УДК 697.956:331.422.2

С.В. Саргсян, А.Д. Спирин*ФГБОУ ВПО «МГСУ»***РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА
МЕТОДОМ ПОЗОННЫХ
БАЛАНСОВ ЛАБОРАТОРИИ
ИСПЫТАНИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ
И КОНСТРУКЦИЙ
НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ**

Определены особенности организации общеобменной вентиляции в лаборатории испытаний строительных изделий и конструкций. Представлен способ расчета требуемого воздухообмена производственной зоны лаборатории с наиболее полным учетом тепловоздушных процессов в нем. Приведена математическая модель тепло-массообменных процессов и выведена формула расчета требуемого воздухообмена для исследуемого помещения. Дан анализ зависимости высоты установления нижнего контрольного объема от количества воздуха в приточной струе и коэффициента подмешивания.

Ключевые слова: математическая модель, контрольный объем, вентиляция, воздухообмен, микроклимат.

Лаборатория испытаний строительных изделий и конструкций на огнестойкость характеризуется как производственное помещение со значительными избытками теплоты (более 23 Вт/м^3).

Источниками значительного тепловыделения внутри лаборатории являются огневые печи, предназначенные для моделирования высокотемпературных воздействий на строительные конструкции и другие изделия различного типа в условиях возникновения и развития реального пожара.

S.V. Sargsyan, A.D. Spirin**AREA BALANCE METHOD
FOR CALCULATION
OF AIR INTERCHANGE
IN FIRE-RESESTANCE
TESTING LABORATORY
FOR BUILDING PRODUCTS
AND CONSTRUCTIONS**

Fire-resistance testing laboratory for building products and constructions is a production room with a substantial excess heat (over 23 W/m^3).

Significant sources of heat inside the aforementioned laboratory are firing furnace, designed to simulate high temperature effects on structures and products of various types in case of fire development. The excess heat production in the laboratory during the tests is due to firing furnaces.

The laboratory room is considered as an object consisting of two control volumes (CV), in each of which there may be air intake and air removal, pollutant absorption or emission.

In modeling air exchange conditions the following processes are being considered: the processes connected with air movement in the laboratory room: the jet stream in a confined space, distribution of air parameters, air motion and impurity diffusion in the ventilated room.

General upward ventilation seems to be the most rational due to impossibility of using local exhaust ventilation. It is connected with the peculiarities of technological processes in the laboratory.

Air jets spouted through large-perforated surface mounted at the height of 2 m from the floor level, "flood" the lower control volume, entrained by natural convective currents from heat sources upward and removed from the upper area.

In order to take advantage of the proposed method of the required air exchange calculation, you must enter additional conditions, taking into account the provision of sanitary-hygienic characteristics of the current at the entrance of the service (work) area.

Избытки теплоты в лаборатории образуются в процессе проведения испытаний, когда непосредственно осуществляется работа огневых печей. При этом теплоотдача происходит от поверхностей огневых печей как в процессе испытаний, так и после их окончания в процессе остывания. Дополнительное тепло также может выделяться при горении образцов строительных конструкций, подвергающихся огневому воздействию газовых горелок и имеющих в своем составе горючие вещества и материалы.

В случае горения испытываемых образцов образуются мощные конвективные потоки сильно нагретых продуктов сгорания, которые за счет разности плотностей с окружающим воздухом поднимаются к потолочной части помещения, заполняют его, создавая загрязненную «тепловую подушку». При этом в начальный момент времени образуются две характерные зоны: верхняя — зона задымления и нижняя — зона чистого воздуха.

Отметим, что расчетные параметры наружного воздуха, а также требуемые параметры внутреннего воздуха и содержание вредных примесей (газов, паров и пыли) в рабочей (обслуживаемой) зоне помещения нормируются¹. Для обе-

Exhaust air containing pollutants (combustion products), is expelled into the atmosphere by vertical jet discharge. Dividing ventilated rooms into two control volumes allows describing the research process in a ventilated room more accurately and finding the air exchange in the lab room during the tests on a more reasonable basis, allowing to provide safe working conditions for the staff without the use of PPE.

Key words: mathematical model, control volume, ventilation, air interchange, controlled environment.

Fire-resistance testing laboratory for building products and constructions is a production room with a substantial excess heat (over 23 W/m³).

