с очисткой воздуха адсорбентами (рис. 2).

Результаты расчётных данных максимальной скорости движения воздуха струи на входе в обслуживаемую зону в теплый и холодный периоды года с учетом коэффициентов аэродинамического сопротивления воздуха ξ цеолита и сорбента на основе портландцемента в приточных установках (рис. 2) с воздухораспределителями ДПУ-К, ДПУ-М, ДПУ-В представлены в таблице 1–3 (буквенные обозначения в таблицах в разделе материалы и методы исследований).

¹ Клапан приточной принудительной вентиляции с очисткой воздуха: патент на изобретение Рос. Федерация № 2 744623 С1 / Литвинова Н.А.; заявитель и патентообладатель: ТИУ. № 2020121023; заявл. 2020.06.17; опубл. 2021.03.12. Бюл. № 8. — 5 с.

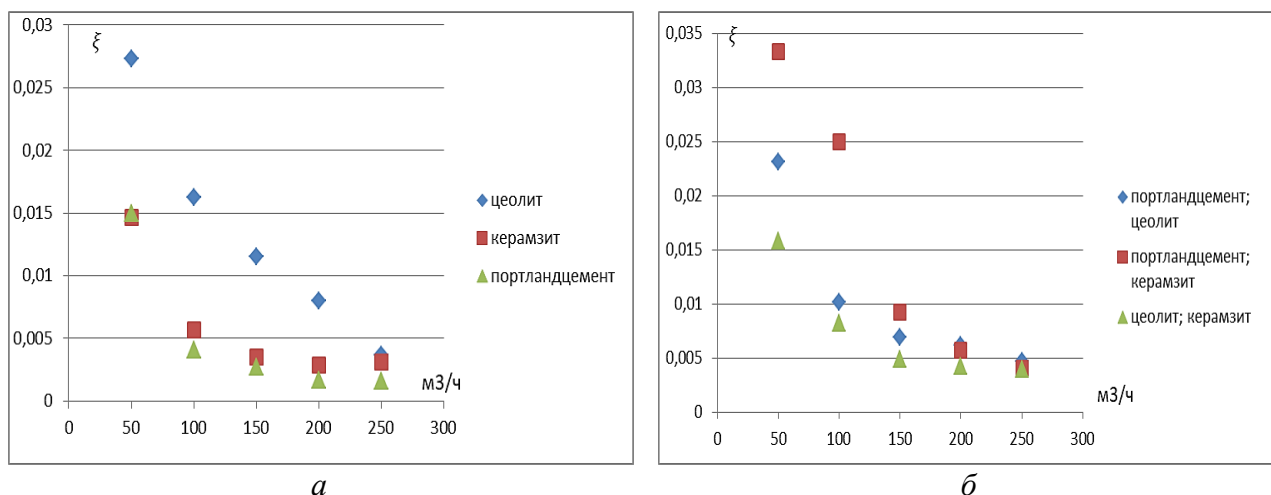


Рисунок 2. Полученные по результатам экспериментальных данных коэффициенты аэродинамического сопротивления воздуха ξ от его расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$) в приточной установке с фильтрами на основе вяжущих, сыпучих строительных материалов, природных адсорбентов (составлено авторами)

Таблица 1

Расчет максимальных параметров воздуха на оси струи в теплый и холодный периоды года от воздухораспределителя ДПУ-К приточной установки с очисткой воздуха в наружной стене здания

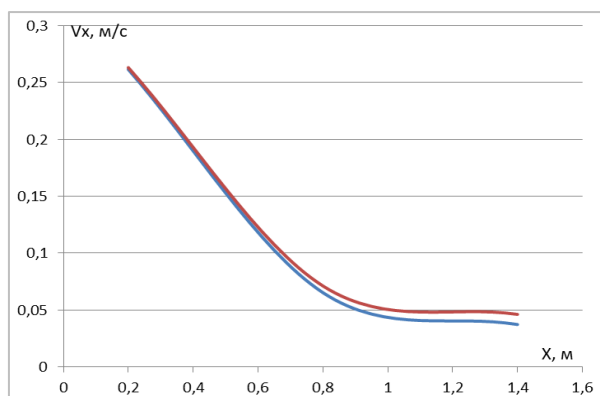
$L_0, \text{м}^3/\text{ч}$	m	n	$X, \text{м}$	$F_0, \text{м}^2$	H	k_n	k_c	k_b	$V_x, \text{м/с}$ теплый период	$V_x, \text{м/с}$ холодный период	$\Delta t_x, \text{°C}$
50	2	1,7	0,2	0,007	2,558	1,006	0,900	1,000	0,261	0,263	4,508
50	2	1,7	0,8	0,007	2,558	1,090	0,900	1,000	0,065	0,071	1,220
50	2	1,7	1,4	0,007	2,558	1,238	0,900	1,000	0,037	0,046	0,793
100	2	1,7	0,2	0,007	2,558	1,006	0,900	1,000	0,523	0,526	4,508
100	2	1,7	0,8	0,007	2,558	1,090	0,900	1,000	0,131	0,142	1,220
100	2	1,7	1,4	0,007	2,558	1,238	0,900	1,000	0,075	0,092	0,793
150	2	1,7	0,2	0,007	2,558	1,006	0,900	1,000	0,784	0,789	4,508
150	2	1,7	0,8	0,007	2,558	1,090	0,900	1,000	0,196	0,214	1,220
150	2	1,7	1,4	0,007	2,558	1,238	0,900	1,000	0,112	0,139	1,238
200	2	1,7	0,2	0,007	2,558	1,006	0,900	1,000	1,046	1,052	4,508
200	2	1,7	0,8	0,007	2,558	1,090	0,900	1,000	0,261	0,285	1,220
200	2	1,7	1,4	0,007	2,558	1,238	0,900	1,000	0,149	0,185	0,793

