

Вентиляция и отопление судостроительных производств

*Д.т.н., профессор А.М. Гримитлин,
НПП «Экоюрус-Венто»;*

д.т.н., профессор Г.М. Позин,

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна»

Ключевые слова: цеха судостроительных заводов; вентиляция; способы подачи приточного воздуха; определение воздухообмена; основные типы местных вытяжных устройств

В настоящее время по заказу Департамента судостроительной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации разрабатывается нормативный документ «Вентиляция и отопление судостроительных цехов». Вторая редакция документа прошла согласование с ведущими судостроительными предприятиями, проектными и научно-исследовательскими организациями. Утверждение документа планируется в декабре 2013 года.

В настоящей статье представлены основные принципы организации воздухообмена в судостроительных цехах, нашедшие свое отражение в новой редакции указанного нормативного документа.

В состав судостроительных заводов входят следующие цеха: корпусообрабатывающие, сборочно-сварочные, окраски и подготовки изоляции, судостроительные, пластмассового судостроения и др. [1]. С точки зрения организации воздухообмена помещения этих цехов относятся к так называемой *первой категории* [2]. Они размещаются, как правило, в зданиях с пролетами шириной от 12 до 36 м. Особых технологических требований к равномерности распределения параметров воздуха по рабочей зоне не предъявляется.

Судостроительные цеха относятся к производственным помещениям, характеризующимся незначительными избытками теплоты (менее 23 Вт/м^2). Выполняемая в этих цехах работа относится к категории работ средней тяжести Пб (ГОСТ 12.1.005-88) [3]. Расчетные параметры наружного и внутреннего климата, а также содержание в воздухе рабочей зоны вредных газов, паров и пыли принимаются в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [4–8].

В судостроительных цехах следует предусматривать вентиляцию с механическим побуждением. Для улавливания вредных веществ непосредственно у места их выделения необходимо устройство местной вытяжной вентиляции.

Следует выбирать наиболее эффективный тип местного отсоса, обеспечивающий требуемый санитарно-гигиенический эффект при наименьшем количестве удаляемого воздуха.

Для повышения эффективности работы местного отсоса и сокращения количества удаляемого воздуха необходимо учитывать следующие положения:

- местный отсос должен быть максимально приближен к источнику выделения вредных веществ;
- отсос следует ориентировать так, чтобы поток вредных веществ при улавливании минимально отклонялся от естественного направления движения;
- форма и размеры отсоса должны соответствовать форме и размерам источника вредных выделений;
- подтекание воздуха к отсосу целесообразно максимально ограничивать стенками, фланцами, свесами;
- при возможности обеспечивать устойчивость потоков вредных веществ и направлять их к местному отсосу с помощью струй;
- работа местных отсосов не должна нарушаться подвижностью воздуха в помещении, создаваемой системами приточной вентиляции, движущимся транспортом, оборудованием и т. п.

Типы рекомендуемых местных отсосов для конкретных видов производств приведены в работах [9–11].

В дополнение к местной вытяжной вентиляции, а также в случае невозможности ее устройства при данном технологическом процессе, следует предусматривать общеобменную вентиляцию.

Рекомендуются следующие способы подачи воздуха [12–14] (рис. 1).