The source of excess heat in the laboratory are firing furnaces, intended for simulating high-temperature effects on building constructions and other products of different type in case of fire development.

The excess heat production in the laboratory during the tests is due to firing furnaces. In this case, the heat comes from the surfaces of firing furnaces, both, during the tests, and after their completion at cooling. Additional heat can also emit during combustion of samples of building constructions exposed to fire effects of the gas burners and consisting of combustible substances and materials.

The combustion of test samples leads to the formation of powerful convective currents of hot combustion products, which rise to the upper part of the room due to the density difference with environmental air, and fill it, creating contaminated "heat cushion". In this case at the initial moment two characteristic areas form: the upper area of smoke formation and the lower area of clean air. It should be noted that the calculated external air conditions and the required internal air conditions as well as the hazardous chemical content (gases, vapors

¹ СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2012.

СанПиН 2.2.4.548—96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М. : Минздрав России, 1997.

ГН 2.2.5.1313—03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М., 2003.

ГН 2.2.5.1314—03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М., 2003.

СП 131.13330.2012. Строительная климатология. М. : Госстрой России, 2013.

спечения заданных параметров микроклимата в рабочей (обслуживаемой) зоне лаборатории в процессе проведения испытаний необходимо выбрать рациональную схему организации общеобменной вентиляции для наиболее характерных случаев распределения вредных выделений по отдельным зонам вентилируемого помещения [1—3].

При выборе двузонной модели каждая зона рассматривается как отдельный контрольный объем. Верхняя зона идентифицируется как верхний контрольный объем (верхний КО), а рабочая (обслуживаемая) зона соответственно, как нижний контрольный объем (нижний КО) [3].

Помещение лаборатории рассматривается как объект, состоящий из двух контрольных объемов (КО), в каждом из которых может быть приток и удаление воздуха, поглощение или выделение вредных веществ. Нижний КО — это область, где необходимо обеспечить требуемые параметры микроклимата согласно санитарным нормам [1]. Верхний КО — область, где величины параметров воздуха косвенно влияют на микроклимат в нижнем КО. Деление вентилируемого помещения на два контрольных объема — условное. Высоту нижнего КО необходимо принимать равной высоте рабочей (обслуживаемой) зоны.

При моделировании условий воздухообмена рассматриваются процессы, связанные с перемещением воздуха в объеме помещения лаборатории: струйные течения в замкнутом пространстве, распре-

and dust) in the work (service) area are subject to limitation¹. To ensure the preset parameters of controlled environment in the work (service) area during the tests, it's necessary to choose a rational scheme of installing general ventilation for the most specific cases of distributing hazardous emissions in separate areas of ventilated rooms [1—3].

In selecting a two-band model, each area is considered as a separate volume control. The top area is identified as an upper control volume (upper CV), work (service) area, respectively, — as a lower control volume (lower CV) [3]. The laboratory room is considered as an object consisting of two control volumes (CV), in each of which there may be air intake and air removal, pollutant absorption or emission. Lower CV is an area, which needs the required parameters of the controlled environment according to sanitary standards [1]. Upper CV is an area where air parameters values indirectly affect the controlled environment in the lower CV. The ventilated room is conventionally divided into two control volumes. The height of the lower CV must be equal to the height of the work (service) area.

In modeling air exchange conditions the authors [4—8] consider the processes connected with air movement in the laboratory room: the jet stream in a confined space, distribution of air parameters,

¹ Requirements SP 60.13330.2012. Heating, Ventilation and Conditioning. Moscow, 2012.

Sanitary Regulations and Standards SanPiN 2.2.4.548—96. Hygienic Demands to the Controlled Environment of Working Areas. Moscow, Ministry of Health of the Russian Federation, 1997.

Hygienic Norms GN 2.2.5.1313—03. Maximum Allowable Concentration of Harmful Substances in Occupational Air. Moscow, 2003.

Hygienic Norms GN 2.2.5.1314—03. Approximate Safe Exposure Level of Harmful Substances in the Air of Working Area. Moscow, 2003.

Requirements SP 131.13330.2012. Building Climatology. Moscow. State Committee for Construction, 2013.

деление параметров воздуха, подвижность воздуха и диффузия примесей в вентилируемом помещении [4—8].