Составлено авторами

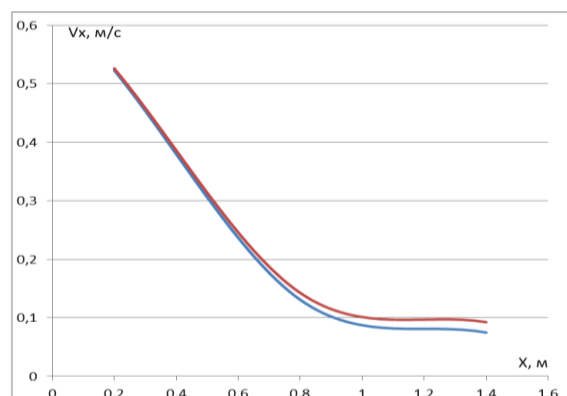
Максимальная избыточная температура воздуха в приточной неизотермической струе на расстоянии $X, \text{°C}$ (табл. 1) в холодный период года от ДПУ-К меняется от 0,7–4,5 $^{\circ}\text{C}$ для 50 $\text{м}^3/\text{ч}$ с расстоянием от 0,2 до 1,4 м от наружной стены соответственно; от 4,5 до 0,79 $^{\circ}\text{C}$ для 100 $\text{м}^3/\text{ч}$; от 4,5 до 1,2 $^{\circ}\text{C}$ для 150 $\text{м}^3/\text{ч}$; от 4,5 до 0,79 $^{\circ}\text{C}$ для 200 $\text{м}^3/\text{ч}$.

Полученные параметры $\Delta t_x, \text{°C}$ меньше нормативных значений для заданных условий эксперимента.

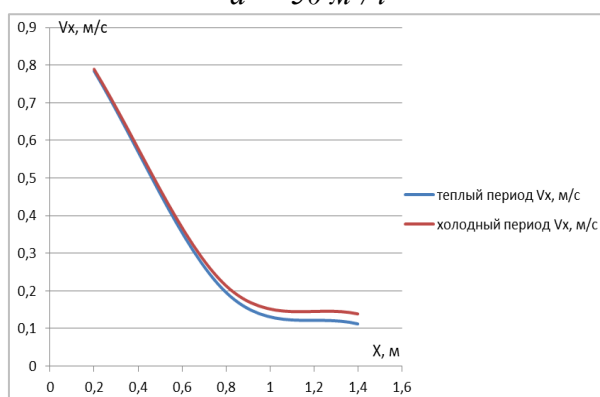
Максимальная скорость движения воздуха V_x по результатам расчётных данных в приточной струе при использовании диффузора ДПУ-К (рис. 3) соответствует оптимальным параметрам для жилых помещений на расстоянии 0,8 метров от наружной стены на высотах 1–1,5 м от поверхности пола в теплый и холодный периоды года: при 50 $\text{м}^3/\text{ч}$ — 0,07–0,08 м/с; при 150 $\text{м}^3/\text{ч}$ — от 0,13–0,14 м/с.



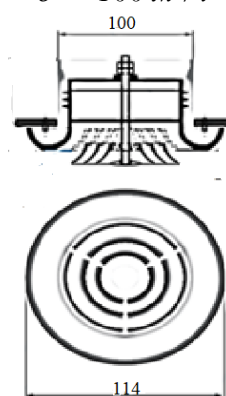
а — 50 м³/ч



б — 100 м³/ч



в — 150 м³/ч



г — конструктивная схема

Рисунок 3. Максимальная скорость движения воздуха V_x на расстояниях X в приточной струе при различных расходах воздуха от воздухораспределителя ДПУ-К (составлено авторами)