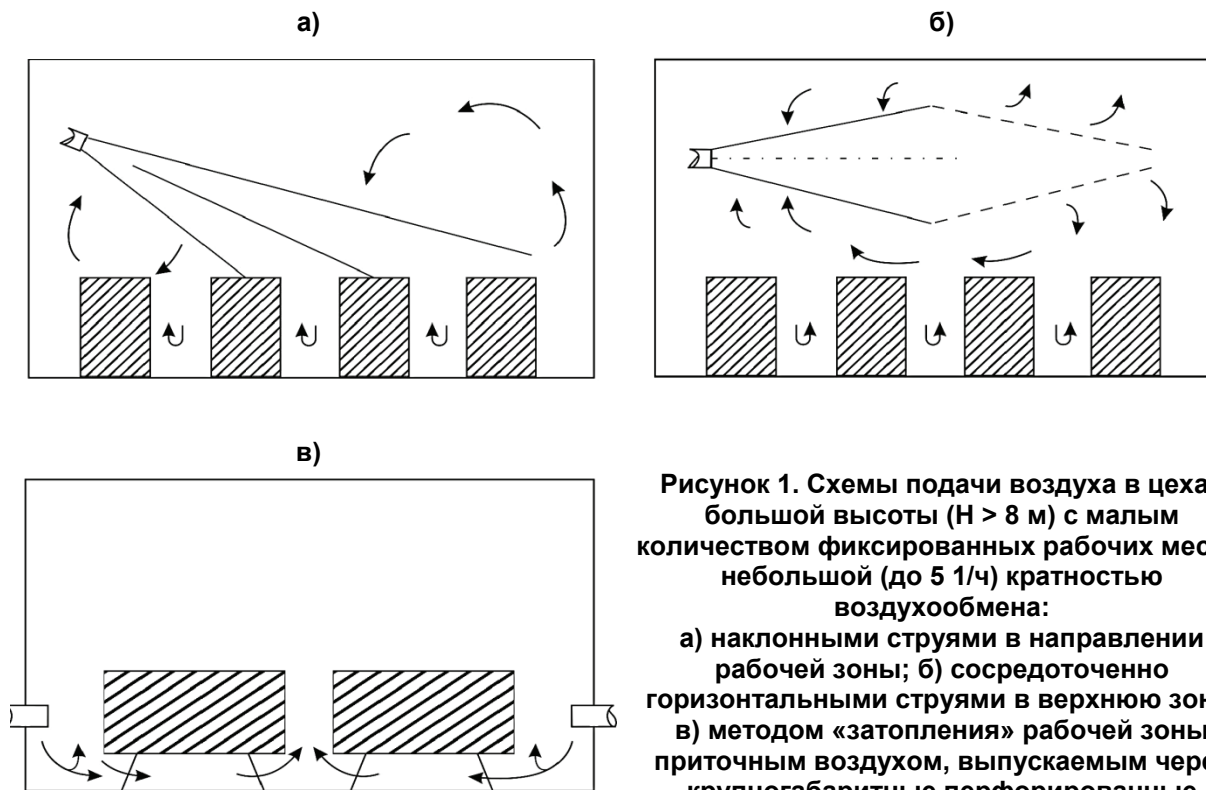


Рисунок 1. Схемы подачи воздуха в цехах большой высоты ($H > 8$ м) с малым количеством фиксированных рабочих мест и небольшой (до 5 1/ч) кратностью воздухообмена:

- а) наклонными струями в направлении рабочей зоны; б) сосредоточенно горизонтальными струями в верхнюю зону; в) методом «затопления» рабочей зоны приточным воздухом, выпускаемым через крупногабаритные перфорированные поверхности с высоты 4–6 м**

Кроме широко известных способов подачи воздуха, приведенных на рисунке 1, в сварочных цехах судостроительных и других предприятий в настоящее время также находит применение система РПВС (рециркуляционная приточно-вытяжная фильтро-вентиляционная установка). Над сварочными постами образуется облако сварочного аэрозоля с повышенной концентрацией вредных выделений. Через него подают горизонтальную плоскую струю, которая эжектирует вредные выделения. В конце развития из нее отбирают загрязненный воздух в количестве, равном расходу на истечение, очищают его и снова направляют в приточный воздуховод. За счет очистки удается уменьшить количество приточного воздуха, подаваемого в помещение.

В производственных помещениях сравнительно небольшой высоты ($H < 8$ м) со значительным количеством фиксированных рабочих мест и кратностью, достигающей 20–30 1/ч, рекомендуются способы подачи воздуха, представленные на рисунке 2.

Основные характеристики воздухораспределительных устройств, используемых в схемах на рисунках 1, 2, приведены в работах [2, 12, 13].

Количество воздуха L , м³/ч, при общеобменной вентиляции определяется по формулам:

- для разбавления вредных паров, газов и пыли:

$$L = L_M \left(1 - \frac{1}{k_z} \right) + \frac{G}{k_z (z_{p.3} - z_0)}, \quad (1)$$

- для поглощения избыточной теплоты:

$$L = L_M \left(1 - \frac{1}{k_t} \right) + \frac{3,6Q}{ck_t (t_{p.3} - t_0)}, \quad (2)$$

где L_m – количество воздуха, удаляемого местной вытяжной вентиляцией, $m^3/ч$; G – количество газовой выделений, поступающих в помещение, $мг/ч$; Q – количество избыточной теплоты, Вт; $t_{p.з}$ – средняя температура воздуха в рабочей зоне, $^{\circ}C$; t_0 – температура воздуха, подаваемого в помещение, $^{\circ}C$; $z_{p.з}$ – средняя концентрация вредных веществ в рабочей зоне, $мг/м^3$; z_0 – концентрация вредных веществ в воздухе, поступающем в помещение, $мг/м^3$; c – объемная теплоемкость воздуха, $кДж/(м^3 \cdot ^{\circ}C)$; k_t , k_z – коэффициенты воздухообмена.

