

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА



УДК 697.92:127.7

Д.В. АБРАМКИНА, А.О. ИВАНОВА

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ МУЗЕЯ

Одним из наиболее важных требований, предъявляемых к параметрам внутреннего микроклимата в помещениях музеев, является поддержание нормируемой подвижности воздуха у выставочных экспонатов. Для обеспечения высокого качества внутреннего воздуха и низких скоростей приточных вентиляционных струй в обслуживаемой зоне помещения следует предусматривать вытесняющую вентиляцию. Представлен сравнительный расчет двух низкоскоростных воздухораспределителей: свободностоящего и углового.

Ключевые слова: музей, воздухообмен, вытесняющая вентиляция, микроклимат, подвижность воздуха.

DOI 10.32683/0536-1052-2018-719-11-78-83

При проектировании систем кондиционирования воздуха музеев очень важно соблюдать оптимальные параметры микроклимата в основных помещениях. Это связано не только с требованием обеспечения комфортной среды для пребывания посетителей в музеях, но и с необходимостью сохранения исторического облика экспонатов при условии соблюдения нормативных параметров микроклимата. Кроме того, одной из приоритетных задач является обеспечение эксплуатационной надежности и энергоэффективности инженерных систем и коммуникаций [1].

Выбор оптимальной схемы организации воздухообмена выставочных залов зависит от требований, предъявляемых к подвижности воздуха вблизи объектов, несущих историческую и художественную ценность. Согласно СТО НП «АВОК»¹, скорость движения воздуха у экспонатов, не защищенных витринами, не должна превышать 0,15–0,2 м/с. Расположение воздухо-распределительных устройств определяется в зависимости от архитектуры и планировки здания, а также мест размещения музейных экспонатов.

В основных помещениях музеев возможно применение перемешивающей или вытесняющей вентиляции. Как показывают многочисленные

¹ СТО НП «АВОК» 7.7–2018. Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Практические рекомендации «Инновационные технологии и оборудование для создания музейного климата». М.: АВОК-ПРЕСС, 2018. 20 с.

© Абрамкина Д.В., Иванова А.О., 2018

исследования [2–5], вытесняющая вентиляция обладает рядом преимуществ:

- 1) обеспечение высокого качества внутреннего воздуха в обслуживаемой зоне;
- 2) поддержание требуемой относительной влажности воздуха, необходимой для сохранения ценных экспонатов;
- 3) снижение затрат на холодоснабжение, так как для заданной температуры воздуха в обслуживаемой зоне помещения требуется меньшее охлаждение;
- 4) снижение скорости осаждения пылевых частиц на экспонатах за счет термофоретического эффекта;
- 5) возможность подачи значительных расходов воздуха.

Современные методики экспериментальных исследований и численного моделирования уже на стадии проектирования позволяют оценить эффективность воздухораспределения и схемы организации воздухообмена в помещении [6]. Воздушный и тепловой режим помещения зависит от скорости приточных струй, поступающих через воздухораспределительные устройства [7]. При рассмотрении воздушного режима помещений музея необходимо учитывать возможность перетекания воздуха между смежными выставочными залами, что особенно важно в случае применения вытесняющей вентиляции [8].

При установке низкоскоростных воздухораспределителей требуется предусматривать свободное пространство у внутренних ограждающих конструкций или в полу. Если воздух подается непосредственно в помещение, в обслуживаемой зоне могут наблюдаться участки с повышенными значениями скорости воздуха у поверхности пола. Чтобы этого избежать, следует правильно осуществлять подбор воздухораспределителя и направлять приточный воздух параллельно торцевой стенке вне зоны обслуживания. Наличие «сквозняков» характерно для настенных воздухораспределителей.

Свободностоящие низкоскоростные воздухораспределители способны подавать значительные объемы воздуха с помощью микроструй с низкими скоростями непосредственно в зону дыхания человека [9]. Для них также характерно быстрое выравнивание температуры.

Для выбора оптимальной схемы организации воздухообмена в выставочном зале музея были сделаны сравнительные расчеты двух низкоскоростных воздухораспределителей: углового (1ВНУ) и свободностоящего (1ВНК). Расчеты были проведены для картинной галереи, объемный расход приточного воздуха по проекту составил $L = 3100 \text{ м}^3/\text{ч}$, схема помещения представлена на рис. 1.