Целесообразно использование местных вытяжных устройств. Максимально близкое расположение их к источникам выделения вредных веществ (печами) и обеспечение направления движения потоков воздуха с вредными примесями с минимальным отклонением от естественного направления движения повышает эффективность их работы. Однако такая организация вентиляции может быть затруднена загромождениями в верхней части помещения (наличие кранбалки над печами и др.), а также разной размерностью источников вредных выделений в зависимости от размеров испытываемых конструкций: площадь горения или площадь выделения продуктов сгорания может составлять у горизонтально ориентированных образцов от 1,5 до 27 м², вертикально ориентированных — от 1,5 до 9 м².

Организация общеобменной вентиляции по схеме снизу-вверх представляется наиболее рациональной из-за невозможности использования местной вытяжной вентиляции. Это связано с особенностями технологических процессов, осуществляемых в помещении лаборатории.

Приточные струи, выпускаемые через крупногабаритные перфорированные поверхности, установленные на высоте до 2 м от уровня пола, «затапливают» нижний контрольный объем, увлекаются естественными конвективными потоками от источников тепловыделений вверх и удаляются из верхней зоны помещения.

Основные характеристики применяемых воздухораспределителей подробно описаны в [9—15].

На рис. 1 изображена общая схема тепловоздушных процессов в помещении производственной зоны лаборатории.

Математическая модель тепло-массообменных процессов для рассматриваемого помещения описывается уравнениями.

air motion and impurity diffusion in the ventilated room. It is advisable to use local exhaust air terminals. Their close location to the sources of pollutant emissions (furnaces) and pollutant air flow moving direction with minimal deviation from the natural moving direction increases the efficiency of their work.

However, the following things may hamper such ventilation: crane beams over furnaces and other things in the upper area, different dimension of sources of pollutant emissions, depending on the size of the test structures: the burning area or exhaust emission area of horizontally oriented samples can vary from 1.5 to 27 m², of vertically oriented samples — from 1.5 to 9 m².

General upward ventilation seems to be the most rational due to impossibility of using local exhaust ventilation. It is connected with the peculiarities of technological processes in the laboratory.

Air jets spouted through large-perforated surface mounted at the height of 2 m from the floor level, "flood" the lower control volume, entrained by natural convective currents from heat sources upward and removed from the upper area. The works [9—15] describe in detail the main parameters of the applied air outlets.

Fig. 1 shows the General scheme of heat emission processes in the work area of the laboratory.

Mathematical model of heat and mass exchange processes for the considered areas is described by equations.

Рис. 1. Общая схема массообменных процессов для вентилируемого объема производственного помещения лаборатории

Fig. 1. The General scheme of mass exchange processes for ventilated volume of the laboratory work area

Для объема помещения в целом (см. рис. 1):

For the volume of the room in general (see fig. 1):

$$G_0 - G_{yx} = 0, \quad (1)$$

$$\Pi_0 G_0 - \Pi_{yx} G_{yx} + M_{BKO} + M_{HKO} = 0, \quad (2)$$

Для нижнего КО (см. рис. 1):

For lower CV (Fig. 1):

$$G_0 + (\beta - 1)G_0 - G_k = 0, \quad (3)$$

$$\Pi_0 G_0 + \Pi_{BKO}(\beta - 1)G_0 - \Pi_{HKO} G_k + M_{HKO} = 0, \quad (4)$$

где G_0 — количество воздуха в приточной струе, м³/ч; G_{yx} — количество уходящего воздуха, м³/ч; G_k — количество воздуха в конвективном потоке над печами, м³/ч; G_{hkc} — количество воздуха в ниспадающем конвективном потоке вдоль наружных ограждений, м³/ч; β — коэффициент подмешивания струи; Π_0 , Π_{yx} , Π_{BKO} , Π_{HKO} — характерные параметры воздуха соответственно в приточной струе, уходящем воздухе, воздухе верхнего КО и нижнего КО; M_{BKO} , M_{HKO} — концентрации потоков вредных выделений соответственно в верхнем и нижнем КО.