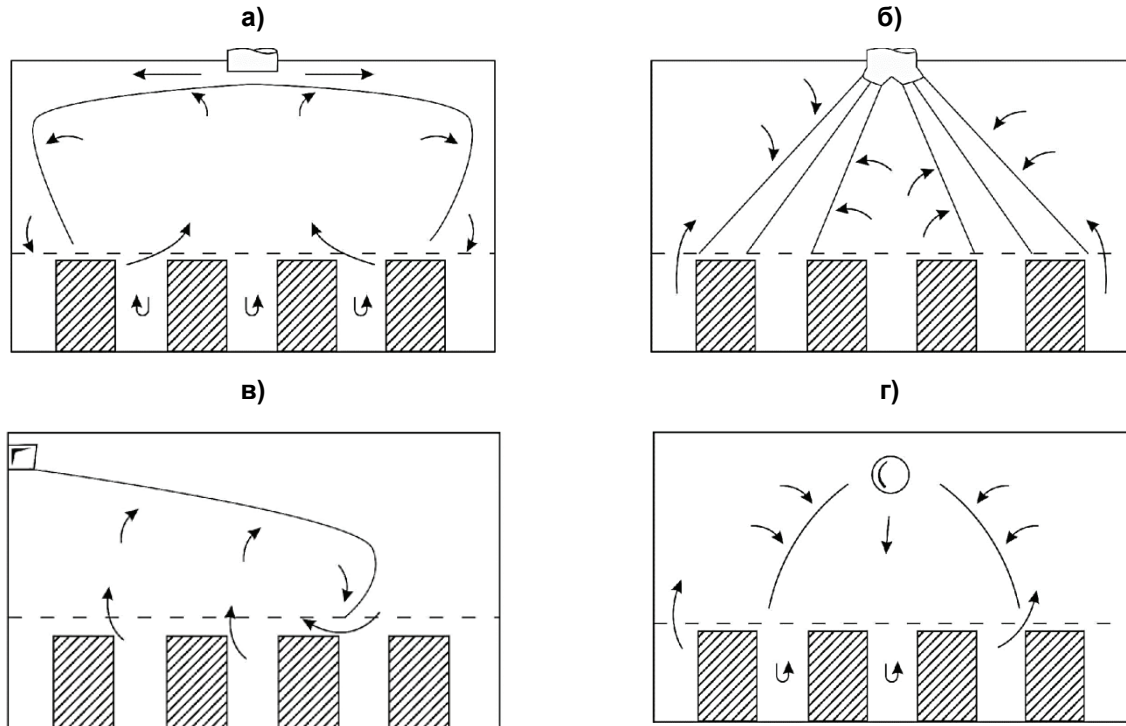


Рисунок 2. Схемы подачи воздуха в цехах небольшой высоты (небольшого объема): а), б) сверху вниз веерными, коническими и компактными струями через воздухораспределители-плафоны; в) горизонтальными неполными веерными и компактными струями в верхнюю зону помещения через вентиляционные решетки; г) сверху вниз плоскими струями через перфорированные воздуховоды

Коэффициенты воздухообмена, характеризующие связь между параметрами воздуха рабочей зоны и параметрами удаляемого воздуха, равны:

- при поглощении вредных паров и газов:

$$k_z = \frac{z_{yx} - z_0}{z_{p.з} - z_0}; \quad (3)$$

- при поглощении избыточной теплоты:

$$k_t = \frac{t_{yx} - t_0}{t_{p.з} - t_0}, \quad (4)$$

где t_{yx} – температура удаляемого воздуха, $^{\circ}C$; z_{yx} – концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, $мг/м^3$.