Таблица 2

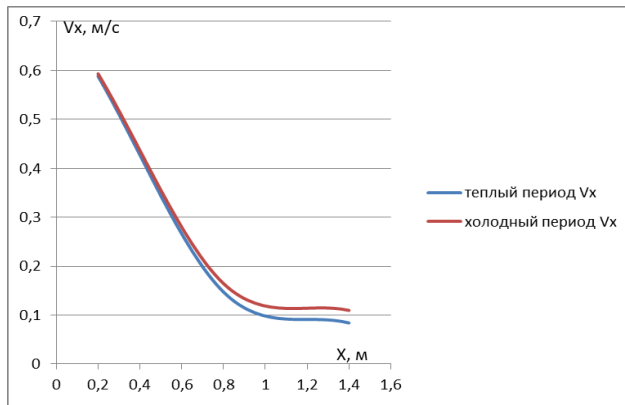
Результаты расчетных максимальных параметров воздуха на оси струи в теплый и холодный периоды года от воздухораспределителя ДПУ-М приточной установки с очисткой воздуха в наружной стене здания

L_0 , м³/ч	m	n	X , м	F_0 , м²	H	k_n	k_c	k_b	V_x , м/с теплый период	V_x , м/с холодный период	Δt_x , °C
50	1,5	1,300	0,200	0,007	2,194	1,008	0,900	1,000	0,196	0,198	3,454
50	1,5	1,300	0,800	0,007	2,194	1,118	0,900	1,000	0,049	0,055	0,958
50	1,5	1,300	1,400	0,007	2,194	1,305	0,900	1,000	0,028	0,037	0,639
100	1,5	1,300	0,200	0,007	2,194	1,008	0,900	1,000	0,392	0,395	3,454
100	1,5	1,300	0,800	0,007	2,194	1,118	0,900	1,000	0,098	0,110	0,958
100	1,5	1,300	1,400	0,007	2,194	1,305	0,900	1,000	0,028	0,037	0,639
150	1,5	1,300	0,200	0,007	2,194	1,008	0,900	1,000	0,588	0,593	3,454
150	1,5	1,300	0,800	0,007	2,194	1,118	0,900	1,000	0,147	0,164	0,958
150	1,5	1,300	1,400	0,007	2,194	1,305	0,900	1,000	0,084	0,110	0,639
200	1,5	1,300	0,200	0,007	2,194	1,008	0,900	1,000	0,784	0,791	3,454
200	1,5	1,300	0,800	0,007	2,194	1,118	0,900	1,000	0,196	0,219	0,958
200	1,5	1,300	1,400	0,007	2,194	1,305	0,900	1,000	0,112	0,146	0,639

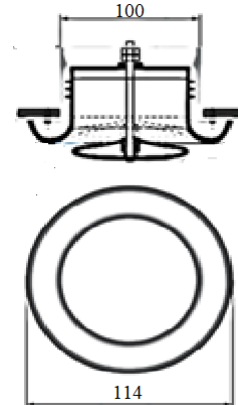
Составлено авторами

Для диффузора ДПУ-М (табл. 2) в приточных установках с очисткой воздуха рекомендуемый по данным расчёта объемный расход воздуха от 200 м³/ч и выше в административных и гражданских зданиях в связи с повышением скорости движения воздуха на оси струи до 0,79 м/с (холодный период года) на расстояниях 0,2 м от наружной стены и на

высоте от 1 до 1,5 м от поверхности пола помещения. Изменения максимальной скорости движения воздуха для расхода воздуха 150 м³/ч представлено на рисунок 4.



а — 150 м³/ч



б — конструктивная схема

Рисунок 4. Максимальная скорость движения воздуха V_x в приточной струе на расстоянии X при использовании воздухораспределителя ДПУ-М (составлено авторами)

Максимальная избыточная температура Δt_x , °С уменьшается по мере удаления от наружной стены от 0,2 до 1,4 м — 3,45 до 0,64°С соответственно при 200 м³/ч (табл. 2). Полученные параметры Δt_x , °С меньше нормативных значений для заданных условий эксперимента.

Для диффузора ДПУ-В приточных установок по результатам расчёта рекомендуемый расход воздуха от 50–150 м³/ч для жилых помещений. Так, на расстоянии 0,8 м скорость движения воздушного потока определена от 0,11 до 0,12 м/с; при 100 м³/ч от 0,24 до 0,25 м/с на высоте от 1 м и выше от поверхности пола (табл. 3, рис. 5).

