

конвективного и радиационного баланса для условий г. Минска на верхнюю грань твердого тела в виде куба со стороной 10 м (остальные грани были приняты как теплоизолированные), свойства которого были заданы следующими: плотность 1500 кг/м^3 , теплоемкость $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность $1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. В качестве начальной температуры было выбрано значение $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Расчет был выполнен для промежутка времени 10 лет.

Ниже на рис. 1 представлен график изменения температуры расчетного массива грунта на поверхности (на верхней грани), а также на глубине 1 м, 2 м, 3 м, 5 м, 7,5 м и 10 м.

Из рис. видно, что установившийся температурный режим на глубине 5 м наступает после 7 лет расчетного периода, а на глубине 10 м – после 8 лет.

Литература

1. Нерпин, С. В. Физика почвы / С. В. Нерпин, А. Ф. Чудновский. – М.: Наука, 1967. – 584 с.

2. Куртендер, Д. А. Расчет и регулирование теплового режима в открытом и защищенном грунте / Д. А. Куртендер, А. Ф. Чудновский. – Гидрометеорологическое издательство Ленинград, 1966. – 301 с.

3. Богословский, В. Н. Тепловой режим здания / В. Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.

4. Справочник по климату Беларуси. Часть I. Температура воздуха и почвы. – Мн.: Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». Государственный климатический кадастр, 2017. – 85 с.

5. Национальный атлас Беларуси // Минск: Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь, 2002. – 292 с.

УДК 697.9

Исследование текстильных воздухопроводов с целью применения в культовых зданиях

Королева Т. И., Пивоварова С. И.
Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Республика Беларусь

Определены параметры воздушных струй и схемы размещения текстильных воздухопроводов в системах приточной вентиляции культовых зданий для организации воздухообмена с учетом архитектурно-планировочных решений. Предложены схемы раздачи приточного воз-

духа с помощью текстильных воздухораспределителей с использованием микроперфорации и перфорации.

Введение. Современное состояние микроклимата в культовых зданиях во время проведения служб в большие праздники и выходные дни требует улучшить воздухораспределение с учетом энергосберегающих рекомендаций и архитектурно-планировочных решений зданий [1, 2].

В связи с тем, что во время проведения службы в культовом здании от людей выделяется большое количество теплоты, влаги и углекислого газа, а также теплоты и копоти от горящих свечей и лампад, и это приводит к ухудшению микроклимата, появлению плесени и оседанию копоти на стенах и предметах.

Основная задача системы вентиляции в культовом здании – подача достаточного количества приточного воздуха для создания комфортного микроклимата в помещении, с целью ассимиляции выделяющихся вредных веществ [2, 3]. Для решения этой задачи нами рассмотрен вопрос применения текстильных воздухораспределителей в системах приточной вентиляции культовых зданий при мало исследованных способах раздачи воздуха с помощью микроперфорации и перфорации. Данные способы воздухораспределения в приточных системах можно использовать для различных зданий с высотой этажа более 3 м. Вытяжные системы вентиляции следует проектировать в соответствии со стандартами [2, 3].

Основная часть. Способ распределения воздуха в помещении системами с текстильными воздуховодами отличается от стандартных систем тем, что такие системы с тканевыми воздуховодами не имеют диффузоров или решеток, монтируемых в воздуховод [3]. Текстильные воздуховоды уже с момента производства одновременно являются воздухораспределителями и имеют ряд преимуществ перед стальными воздуховодами.

Нами было проведено исследование текстильных воздухораспределителей с различными видами перфорации и микроперфорации на примере четырех образцов приточных системы вентиляции, каждая диаметром 500 мм, длиной 20 м и 3 м. Экспериментальная установка была смонтирована в отдельном помещении и закреплялась поочередно на различной высоте, где и проводились измерения давлений и скоростей воздуха внутри текстильных воздухопроводов и скорости воздуха на расстояниях 0,1 м, 0,5 м, 1 м, 1,5 м и 1,7 м от поверхности текстильного воздуховода [3, 4].

В результате экспериментальных измерений нами были построены эпюры скоростей воздуха внутри воздуховода и графики изменения скорости воздуха в зависимости от расстояния до поверхности воздухораспределителя [5, 6] и составлены схемы подачи воздуха, одна из которых представлена на рис. 1, для экспериментального образца № 1.