Величины k_t и k_z зависят от взаиморасположения приточных и вытяжных отверстий, размещения источников выделения вредных веществ и способа подачи приточного воздуха в помещение. Расчет коэффициента воздухообмена изложен в справочнике проектировщика [12] и в методических рекомендациях [15]. Примерные величины k_t и k_z приведены в таблице 1.

Таблица 1. Ориентировочное значение коэффициента воздухообмена

Способ воздухораспределения	Коэффициент воздухообмена	
	по вредным парам и газам k_z	по теплоте k_t
Наклонными струями в направлении рабочей зоны	1,0	1,05
Сосредоточенно горизонтальными струями в верхнюю зону	0,85	0,9
Сверху вниз:		
веерными струями	0,9	0,9
коническими струями	1,0	1,1
компактными струями	1,0	1,15
плоскими струями	1,0	1,05
Горизонтально неполными веерными и компактными струями	1,0	1,05
Методом «затопления» рабочей зоны	1,2	1,2

При оценке эффективности системы организации воздухообмена следует руководствоваться не только величиной коэффициента воздухообмена k_t , но и величиной произведения $k_t(t_{p,z} - t_o)$, стремясь к ее максимуму [16].

Расчет воздухообмена и воздухораспределения следует производить комплексно, базируясь на закономерностях струйных течений с учетом особенностей их развития в вентилируемых помещениях (характеристик воздухораспределительных устройств, взаимодействия, стеснения и неизотермичности струй). Определение количества и типоразмеров воздухораспределителей зависит от условий обеспечения нормируемых значений скорости и температуры в рабочей зоне, равномерности скоростных и температурных полей, обеспечения расчетных схем циркуляции при подаче нагретого и охлажденного воздуха, эффективного использования приточного воздуха [2, 12, 15].

Проведение комплексных расчетов воздухообмена и воздухораспределения рекомендуется осуществлять с использованием разработанного программного комплекса «ПРИВОЗ-W» [17].

В случаях, когда использование инженерных методов для расчетов воздухообмена и воздухораспределения не представляется возможным, допускается применение численных методов расчета.

Рециркуляцию воздуха в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления необходимо предусматривать согласно [4, 18].

Автомобильные и железнодорожные ворота, а также проемы для пропуска листов металла следует оборудовать воздушно-тепловыми завесами.

Локализацию холодных потоков воздуха, поступающих через неплотности у притворов ворот, предназначенных для вывоза крупногабаритных секций и судов, следует производить с помощью воздушных завес, использующих неподогретый воздух помещений и встроенных в полотно ворот.

Для предотвращения прорывания в рабочую зону ниспадающего вдоль наружных стен потока холодного воздуха рекомендуется предусматривать воздушную защиту рабочей зоны в цехах значительной высоты (> 8–10 м) [19].

Выбрасываемый в атмосферу воздух, содержащий вредные вещества, следует очищать. Для более интенсивного рассеивания в атмосфере остаточных количеств вредных веществ целесообразно предусматривать факельный выброс удаляемого воздуха.

В вентиляционно-отопительных системах следует, как правило, использовать вторичные энергетические ресурсы. Целесообразность их использования, выбор схем утилизации теплоты и теплоутилизационного оборудования должны быть обоснованы технико-экономическим расчетом.

В судостроительных цехах рекомендуется предусматривать воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией.

Результаты, изложенные в настоящей статье, использованы при разработке новой редакции основных положений по вентиляции и отоплению судостроительных цехов.