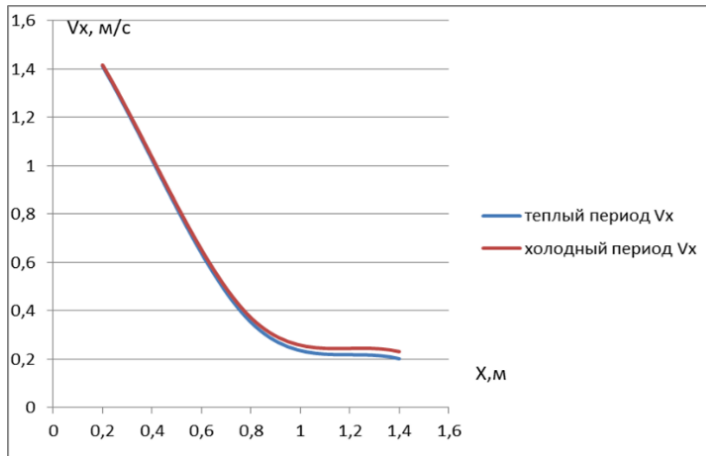
Таблица 3

Расчет максимальных параметров воздуха на оси струи в теплый и холодный периоды года от воздухораспределителя ДПУ-В приточной установки с очисткой воздуха в наружной стене здания

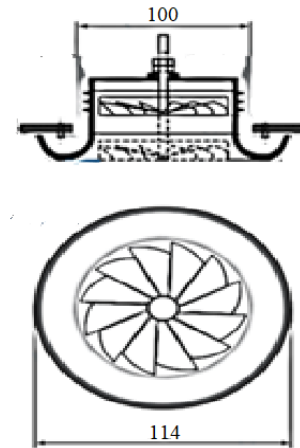
L ₀ , м ³ /ч	m	n	X, м	F ₀ , м ²	H	k _н	k _с	k _в	V _x , м/с теплый период	V _x , м/с холодный период	Δt _x , °С
50	3,60	3,10	0,200	0,007	3,410	1,003	0,900	1,000	0,471	0,472	8,198
50	3,60	3,10	0,800	0,007	3,410	1,052	0,900	1,000	0,118	0,124	2,149
50	3,60	3,10	1,400	0,007	3,410	1,146	0,900	1,000	0,067	0,077	1,338
100	3,60	3,10	0,200	0,007	3,410	1,003	0,900	1,000	0,941	0,944	8,198
100	3,60	3,10	0,800	0,007	3,410	1,052	0,900	1,000	0,235	0,248	2,149
100	3,60	3,10	1,400	0,007	3,410	1,146	0,900	1,000	0,134	0,154	1,338
150	3,60	3,10	0,200	0,007	3,410	1,003	0,900	1,000	1,412	1,417	8,198
150	3,60	3,10	0,800	0,007	3,410	1,052	0,900	1,000	0,353	0,371	2,149
150	3,60	3,10	1,400	0,007	3,410	1,146	0,900	1,000	0,202	0,231	1,338
200	3,60	3,10	0,200	0,007	3,410	1,003	0,900	1,000	1,882	1,889	8,198
200	3,60	3,10	0,800	0,007	3,410	1,052	0,900	1,000	0,471	0,495	2,149
200	3,60	3,10	1,400	1,537	3,410	1,146	0,900	1,000	0,269	0,308	1,338

Составлено авторами

Профиль скоростей движения воздушных масс для ДПУ-К (рис. 6) при 150 м³/ч обеспечивает скорость движения воздуха 0,18–0,16 м/с на высоте 1–1,5 м от поверхности пола, на расстоянии 1,4 м от наружной стены — 0,13–0,15 м/с.