Расчет и подбор воздухораспределителей основан на теории приточных струй. На основе формулы (1) был сделан расчет максимальной скорости воздуха V_x^{\max} , м/с, в приточной струе на расстоянии x , м, с учетом поправочных коэффициентов

$$V_x^{\max} = \frac{mV_0\sqrt{F_0}}{x} K_c K_v K_n, \quad (1)$$

где m – скоростной коэффициент воздухораспределителя;

V_0 – значение расчетной скорости на выходе из воздухораспределителя, м/с;

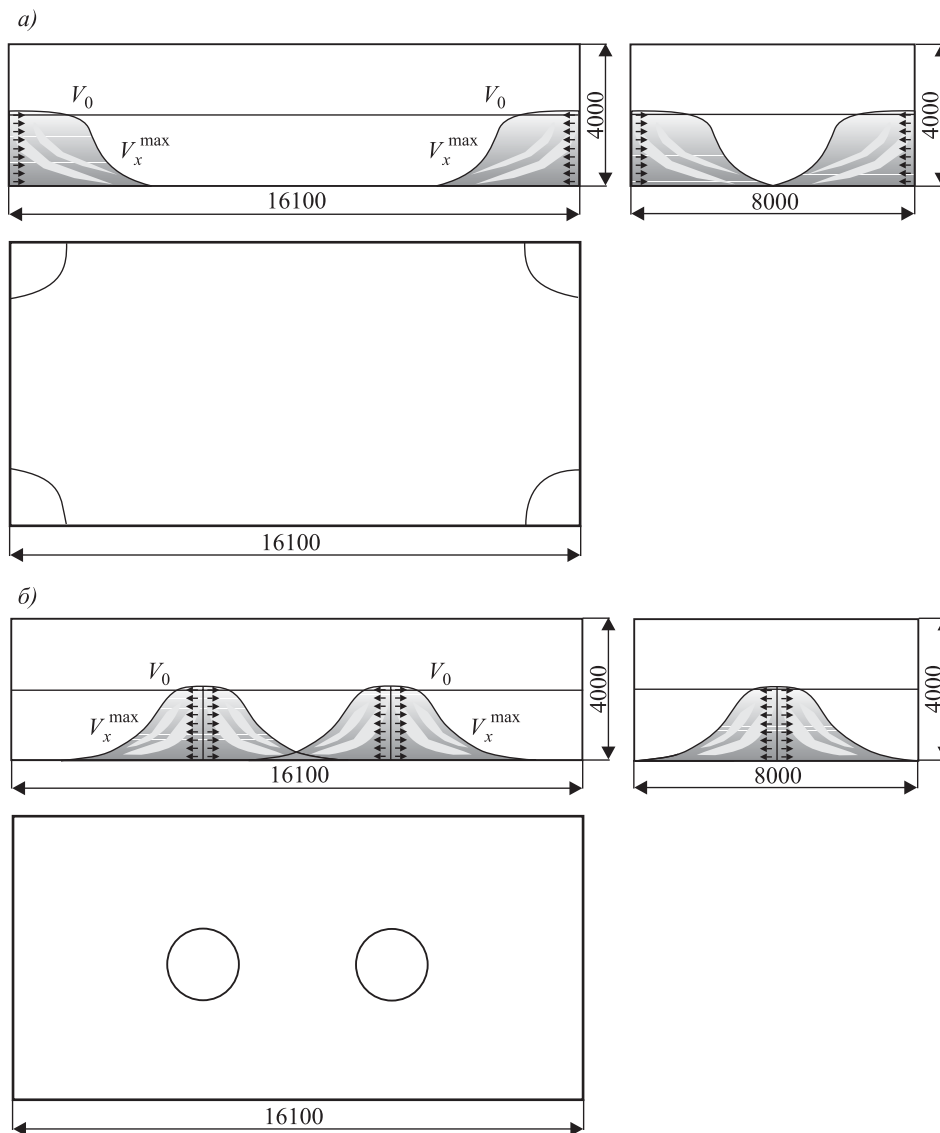


Рис. 1. Схема расположения воздухораспределителей 1ВНУ (а) и 1ВНК (б)

F_0 – площадь живого сечения приточного отверстия воздухораспределителя, m^2 ;

K_c – коэффициент стеснения струи;

K_B – коэффициент взаимодействия струй;

K_H – коэффициент неизотермичности;

x – расстояние от воздухораспределителя.