Литература

1. Гримитлин М.И., Тимофеева О.Н., Эльтерман Е.М., Эльянов Л.С. Вентиляция и отопление цехов судостроительных заводов. Л.: Судостроение, 1978. 240 с.
2. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. СПб.: АВОК-Северо-Запад, 2004. 320 с.
3. ГОСТ 12.1.005–88. ССТБ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Госстандарт России, 2000.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 2004.
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
6. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М.: «СТК Аякс», 2003.
7. ГН 2.2.5.1314-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М.: СТК Аякс, 2003.
8. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. М.: Госстрой России, 2003.
9. Местные отсосы // Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Часть 3. Кн.1. М.: Стройиздат, 1992. С. 170–186.
10. Местные вытяжные устройства к оборудованию для сварки и резки металлов: Методические указания по проектированию / ВНИИОТ, ВНИИЭСО. Л., 1980. 52 с.
11. Гримитлин А.М. Современные системы местной вытяжной вентиляции // В кн.: Пути повышения эффективности, экологической безопасности и энергосбережения в системах вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха промышленных предприятий. СПб.: АВОК-Северо-Запад, 2001. С. 23–24.
12. Организация воздухообмена и распределение воздуха в помещениях // Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Часть 3. Кн. 2. М.: Стройиздат, 1992. С. 114–150.
13. Гримитлин М.И., Позин Г.М., Тимофеева О.Н. [и др.] Вентиляция и отопление цехов машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1993. 288 с.
14. Гримитлин А.М., Кондрашов С.Ю., Позин Г.М. Модифицированный способ подачи воздуха методом «затопления» рабочей зоны // В кн.: Новое в теории и практике воздухораспределения в промышленных и общественных зданиях. Л., 1988. С. 49–52.
15. Позин Г.М. Определение количества приточного воздуха для производственных помещений с механической вентиляцией. Методические рекомендации. Л.: ВНИИОТ, 1983. 59 с.
16. Позин Г.М. О точности определения коэффициента воздухообмена // Вестник МГСУ. 2011. №7. С. 319–325.
17. Позин Г.М. О важности научно-обоснованного решения вопросов воздухораспределения // Материалы Второй Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции», МГСУ. М., 2007. С. 141–144.
18. Гримитлин М.И., Позин Г.М., Гримитлин А.М. О рециркуляции воздуха, удаляемого системами местной вытяжной вентиляции // Материалы IV съезда АВОК. М., 1995. С. 159–164.
19. Гримитлин А.М. Энергосбережение в системах промышленной вентиляции. Автореф. дисс. д-ра техн. наук. СПб., 2002. 38 с.

*Александр Михайлович Гримитлин, Санкт-Петербург, Россия
Тел. раб.: + 7(812)336–95–59; эл. почта: mail@eco-yurus.ru*

*Гари Мусеевич Позин, Санкт-Петербург, Россия
Тел. раб.: +7(812)310–37–27; эл. почта: gpozin@mail.ru*

© Гримитлин А.М., Позин Г.М., 2013

doi: 10.5862/MCE.41.1

Air exchange management in shipyard shops

A.M. Grititlin,*Scientific and Production Enterprise "Ekoyurus-Vento", Saint-Petersburg, Russia
+7(812)336-95-60; e-mail: oksanas@avoknw.ru***G.M. Pozin,***Saint-Petersburg State University of Technology and Design, Saint-Petersburg, Russia
+7(812)310-37-27; e-mail: gpozin@mail.ru*

Key words

shipyard shops; ventilation; air supply methods; evaluation of air renewal; main types of local exhausts

Abstract

At the present time a new design document "Ventilation and heating of shipyard shops" commissioned by the Department of shipbuilding industry, Ministry of Industry and Trade of Russian Federation, is being worked out. The second edition of the document was endorsed by the leading shipbuilders, design and research organizations. Government confirmation of the document is planned on December 2013.

The article describes the modern principles of air renewal in the shipyard shops, which will be used in the regulations that are being developed now.

The mechanical ventilation should be provided in the shipyard shops. It is necessary to use local exhaust ventilation to collect harmful substances straight near the place of its dispersion. In addition to the local exhaust ventilation and also if it is impossible to organize it in given engineering process the general ventilation should be provided.