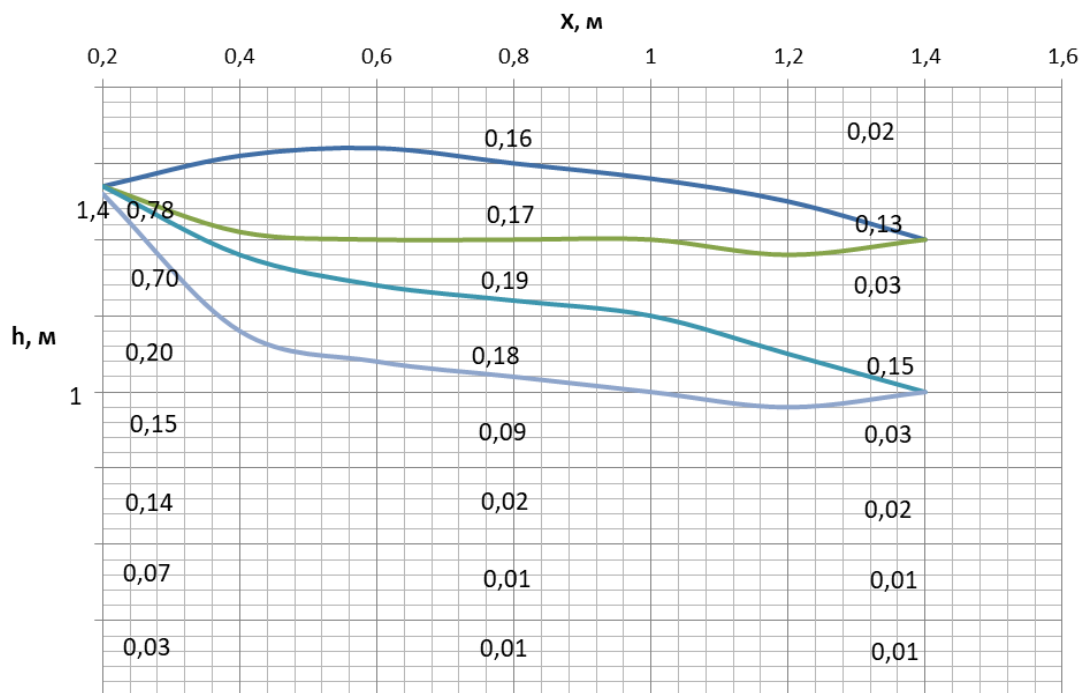
a — 150 м³/ч



б — конструктивная схема

Рисунок 5. Максимальная скорость движения воздуха V_x в приточной струе на расстоянии X при использовании воздухораспределителя ДПУ-В (составлено авторами)

Форма приточной веерной струи ДПУ-К обеспечивает оптимальный скоростной режим помещения за счет подачи чистого воздуха в верхнюю зону (выше 1–1,5 м) и на высотах 0,9–1 м на расстоянии от 1,4 м от наружной стены здания (рис. 6).

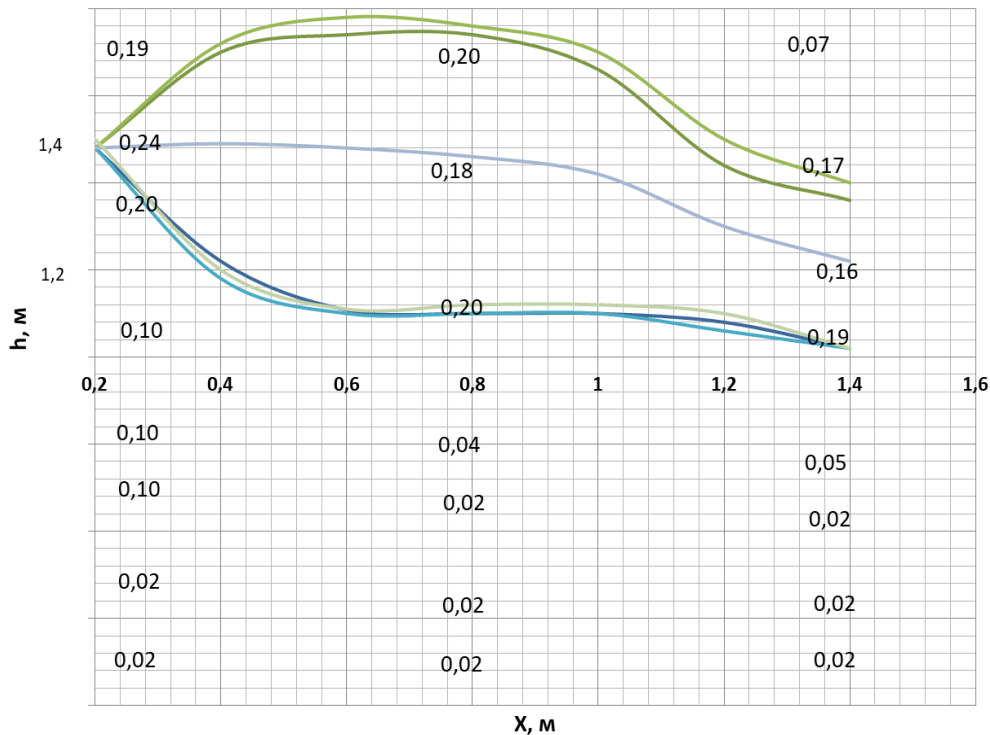


X — расстояние от наружной стены с воздухораспределителем; h — высота от поверхности пола, м

Рисунок 6. Профиль скоростей движения воздуха от приточной установки с очисткой воздуха с воздухораспределителем ДПУ-К, расход воздуха 150 м³/ч (составлено авторами)

На уровне до 1 м от пола помещения скоростной режим выравнивается до постоянного значения 0,02 м/с, что не приведет к сквозняку в нижней зоне помещений.

