

УДК 628.8

**Посохин В.Н.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: [posohin@kgasu.ru](mailto:posohin@kgasu.ru)

**Сафиуллин Р.Г.** – доктор технических наук, доцент

E-mail: [safiullin\\_rinat@mail.ru](mailto:safiullin_rinat@mail.ru)

**Гибадуллин А.А.** – студент

E-mail: [stiffler\\_ga@mail.ru](mailto:stiffler_ga@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Экспериментальное исследование характеристик центробежного эжекционного воздухораспределителя**

#### **Аннотация**

Исследована работа модифицированной конструкции центробежного эжекционного воздухораспределителя, предназначенного для непосредственного смешения теплого воздуха помещения с приточным воздухом и подачи смеси в рабочую зону помещения.

Представлены результаты экспериментального определения сопротивлений и эжектирующей способности воздухораспределителя в зависимости от геометрии последнего. Полученные данные позволяют определить требуемые параметры конструкции, создать методику расчета и подбора из параметрического ряда центробежных эжекционных воздухораспределителей.

**Ключевые слова:** центробежный воздухораспределитель, эжекция, сопротивление.

Среди воздухораспределителей, применяемых в общественных зданиях, особое место занимают устройства эжекционного типа. Их широкое использование в последнее время объясняется простотой конструкции, надежностью в эксплуатации и относительно низкими удельными энергозатратами [1-4].

Известен ряд конструкций центробежных воздухораспределителей, использующих эффект эжекции для подмешивания рециркуляционного воздуха непосредственно из помещения [5-7]. Применение таких воздухораспределителей позволяет избежать устройства рециркуляционных воздуховодов, а также секций смешения в приточных центрах. Широкому распространению центробежных эжекционных воздухораспределителей препятствует отсутствие данных об аэродинамических характеристиках (коэффициенты местного сопротивления, эжектирующая способность).

В этой статье описаны результаты экспериментального исследования конструкции, схема которой приведена на рис. 1 и, в основном, соответствует серии «Воздухораспределители центробежные типа ВЦ» [8]. К вихревой камере 1 воздух подводится тангенциально через патрубок 2 размером 30×75 мм. Закрученный поток выходит затем через насадок 3 диаметром  $d=150$  мм. Типовая конструкция дополнена патрубком с профилированным входом (коллектором) 4, через который воздух из помещения подсасывается внутрь корпуса. Причиной эжекции является разрежение, которое образуется в приосевой зоне вихревой камеры.

Целью исследования является определение аэродинамических характеристик воздухораспределителя, а именно коэффициента эжекции и коэффициента местного сопротивления.

Схема экспериментальной установки показана на рис. 2. Воздух нагнетается в камеру статического давления 1, откуда через профилированный коллектор 2 ( $d_1 = 100$  мм) выходит в воздуховод, к которому присоединен испытуемый воздухораспределитель 3. На верхней крышке последнего имеется отверстие, снабженное профилированным коллектором 4. Диаметр коллектора в опытах меняется ( $d_2 = 25; 50; 100; 125; 150$  мм).