Результаты и обсуждения. По полученным результатам исследования были построены графики распределения скоростей на расстоянии от воздухораспределителей (рис. 2).

Наиболее подходящим для рассматриваемого помещения будет свободноточащий низкоскоростной воздухораспределитель 1ВНК, так как уже на расстоянии, приблизительно равном 0,9 м от поверхности воздухораспределителя, устанавливается требуемая скорость движения воздуха.

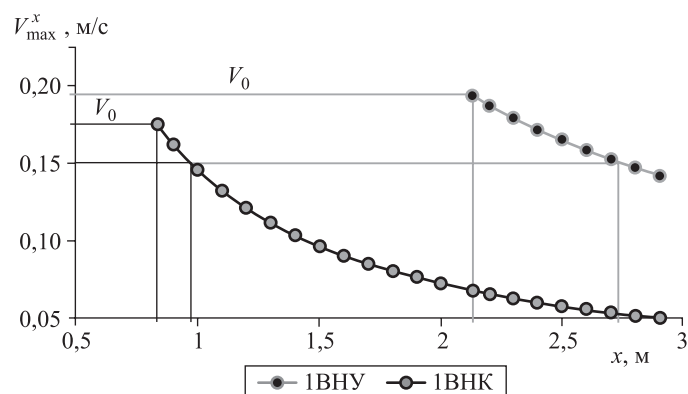


Рис. 2. Графики распределения скоростей на расстоянии от воздухоораспределителей

Так как воздухоораспределитель 1ВНК будет располагаться непосредственно в области пребывания посетителей музея, необходимо проверить условия соблюдения требуемой подвижности воздуха в рабочей зоне помещения V_x , м/с, в соответствии с

$$V_x = KV_n, \quad (2)$$

где K – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе воздуха, зависящей от месторасположения людей и степени тяжести выполняемых работ. Так как при применении вытесняющей вентиляции, люди находятся в зоне прямого воздействия начального участка приточной струи, коэффициент перехода будет равен 1;

V_n – нормируемая скорость движения воздуха², м/с.

Так как люди в помещении выставочного зала музея находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды, то V_n должна быть не более 0,2 м/с. Допустимая скорость движения в струе приточного воздуха не превышает допустимого значения $V_x = 0,2$ м/с на расстоянии 0,8 м от воздухоораспределителя 1ВНК.

Выводы. Для рассматриваемого помещения картинной галереи рекомендуется применять свobodностоящие низкоскоростные воздухоораспределители, расположенные в центре выставочного зала. Такой тип подачи воздуха в помещение позволяет поддерживать требуемую подвижность воздуха для сохранности картин и комфортных условий для пребывания посетителей музея. Для более точных расчетов следует проводить компьютерное моделирование воздушного режима помещений с помощью специализированных программных комплексов [10–11].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Титков Д.Г. Управление температурой внутреннего воздуха в подземном коллекторе для инженерных коммуникаций // Естественные и технические науки. 2017. № 5. С. 169–171.

² СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М., 2016. 104 с.

2. Robkothan C., Muller K., Joneleit R., Burghart S. Ventilation in museums. The options // TROX life magazine. 2013. No. 1. P. 16–17.
3. Ren S., Tian S., Meng X. Comparison of displacement ventilation, mixing ventilation and underfloor air distribution system // International Conference on Architectural, Civil and Hydraulics Engineering (ICACHE 2015), 2015. P. 79–82.
4. Nazaroff W.W. et al. Airborne Particles in Museums. Getty Publications, 1993. 148 p.
5. Budu A., Sandu I. Monitoring of pollutants in museum environment // De Gruiter. 2015. Vol. 9, No. 2. P. 173–179.
6. Саргсян С.В. Исследование способов организации воздухообмена и систем воздухораспределения на физических моделях в лабораторных условиях // Научное обозрение. 2015. № 16. С. 68–71.
7. Рымаров А.Г., Агафонова В.В. Особенности истечения воздуха микроструями // Приволжский научный журнал. 2015. № 1. С. 60–64.
8. Саргсян С.В., Спирина Е.Л., Капля О.А. Температурная стратификация воздуха по высоте помещения при перетекании между смежными помещениями // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 41–45.
9. Рымаров А.Г., Агафонова В.В. Персонализированное воздухораспределительное устройство // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 3. С. 60–63.
10. Тертичник Е.И., Агаханова К.М. Использование программы Mathcad при решении задач воздушного режима здания // Научное обозрение. 2016. № 12. С. 27–32.
11. Burattia C., Palladino D., Moretti E. Prediction of indoor conditions and thermal comfort using CFD Simulations: a case study based on experimental data // Energy Procedia. 2017. Vol. 126. P. 115–122.