В результате экспериментальных исследований впервые по разработанной нами методике для текстильных воздухопроводов на основе существующей методики для стальных воздухопроводов, которая изложена в труде Маловой [7] установлено, что изменение скорости воздуха по длине текстильного воздухопровода не превышает 25–30 %, что способствует равномерному распределению воздуха в помещении. Выявлено, что воздухопроводы с микроперфорацией желательно располагать на небольшом расстоянии 0,2–1 м над рабочей зоной или непосредственно в ней, а с перфорацией – на расстоянии 4–5 м над рабочей зоной помещения для обеспечения нормируемой скорости воздуха в ней.

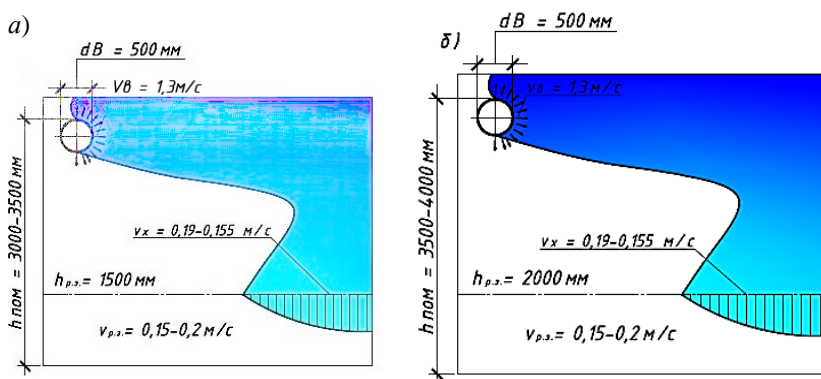


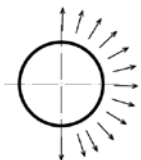
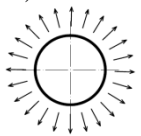
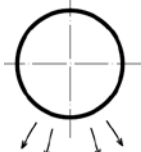
Рис. 1. Схема подачи воздуха через текстильный воздухопроводитель экспериментальный образец № 1 с боковой перфорацией 90° направленной под углом 90°:
 а – с высотой рабочей зоны 1,5 м; б – с высотой рабочей зоны 2 м

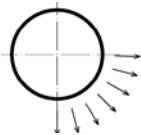
Для измерения аэродинамических параметров воздуха были использованы следующие приборы: газоанализатор Testo 335 с трубкой Пито, термоанемометр МЕГЕОН 11005 с выносным датчиком.

Общие рекомендации по результатам исследований воздухопроводов с помощью текстильных перфорированных воздухопроводов для помещений высотой более 3 метров сведены в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендации по использованию схем приточной вентиляции с текстильными воздухопроводами с перфорацией и микроперфорацией

№ образца	Тип Воздухораспределителя и его схема	Общая характеристика воздухораспределителя	Размещение в помещениях (зданий и сооружений)
1	2	3	4
Образец № 1	<p>Перфорация 90°, направленная под углом 90°</p> 	Направленный в сторону воздушный поток	Верх воздухораспределителя на высоте 3–4 метра от уровня чистого пола помещения; размещать воздухопроводы вдоль стен, колон и арок, что позволит направить воздушный поток в сторону к центру помещения
Образец № 2	<p>Микроперфорация 360° (другое название - микроперфорация 180°, направленная под углом 90°)</p> 	Равномерное распределение потока на выходе из воздухораспределителя	Верх воздухораспределителя на высоте 0,2–1 метров от рабочей зоны; размещать под потолками невысоких помещений, где нет возможности расположить воздухопроводы на большом расстоянии от рабочей зоны
Образец № 3	<p>Перфорация 45° по два ряда симметрично оси, направленная под углом 180°</p> 	Направленный вниз воздушный поток	Применять в зданиях и сооружениях на высоте от 3 до 5 м от рабочей зоны, если архитектура здания позволяет, то желательно размещать воздухораспределители ближе к центру помещения

1	2	3	4
Образец № 4	Микроперфорация 45°, направленная под углом 125° 	Направленный воздушный вниз и в сторону воздушный поток	Верх воздухоораспределителя располагать на высоте 0,2–1 метров от рабочей зоны; удобство размещения вдоль стен помещения; возможно применить оптимально на высоте 2,6 м от уровня чистого пола; для более сосредоточенной подачи воздуха в рабочую зону следует размещать на высоте 2 м от уровня чистого пола

Дополнительно нами проводились измерения для исследования скоростей воздушного потока на границе рабочей зоны данных образцов.