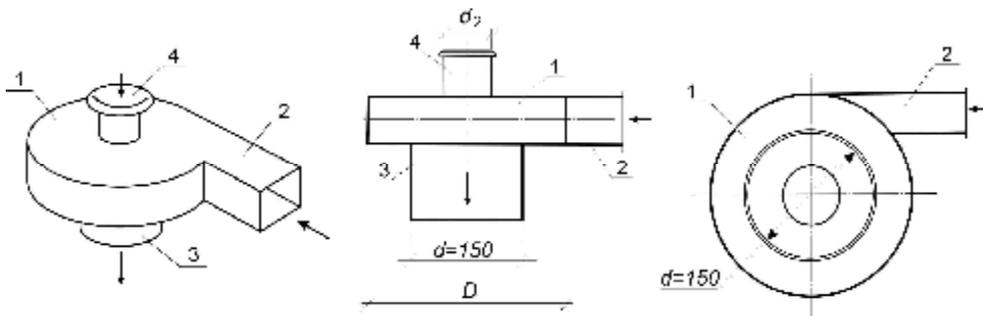


Рис. 1. Схема центробежного эжекционного воздухораспределителя

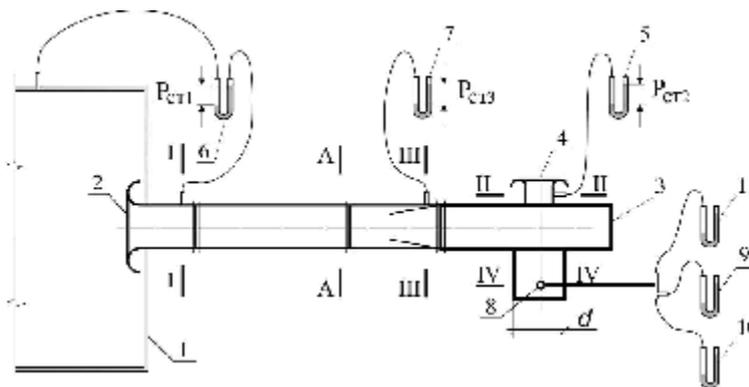


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

Присоединительный воздуховод на участке от камеры давления до сечения А-А выполнен круглым диаметром 100 мм, далее – переход на сечение 30×75 мм. Микроманометры 5, 6 предназначены для измерения избыточных статических давлений в патрубках коллекторов ( $P_{ст1}$ ,  $P_{ст2}$ ), микроманометр 7 – для измерения статического давления в патрубке перед воздухораспределителем  $P_{ст3}$ .

В выходном сечении патрубка воздухораспределителя диаметром  $d=150$  мм профили давлений измеряются пятиканальным шаровым зондом 8, перемещаемым с помощью координатника. Микроманометры 9, 10, 11 фиксируют давления в отверстиях зонда. Предварительная тарировка позволяет затем по этим показаниям определять статическое давление в сечении IV-IV.

Методика измерений и обработки результатов таковы. При фиксированном расходе воздуха снимают показания  $P_{ст1}$ ,  $P_{ст2}$ ,  $P_{ст3}$ . Вычисляют скорости  $V$  и расходы  $L$  в сечениях I-I, II-II, III-III:

$$V_1 = m_1 \sqrt{\frac{2P_{ст1}}{\rho}}, L_1 = F_1 \cdot V_1, P_{д1} = \frac{\rho V_1^2}{2};$$

$$V_2 = m_2 \sqrt{\frac{2P_{ст2}}{\rho}}, L_2 = F_2 \cdot V_2, P_{д2} = \frac{\rho V_2^2}{2};$$

$$L_3 = L_1, V_3 = \frac{L_1}{F_3}, P_{д3} = \frac{\rho V_3^2}{2}.$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – тарировочные коэффициенты коллекторов (специальными опытами определено  $m_1 = 0,792$ ,  $m_2 = 1$ );  $P_{д1}$ ,  $P_{д2}$  и  $P_{д3}$  – динамические давления, соответственно, в сечениях I-I, II-II и III-III;  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  – площади сечений соответствующих патрубков и коллекторов;  $\rho$  – плотность воздуха.

Вычисляют коэффициент эжекции:

$$\Theta = \frac{L_1}{L_2}.$$

Коэффициент местного сопротивления вычисляют по формуле:

$$\chi_1 = \frac{P_{СТ3} + P_{Д3} - P_{СТ4} - P_{Д4}}{P_{Д3}},$$

или

$$\chi_2 = \frac{P_{СТ3} + P_{Д3} - P_{СТ4} - P_{Д4}}{P_{Д4}}.$$

Здесь  $P_{Д4}$  и  $P_{СТ4}$  – давления на выходе из воздухораспределителя в сечении IV-IV.  $P_{СТ4}$  определяется по измерениям поля статического давления с помощью шарового зонда с последующим осреднением по площади:

$$P_{Д4} = \frac{r V_4^2}{2}, \quad V_4 = \frac{L_1 + L_2}{F_4}.$$

На рис. 3 представлены результаты измерений, иллюстрирующие связь между расходами первичного  $L_1$  и эжектируемого воздуха  $L_2$  при разных диаметрах входных коллекторов  $d_1$ . Как мы видим, эта связь линейна. При  $d_1 = 150$  мм характер эжекции существенно меняется. Через центральную часть коллектора воздух поступает в корпус завихрителя, а по периферии выходит из него. Таким образом, можно утверждать, что существует некоторое предельное значение параметра  $d_2/d$  близкое к единице, при котором применение воздухораспределителя становится неэффективным.