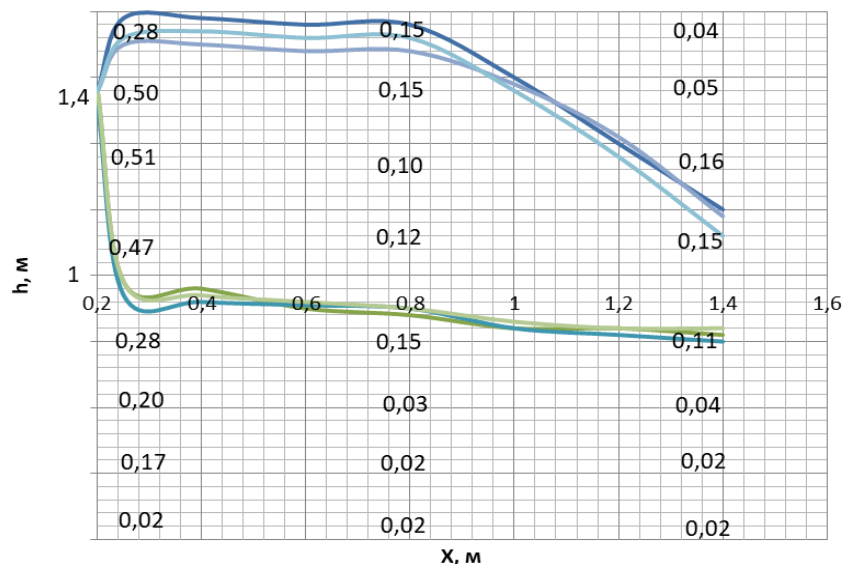
Профиль скоростей движения воздуха от приточной установки с воздухораспределителем ДПУ-В (рис. 7) обеспечивает равномерную подачу воздуха выше 1–1,5 м — 0,10–0,20 м/с на расстоянии 0,8 м от стены и далее, что соответствует оптимальному и допустимому скоростному режиму для жилых помещений при объемном расходе воздуха от 100 м³/ч.



X — расстояние от наружной стены с воздухораспределителем; h — высота от поверхности пола, м

Рисунок 7. Профиль скоростей движения воздуха от приточной установки с очисткой воздуха с воздухораспределителем ДПУ-В, расход воздуха $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ (составлено авторами)

При использовании воздухораспределителя ДПУ-М (рис. 8) скоростной режим достигает $0,15 \text{ м/с}$ в верхней зоне помещения и ниже 1 м от поверхности пола, в обслуживаемой зоне отмечаются заниженные параметры скорости движения воздуха до $0,1 \text{ м/с}$.



X — расстояние от наружной стены с воздухораспределителем; h — высота от поверхности пола, м

Рисунок 8. Профиль скоростей движения воздуха от приточной установки с очисткой воздуха с воздухораспределителем ДПУ-М, расход воздуха $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ (составлено авторами)

Ниже приведены графики сопоставления теоретических значений параметров веерных струй приточных установок с очисткой воздуха с экспериментальными данными в теплый и холодный периоды года (рис. 9).