Система балансовых уравнений дает возможность установить связь между параметрами приточного воздуха, нижнего и верхнего контрольных объемов помещения.

where G_0 — air supply volume, m³/h; G_{yx} — exhaust air volume, m³/h; G_k — air volume in convective current over furnaces, m³/h; G_{hkc} — air volume in a downward convective current along the outer shell, m³/h; β — current admixture coefficient; Π_0 , Π_{yx} , Π_{BKO} , Π_{HKO} — characteristic air parameter respectively in supply current, in exhaust air, in the air of upper CV and in the air of lower CV; M_{BKO} , M_{HKO} — concentration of hazardous emission current in the upper and the lower CV respectively.

The system of the balance equations allows setting the connection between the supply air parameters, upper and lower control volume of the room.

Формулы для определения требуемого воздухообмена при двузонной математической модели вентилируемого помещения в наиболее общей форме можно вывести из систем балансовых уравнений, составленных для вентилируемого помещения в целом (1), (2) и для нижнего КО (3), (4) по массе и по энергии.

Из уравнения энергетического баланса объема помещения в целом (2) определяем характерный параметр воздуха в верхнем контрольном объеме. Полученная величина подставляется в уравнение (4), выводится формула для определения требуемого воздухообмена.

Требуемый воздухообмен определяется по формуле

$$G_0 = \frac{M_{\text{нКО}} + M_{\text{вКО}} \frac{\beta - 1}{\beta}}{\Pi_{\text{нКО}} - \Pi_0}, \quad (5)$$

где $\beta = \frac{G_{\text{стр}}}{G_0}$ — коэффициент подмешивания струи; $\beta_{\text{к}} = \frac{G_{\text{к}}}{G_0}$ — коэффициент подмешивания конвективной струи.

Общая схема тепло-массообменных процессов (см. рис. 1) позволяет установить взаимосвязь между количеством приточного воздуха и высотой образования нижнего КО (рис. 2) по формуле

$$G_0 = \left[kQ^{1/3} (h + 1,7D)^{5/3} r \right] / \beta, \quad (6)$$

где k — экспериментальный коэффициент, $\text{м}^{4/3}\text{Вт}^{1/3}\text{с}^{-1}$; Q — конвективное тепло-выделение от печи, Вт; h — расстояние от поверхности печи до верха нижнего КО, м; D — гидравлический диаметр поверхности печи, м; r — поправка на положение печи.

The formula to determine the required air exchange in two-band mathematical model of ventilated room in the most general form can be deduced from the system of balance equations, compiled for ventilated room in general (1), (2) and for the lower CV (3), (4) by weight and by energy.

By the equation of room volume energy balance, in General, (2) we determine the characteristic air parameter at the upper CV. The obtained value is substituted into equation (4), the obtained formula calculates the required ventilation.

The required air exchange is calculated by the formula

where $\beta = \frac{G_{\text{стр}}}{G_0}$ — current admixture coefficient; $\beta_{\text{к}} = \frac{G_{\text{к}}}{G_0}$ — convective current admixture coefficient.

The General scheme of heat-mass transfer processes (see Fig. 1) allows finding the interconnection between the supply air and the height of lower CV development (Fig. 2) according to formula

where k is an experimental coefficient, $\text{м}^{4/3}\text{W}^{1/3}\text{s}^{-1}$; Q — convective heat emission from the furnace, W; h — is the distance from the surface to the top of the lower CV, m; D — hydraulic diameter surface of the furnace, m; r — the correction of the furnace position.

Рис. 2. Зависимость высоты установления нижнего КО от количества приточного воздуха G_0 и коэффициента подмешивания β

Fig. 2. The dependence of the height of the lower CV development on the number of supply air G_0 and admixture coefficient β

Чтобы воспользоваться предлагаемым способом расчета требуемого воздухообмена необходимо ввести дополнительные условия, учитывающие обеспечение санитарно-гигиенических характеристик струи при входе ее в обслуживаемую (рабочую) зону.

Комплексный расчет воздухообмена и воздухораспределения проводился с учетом закономерностей струйных течений и особенностей их развития и взаимодействия с конвективными потоками в замкнутом пространстве (стеснение и неизотермичность). При этом учитывались основные характеристики воздухо-распределителей.

Выбрасываемый воздух, который содержит вредные вещества (продукты горения), удаляется в атмосферу факельным выбросом.