Выводы. Экспериментальные исследования текстильных воздухоораспределителей по разработанной нами методике аэродинамических испытаний, позволили сделать следующие выводы:

1) установлено, что измеренное в рассмотренных экспериментальных образцах внутреннее статическое давление распределяется равномерно по всей длине воздухоораспределителя, обеспечивая равномерное истечение потока воздуха через отверстия перфорации и микроперфорации;

2) в связи с впервые обнаруженным явлением обратного движения воздушного потока внутри воздухопроводов с перфорацией и микроперфорацией в образцах небольшой длины до 3 м, а так же в длинном образце протяженностью 20 м с микроперфорацией, рекомендуем такие воздухоораспределители удлинять на 500–1000 мм, либо увеличить диаметр воздухопровода с перфорацией для снижения скорости, чтобы избежать резких перепадов скорости истечения воздушного потока в конце воздухоораспределителя;

3) для проектировщиков даны рекомендации, приведенные в табл. 1, которые позволят использовать текстильные воздухоораспределители в зданиях сложной архитектурно-планировочной формы с высотой этажа более 3 м без ухудшения эстетических качеств помещений, чтобы создавать оптимальные условия микроклимата в них с соблюдением всех санитарно-гигиенических норм.

Литература

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы. Постановление СМ РБ от 24.02.2021 г. № 103 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь).
2. Культовые здания и сооружения. Здания, сооружения и комплексы православных храмов. Правила проектирования. Культавы будынкi і збудаваннi. Будынкi, збудаваннi і комплексы праваслаўных храмаў. Правiлы праектавання: ТКП 45-3.02-83-2007. – Введ. 01.04.2008. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008 г. – 46 с.
3. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия. Вентыляцыя будынкаў. Павеатраразмеркавальныя прылады. Агульныя тэхнічныя ўмовы: ГОСТ 32548-2013. Введ. 11.06.2015. – Минск: Госстандарт, 2016 г. – 14 с.
4. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Аэродинамические испытания и оценка применения для вытесняющей вентиляции = Вентыляцыя будынкаў. Павеатраразмеркавальныя прылады. Аэрадынамічныя выпрабаваннi і ацэнка прымянення для выцясняючай вентыляцыі: ГОСТ 32549-2013 (EN 12239:2001). Введ. 03.01.2016. – Минск: Госстандарт, 2016. – 12 с.
5. Василевич, Н. А. Особенности проектирования гелиосистемы для механической системы приточной вентиляции культового здания для улучшения его микроклимата / Н. А. Василевич, Д. А. Василевич, С. И. Пивова-рова // Вестник Полоцкого государственного университета. Прикладные науки, Серия Ф. Строительство. – 2019. – № 16. – С. 1–7.
6. Василевич, Д. А. Ресурсо-энергосберегающие системы обеспечения микроклимата в культовых зданиях / Д. А. Василевич, Е. В. Бобкова, Т. И. Королёва, С. И. Пивоварова / Василевич, Д. А. Ресурсо-энергосберігаючі системи забезпечення мікроклімату в культових збудовах // Д. А. Василевич, Е. В. Бобкова, Т. І. Корольова, С. І. Пивоварова // Збірник наукових праць Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. «ENVIRONMENT PROTECT-ION – 2020» присвяч. Всесвітн. дню охорони довкілля, Випуск 1., Київ, 5 черв. 2020 р. / Київськ. націон. ун-т будівн. і архіт.; редкол.: П. М. Куліков П. М. [та інш.]. – Київ, 2020. – С. 118–122.
7. Малова, Н. Д. Рекомендации по проектированию для предприятий пищевой промышленности / Н. Д. Малова. – Москва: ТермоКул, 2005. – 304 с.