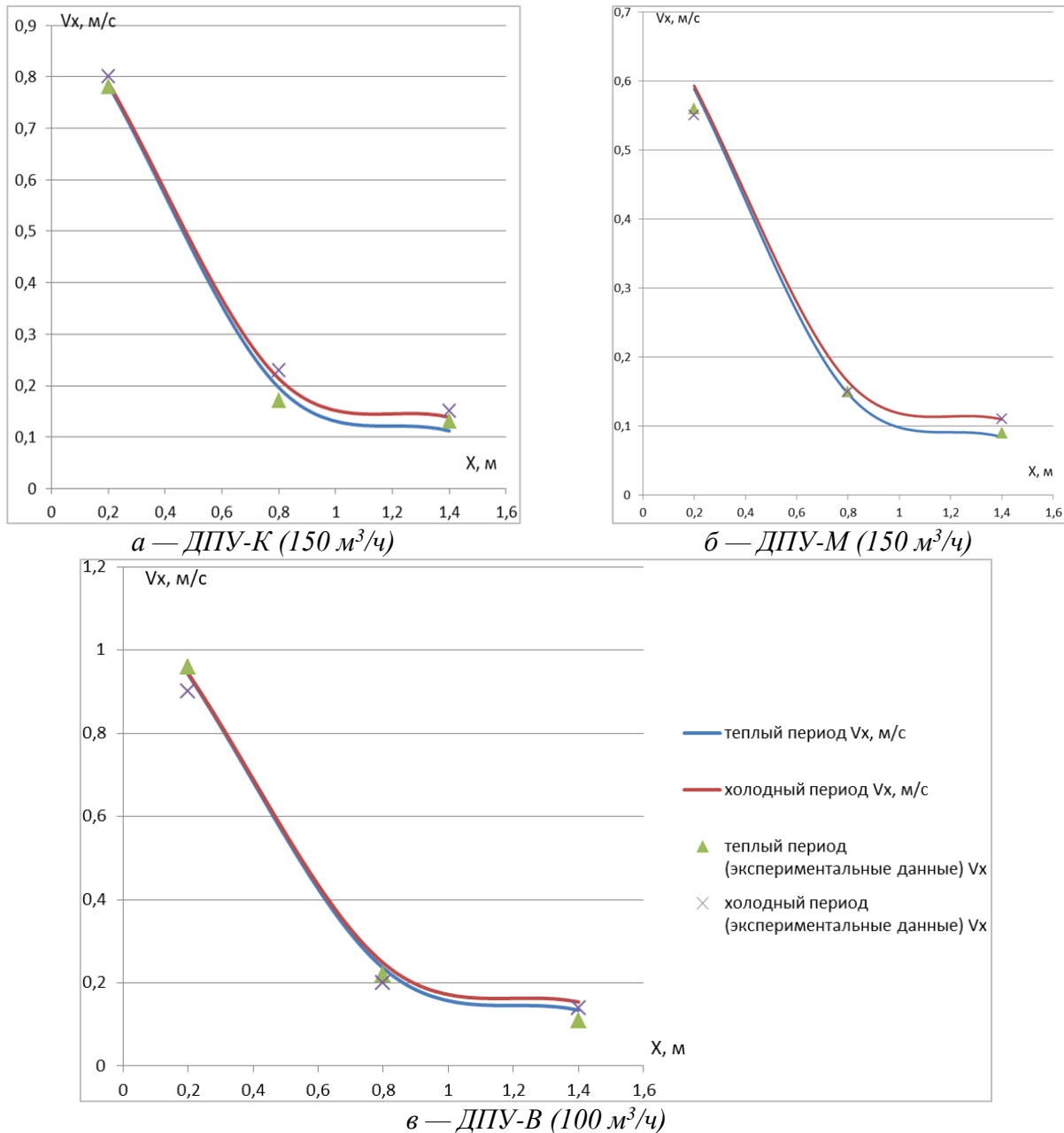


Рисунок 9. Сравнение теоретических и экспериментальных данных параметров скорости движения воздуха на оси приточных струй: синяя и красная линии — теоретический расчет (составлено авторами)

Для воздухораспределителя ДПУ-К расхождение расчётных и экспериментальных данных при расходе воздуха $150 \text{ m}^3/\text{ч}$ составляет не более 3–4 % на расстоянии 0,8 м и высоте от 1 до 1,5 м, на расстоянии 1,4 м — не более 7,7% (рис. 9 а).

Для воздухораспределителя ДПУ-М расхождение расчётных и экспериментальных данных составляет не более 5 % на расстоянии 0,8 м и высоте от пола от 1 до 1,5 м, на расстоянии 1,4 м — не более 8 % (рис. 9 б).

Для воздухораспределителя ДПУ-В расхождение расчётных и экспериментальных данных составляет не более 4–5 % на расстоянии 0,8 м и высоте от 1 до 1,5 м, на расстоянии 1,4 м — не более 10 % (рис. 9 в).

Таким образом, при использовании всех исследуемых воздухораспределителей ДПУ-К, ДПУ-М, ДПУ-В расхождение теоретической кривой и опытных данных составило не более 10–15 % (рис. 9), что подтверждает достоверность проведенных экспериментальных исследований.

Выводы

1. Максимальная избыточная температура воздуха в приточной струе от устройств с очисткой воздуха: для ДПУ-К в холодный период года меняется от 0,7–4,5⁰С для 50 м³/ч с расстоянием от 0,2 до 1,4 м от наружной стены; от 4,5 до 0,79⁰С для 100 м³/ч; от 4,5 до 1,2⁰С для 150 м³/ч; от 4,5 до 0,79⁰С для 200 м³/ч; для ДПУ-М — от 3,45 до 0,64⁰С для 200 м³/ч. Все значения избыточных температур меньше допустимых параметров для заданных условий. Максимальная скорость движения воздуха V_x по результатам расчётных данных в приточной струе при использовании диффузора ДПУ-К соответствует оптимальным параметрам для жилых помещений на расстоянии 0,8 метров от наружной стены на высотах 1–1,5 м от поверхности пола. Для диффузора ДПУ-М в приточных установках с очисткой воздуха рекомендуемый объемный расход воздуха от 200 м³/ч и выше в административных и гражданских зданиях; для диффузора ДПУ-В — от 50–150 м³/ч для жилых помещений.

2. Форма приточной веерной струи от ДПУ-К обеспечивает оптимальный скоростной режим помещения за счет подачи чистого воздуха в верхнюю зону помещения (выше 1–1,5 м от пола). Профиль скоростей движения воздуха от ДПУ-В обеспечивает достаточно равномерную подачу воздуха выше 1–1,5 м от поверхности пола — 0,10–0,20 м/с на расстоянии 0,8 м от стены и далее, что соответствует оптимальному и допустимому скоростному режиму для жилых помещений при объемном расходе воздуха от 100 м³/ч. В нижней зоне помещения скоростной режим при использовании ДПУ-В выравнивается до постоянного значения 0,02 м/с, что не приведет к повышению скорости движения воздуха и сквозняку. При использовании воздухораспределителя ДПУ-М скоростной режим достигает 0,15 м/с в верхней зоне помещения и ниже 1 м от поверхности пола, в обслуживаемой зоне отмечаются заниженные параметры скорости движения воздуха до 0,1 м/с.