Деление вентилируемого помещения на два контрольных объема позволяет более достоверно описать исследуемые процессы в вентилируемом помещении и более обосновано находить требуемый воздухообмен в помещении

In order to take advantage of the proposed method of the required air exchange calculation, additional conditions should be entered, taking into account the provision of sanitary-hygienic characteristics of the current at the entrance of the service (work) area.

Comprehensive air exchange and air distribution calculation considered the laws of jet streams and peculiarities of their development and interaction with the convective currents in closed space (the obstruction and nonisothermality). The main characteristics of air outlets were considered at that.

Exhaust air containing pollutants (combustion products), is expelled into the atmosphere by vertical jet discharge.

Dividing ventilated rooms into two control volumes allows describing the research process in a ventilated room more accurately and find the air exchange in the lab room during the tests on a more reasonable basis, allowing to provide safe working conditions for the staff without the use of PPE.

лаборатории во время проведения испытаний, позволяющий обеспечить безопасные условия труда для обслуживающего персонала без применения средств индивидуальной защиты.

Библиографический список

1. Титов В.П., Саргсян С.В. Универсальная двухзонная модель помещения для расчета требуемого воздухообмена // Охрана труда в промышленности : сб. Пенза, 1991, С. 71—75.
2. Саргсян С.В. Критерии для выбора рациональной схемы организации воздухообмена // Вестник МГСУ. 2011. № 7. С. 341—345.
3. Саргсян С.В. Оптимизация требуемого воздухообмена в теплонапряженных помещениях с применением поверхностных воздухоохладителей // Вестник МГСУ. 2009. Спецвып. 2. С. 456—460.
4. Рымаров А.Г., Савичев В.В. Особенности формирования газового режима помещения при работе источника газового выделения в зависимости от воздухопроницаемости наружного ограждения // Вестник МГСУ. 2009. Спецвып. 1. С. 482—485.
5. Рымаров А.Г. Прогнозирование параметров воздушного, теплового, газового и влажностного режимов помещения здания // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 362—364.
6. А.с. 1112192 А СССР. Система вентиляции цехов / В.П. Титов, В.О. Озеров. № 3374643/29-06 ; заявл. 04.01.82 ; опубл. 97.09.84. Бюл. № 13. 3 с.
7. Рымаров А.Г. Применение теории источников и стоков и комплексного потенциала течения в методе расчета поля скоростей воздуха в помещении // Известия вузов. Строительство. 2000. № 11. С. 66—69.

References

1. Titov V.P., Sargsyan S.V. *Universal'naya dvukhzonnaya model' pomeshcheniya dlya rashcheta trebuemogo vozdukhoobmena* [General Two Area Model for Computation of the Required Air Exchange]. Penza, 1991, pp. 71—75.
2. Sargsyan S.V. Kriterii dlya vybora rationalnoy skhemy organizatsii vozdukhoobmena [Criteria for Selecting Effective Scheme of Air Exchange]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 7, pp. 341—345.
3. Sargsyan S.V. Optimizatsiya trebuemogo vozdukhoobmena v teplonapryazhennykh pomeshcheniyakh s primeneniem poverkhnostnykh vozdukhokhladiteley [Optimization of Demanded Air Exchange in Heat-stressed Rooms with Application of Superficial Air Coolers]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2009, Special issue no. 2, pp. 456—460.
4. Rymarov A.G., Savichev V.V. Osobennosti formirovaniya gazovogo rezhima pomeshcheniya pri rabote istochnika gazovogo vydeleniya v zavisimosti ot vozdukhopronitsaemosti naruzhnogo ograzhdeniya [Formation Features of a Gas Mode of a Room During the Work of a Source of Gas Allocation Depending on Air Permeability of an External Protection]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2009, Special issue no. 1, pp. 482—485.
5. Rymarov A.G. Prognozirovaniye parametrov vozdušnogo, teplovogo, gazovogo i vlazhnostnogo rezhimov pomeshcheniya zdaniya [Forecasting of the Parameters of Air, Thermal, Gas and Moist Modes of a Room of a Building]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction]. 2009, no. 5, pp. 362—364.
6. Titov V.P., Ozerov V.O. A.s. 1112192 A SSSR. *Sistema ventilyatsii tsekhov. № 3374643/29-06; zayavl. 04.01.82; opubl. 97.09.84. Byul №13* [Author's Certificate 1112192 A USSR. System of Ventilation of Manufactories. № 3374643/29-06; report. 04.01.82; publ. 97.09.84. Bulletin №13]. 1984, 3 p.
7. Rymarov A.G. Primenenie teorii istochnikov i stokov i kompleksnogo potentsiala tekheniya v metode rashcheta polya skorostey vozdukh v pomeshchenii [Application of the Theory of Sources and Drains and Complex Capacity of the Current in a Method of Calculating a Field of Air Speeds Indoors]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. [News of the Institutions of Higher Education. Construction]. 2000, no. 11, pp. 66—69.