Абрамкина Дарья Викторовна, инженер

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Иванова Ангелина Олеговна, бакалавр

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Получено 10.10.18

Abramkina Darya Viktorovna, Engineer

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia

Ivanova Angelina Olegovna, Bachelor

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia

JUSTIFICATION OF AIR DISTRIBUTION SCHEME IN MUSEUMS

One of the most important requirements for internal microclimate parameters in museum halls is to provide rationed air mobility near the exhibits. For ensuring high quality of internal air and low inlet jets velocities in serviced area it is necessary to provide displacement ventilation. The article presents a comparative calculation of two low-speed distributors: freestanding and angular.

Key words: museum, air exchange, displacing ventilation, microclimate, air mobility.

REFERENCES

1. Titkov D.G. Upravlenie temperaturoy vnutrennego vozdukha v podzemnom kollektore dlya inzhenernykh kommunikatsiy [The temperature control internal air in the underground collector for engineering communications]. Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Basic and engineering sciences]. 2017. No. 5. Pp. 169–171. (in Russian)

2. Robkothan C., Muller K., Joneleit R., Burghart S. Ventilation in museums. The options. TROX life magazine. 2013. No. 1. Pp. 16–17.
3. Ren S., Tian S., Meng X. Comparison of displacement ventilation, mixing ventilation and underfloor air distribution system. International Conference on Architectural, Civil and Hydraulics Engineering (ICACHE 2015). 2015. Pp. 79–82.
4. Nazaroff W.W. et al. Airborne Particles in Museums. Getty Publications, 1993. 148 p.
5. Budu A., Sandu I. Monitoring of pollutants in museum environment. De Gruiter. 2015. Vol. 9, No. 2. Pp. 173–179.
6. Sargsyan S.V. Issledovanie sposobov organizatsii vozdukhooobmena i sistem vozdukhoraspredeleniya na fizicheskikh modelyakh v laboratornykh usloviyakh [Study of methods of air exchange and of air distribution system on physical models in the laboratory conditions]. Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. 2015. No. 16. Pp. 68–71. (in Russian)
7. Rymarov A.G., Agafonova V.V. Osobennosti istecheniya vozdukha mikrostruyami [Features of air outflow in micro jets]. Privolzhskiy nauchnyy zhurnal [Scientific journal of Volga]. 2015. No. 1. Pp. 60–64. (in Russian)
8. Sargsyan S.V., Spirina E.L., Kaplya O.A. Temperaturnaya stratifikatsiya vozdukha po vysote pomeshcheniya pri peretekanii mezhdru smezhnymi pomeshcheniyami [Temperature stratification of the air on the ceiling height due to air flow between adjacent areas]. Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. 2016. No. 13. Pp. 41–45. (in Russian)
9. Rymarov A.G., Agafonova V.V. Personalizirovannoe vozdukhoraspredelitel'noe ustroystvo [Personalized air terminal device]. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary equipment]. 2018. No. 3. Pp. 60–63. (in Russian)
10. Tertichnik E.I., Agakhanova K.M. Ispol'zovanie programmy Mathcad pri reshenii zadach vozdušnogo rezhima zdaniya [Using MATHCAD software to solve problems of air balance in a building]. Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. 2016. No. 12. Pp. 27–32. (in Russian)
11. Burattia C., Palladino D., Moretti E. Prediction of indoor conditions and thermal comfort using CFD Simulations: a case study based on experimental data. Energy Procedia. 2017. Vol. 126. Pp. 115–122.