3. При использовании всех исследуемых воздухораспределителей ДПУ-К, ДПУ-М, ДПУ-В расхождение теоретической кривой и опытных данных составило не более 10–15 %, что подтверждает достоверность проведенных экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стерлягов, А.Н. Сравнительный анализ работы приточных клапанов в зимний период / А.Н. Стерлягов, М.И. Низовцев // Известия вузов. Строительство. — 2022. — № 4. — С.40–49.
2. Бутцев, Б.И. Приточные устройства — достойное дополнение к герметичным окнам / Б.И. Бутцев // Светопрозрачные конструкции. — 2000. — № 3. — С. 34–36.
3. Литвинова, Н.А. Клапаны с очисткой воздуха от газообразных загрязнителей системы приточной вентиляции / Н.А. Литвинова, В.Н. Азаров // Известия вузов. Строительство. — 2022. — № 4(760). — С. 50–66.
4. Литвинова, Н.А. Рациональное использование клапана приточной вентиляции при прогнозировании качества наружного воздуха зданий городской среды / Н.А. Литвинова // Вестник Евразийской науки. — 2020. Т. 12. — № 2. — С. 10. — URL: <https://esj.today/PDF/41SAVN220.pdf> (дата обращения: 14.07.2024).

5. Мансуров, Р.Ш. Воздушный режим помещений небольшого объема общественных зданий при нестационарном характере работы / Р.Ш. Мансуров, А.И. Мухин, В.И. Костин, Д.А. Омельченко, В.А. Гавриленко, Ю.Г. Соколов // Известия вузов. Строительство. — 2023. — № 9. — С. 46–57.
6. Кривошеин, А.Д. Обеспечение регулируемого притока воздуха в жилых зданиях: проблемы и решения / А.Д. Кривошеин // Вентиляция. Отопление. Кондиционирование: АВОК. — 2018. — № 4. — С. 32–38.
7. Delp W.W, Singer B.C. Performance assessment of US residential cooking exhaust hoods // Environ Sci Technol. — 2012. — Vol. 46(11). — P. 6167–6173.
8. Dor F., Le Moullec Y., Festy B. Exposure of city residents to carbon monoxide and monocyclic aromatic hydrocarbons during commuting trips in the Paris metropolitan area // Journal of the Air and Waste Management Association. — 1995. — Vol. 45(2). — P. 103–110.
9. Taylor J., Shrubsole C., Biddulph P., Jones B., Das P., Davies M. Aylor J., Shrubsole C., Biddulph P., Jones B., Das P., Davies M. Simulation of pollution transport in buildings: the importance of taking into account dynamic thermal effects // Build Serv Eng Res. — 2014. — Vol. 35 (6). — P. 682–690.
10. Kelly F., Anderson H.R., Armstrong B., Atkinson R., Barratt B., Beevers S., Derwent D., Green D., Mudway I., Wilkinson P. Emissions modeling and analysis of air pollution measurements // HEI Health Review Committee. Res Rep Health Eff Inst. — 2011. — № 155. — P. 5–71.

Litvinova Natal'ja Anatol'evna

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=501472

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57191526844>

Azarov Valery Nikolaevich

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia
E-mail: azarovpubl@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=148320

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7004170297>

Shapoval Anatoly Filippovich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: shapovalaf@tyuiu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=778627

Stepanov Oleg Andreevich

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: stepanovoa@tyuiu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=650951

Investigation of the parameters of fan jets in rooms from supply devices with air purification of buildings

Abstract. The article presents an experimental and theoretical study of the parameters of fan jets in rooms from supply air purification devices mounted in the outer wall of buildings. The calculated parameters of air velocities and excess temperatures on the axis of the supply jets from the distance from the outer to the opposite wall are determined, taking into account the coefficients of aerodynamic resistance of the air in the supply device with cleaning of the incoming airflow and the angle of inclination of the jet when air is supplied by fan-shaped inclined jets. The authors present the calculated parameters of supply fan jets from diffusers of universal circular cross-section of different brands, which provide optimal room speed by supplying clean air to the upper zone and the middle of the room. The authors' results made it possible to obtain a uniform air supply to the serviced area and compliance with the optimal and permissible speed limit for residential premises. The article finds the maximum excess temperatures in the cold season, the patterns of these parameters as they move away from the outer wall. Experimental studies have been carried out to measure the air velocity on the axis of the supply fan jets from air distributors (universal ceiling diffusers) mounted together with the supply unit in the outer wall of the building during warm and cold periods of the year. When using all the studied air distributors, the discrepancy between the theoretical curve and the experimental data was no more than 10–15 %, which confirms the reliability of the experimental studies carried out.

Keywords: fan supply jets; supply installations with air purification; air velocity; excessive temperature; external wall; air distributors; diffusers; air flow; rooms