8. *Титов В.П.* Перетекание воздуха между помещениями здания // Экономия энергии в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : сб. тр. М. : МИСИ, 1985. С. 141—148.

9. *Bunn R.* Cruise Control // CIBSE Building Services Journal. June 1996. No. 6. Pp. 31—33.

10. *Brister A.* A quest for knowledge // CIBSE Building Services Journal. April 1996. Vol. 18. No. 4. Pp. 42—47.

11. *Brown F.* Low energy takes flight // CIBSE Building Services Journal. March 1996. No. 3. Pp. 48—53.

12. *Brister A.* Sound Engineering // CIBSE Building Services Journal. August 1996. No. 8. Pp. 62—65.

13. *Briganti A.* Il Condizionamento dell'Aria. Milano : Tecniche Nuove Edizioni, 2006. 944 p.

14. *Werner Roth H.* From ceiling downwards // CIBSE Building Services Journal. July 1992. No. 7. Pp. 25—32.

15. *Appleby P.* Displacement ventilation: a design guide // Building Services Journal (CIBSE). April 1989. No. 4. Pp. 52—55.

8. *Titov V.P.* Peretekanie vozdukha mezhdu pomeshcheniyami zdaniya [Air Overflowing Between Building Rooms]. *Ekonomiya energii v sistemakh otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha* [Energy Saving in Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems]. Moscow, MISI Publ. 1985, pp. 141—148.

9. *Bunn R.* Cruise Control. CIBSE Building Services Journal. June 1996, no. 6, pp. 31—33.

10. *Brister A.* A Quest for Knowledge. CIBSE Building Services Journal. April 1996, vol. 18, no. 4, pp. 42—47.

11. *Brown F.* Low Energy Takes Flight. CIBSE Building Services Journal. March 1996, no. 3, pp. 48—53.

12. *Brister A.* Sound Engineering. CIBSE Building Services Journal. August 1996, no. 8, pp. 62—65.

13. *Briganti A.* Il Condizionamento dell'Aria. Milano, Tecniche Nuove Edizioni, 2006, 944 p.

14. *Werner Roth H.* From Ceiling Downwards. CIBSE Building Services Journal. July 1992, no. 7, pp. 25—32.

15. *Appleby P.* Displacement Ventilation: a Design Guide. Building Services Journal (CIBSE). April 1989, no. 4, pp. 52—55.

Поступила в редакцию в мае 2014 г.

Об авторах: **Саргсян Самвел Володяевич** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры отопления и вентиляции, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, ventokss@mail.ru;

Спирин Александр Дмитриевич — магистрант кафедры отопления и вентиляции, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, alex.gooseberry@gmail.com.

Для цитирования: *Саргсян С.В., Спирин А.Д.* Расчет воздухообмена методом позонных балансов лаборатории испытаний строительных изделий и конструкций на огнестойкость // Вестник МГСУ. 2014. № 8. С. 127—135.

About the authors: **Sargsyan Samvel Volodyaevich** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Heating and Ventilation, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ventokss@mail.ru;

Spirin Aleksandr Dmitrievich — Master's Degree Student, Department of Heating and Ventilation, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; alex.gooseberry@gmail.com.

For citation: *Sargsyan S.V., Spirin A.D.* Raschet vozdukhoozbmena metodom pozonnykh balansov laboratorii ispytaniy stroitel'nykh izdeliy i konstruktsiy na ognestoykost' [Area Balance Method for Calculation of Air Interchange in Fire-Resistance Testing Laboratory for Building Products and Constructions]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2014, no. 8, pp. 127—135.