References

1. Grititlin M.I., Timofeeva O.N., Elterman E.M., Elyanov L.S. *Ventiliatsiya i otopleniye tsekhov sudostroitelnykh zavodov* [Ventilation and heating of shipyard shop] Leningrad: Sudostroyeniye, 1978. 240 p. (rus)
2. Grititlin M.I. *Raspredeleniye vozdukha v pomeshcheniyakh* [Air distribution in premises]. Saint-Petersburg: AVOK-Severo-Zapad, 2004. 320 p. (rus)
3. GOST 12.1.005–88. SSTB. *Obshchiye sanitarno-gigiyenicheskiye trebovaniya k vozdukhу rabochey zony* [General hygiene and sanitary requirements for the working zone air]. Moscow: Gosstandart Rossii, 2000. (rus)
4. SNiP 41-01-2003. *Otopleniye, ventiliatsiya i konditsionirovanie* [Building code 41-01-2003. Heating, ventilation and conditioning]. Moscow, 2004. (rus)
5. SanPiN 2.2.4.548-96. *Gigiyenicheskiye trebovaniya k mikroklimatu proizvodstvennykh pomeshcheniy* [Hygienic requirements for the microclimate of the working area]. Moscow: Minzdrav Rossii, 1997. (rus)
6. GN 2.2.5.1313-03. *Predelno dopustimyye kontsentratsii (PDK) vrednykh veshchestv v vozdukhе rabochey zony* [Threshold limit value (TLV) of harmful substances in the working zone air]. Moscow: STK Ayaks, 2003. (rus)
7. GN 2.2.5.1314-03. *Orientirovochnyye bezopasnyye urovni vozdeystviya (OBUV) vrednykh veshchestv v vozdukhе rabochey zony* [Tentative safe exposure level of harmful substances in the working zone air]. Moscow: STK Aiaks, 2003. (rus)
8. SNiP 23-01-99*. *Stroitel'naya klimatologiya* [Building code 23-01-99*. Building climatology]. Moscow: Gosstroy Rossii, 2003. (rus)
9. *Vnutrenniye sanitarno-tekhnicheskiye ustroystva. Spravochnik proektirovshchika* [Interior sanitary ware. Designer's reference]. Part III. Book 1. Chapter 8. Moscow: Stroyizdat, 1992. Pp. 170–186. (rus)
10. *Mestnyye vytyazhnye ustroystva k oborudovaniyu dlya svarki i rezki metallov: Metodicheskiye ukazaniya po proektirovaniyu* [Local drafting devices to the equipment for welding and cutting of the metal: Instructional guidelines on the designing]. VNIOT, VNIIESO. Leningrad, 1980. 52 p. (rus)
11. Grititlin A.M. *Puti povysheniya effektivnosti, ekologicheskoy bezopasnosti i energosberezheniya v sistemakh ventilyatsii, otopleniya i konditsionirovaniya vozdukha promyshlennykh predpriyatiy* [The ways

- of improving the effectiveness, environmental safety and energy-saving in the ventilation, heating and air conditioning systems of industrial plants]. AVOK-Severo-Zapad, 2001. Pp. 23–24. (rus)
12. *Vnutrenniye sanitarno-tekhnicheskiye ustroystva. Spravochnik proektirovshchika* [Inner sanitary devices. Designer's handbook]. Part 3. Book 2. Moscow: Stroyizdat, 1992. Pp. 114–150. (rus)
 13. Grititlin M.I., Pozin G.M., Timofeeva O.N. [et al]. *Ventilyatsiya i otopleniye tsekhov mashinostroitelnykh predpriyatiy* [Ventilation and heating of machine-building factories' workshops]. Moscow: Mashinostroenie, 1993. 288 p. (rus)
 14. Grititlin A.M., Kondrashov S.Yu., Pozin G.M. *Novoye v teorii i praktike vozdukhoraspredeleniya v promyshlennykh i obshchestvennykh zdaniyakh* [New in the theory and practice of air distribution in industrial and public buildings]. Leningrad, 1988. Pp. 49–52. (rus)
 15. Pozin G.M. *Opredeleniye kolichestva pritochnogo vozdukha dlya proizvodstvennykh pomeshcheniy s mekhanicheskoy ventilyatsiyey. Metodicheskiye rekomendatsii* [Quantification of incoming air for working area with mechanical ventilation. Guidelines]. Leningrad: VNIOT, 1983. 59 p. (rus)
 16. Pozin G.M. *Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering*. 2011. No.7. Pp. 319–325. (rus)
 17. Pozin G.M. *Materialy Vtoroy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Teoreticheskiye osnovy teplogazosnabzheniya i ventilyatsii»* [Materials of the Second International scientific and technical conference "Theoretical foundations of heat and gas supply"]. MSUCE. Moscow, 2007. Pp. 141–144. (rus)
 18. Grititlin M.I., Pozin G.M., Grititlin A.M. *Materialy IV syezda AVOK* [Materials of IV AVOK congress]. Moscow, 1995. Pp. 159–164. (rus)
 19. Grititlin A.M. *Energoberezheniye v sistemakh promyshlennoy ventilyatsii* [Energy-saving in the industrial ventilation systems]. Abstract of doctoral thesis. Saint-Petersburg, 2002. 38 p. (rus)

Full text of this article in Russian: pp. 7–11