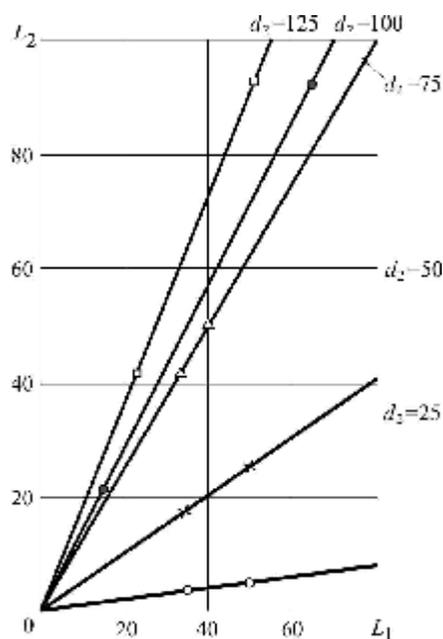


Рис. 3. Связь между количеством первичного и эжектируемого воздуха

На рис. 4а приведена зависимость коэффициента эжекции от параметра  $d_2/d$ . Точками на этом графике показаны осредненные значения  $\mathcal{E}$ , полученные в опытах. На рисунке 4б представлены результаты измерений коэффициентов местных сопротивлений в зависимости от параметра  $d_2/d$ . Значения  $\chi_1$  и  $\chi_2$  отличаются весьма существенно, что свидетельствует о значительной перестройке полей давлений в воздухораспределителе.

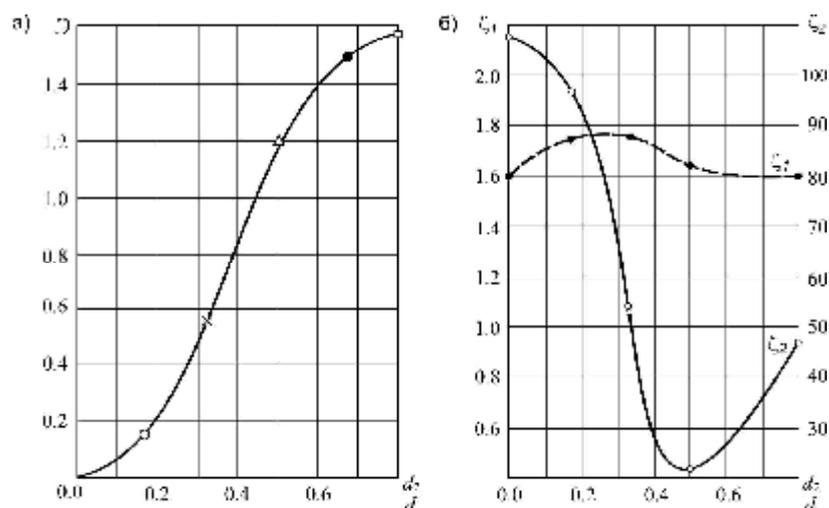


Рис. 4. Влияние параметра  $d_2/d$  на характеристики эжекционного воздухораспределителя на:  
а – коэффициент эжекции; б – коэффициенты местного сопротивления

### Список библиографических ссылок

1. Волошин А.И., Коваль С.Н., Пономаренко С.Н. Использование эжекторных закладочных машин в технологиях горного производства // Уголь Украины, 2011, № 4. – С. 40-44.
2. Волошин А.И., Пономаренко С.Н. Особенности движения аэросмеси на загрузочном участке вибропневмотранспортных систем с кольцевым эжектором // Геотехнічна механіка, 2014, № 114. – С. 50-62.
3. Шашин А.В. Теоретические и экспериментальные исследования повышения эффективности работы эжектора в составе вытяжной вентиляции // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит., 2009, Вып. 13 (32). – С. 109-113.
4. Кокорин О.Я., Родионов Г.В. Обеспечение снижения расходов энергии в системах ВОК при применении отечественных конструкций эжекционных аппаратов // АВОК, 1999, № 6. – С. 34-36.
5. Воздухораспределитель: пат. 2479797 Рос. Федерация. № 2011150060/12; заявл. 08.12.2011; опубл. 20.04.2013. Бюл. № 11. – 7 с.
6. Воздухораспределитель: пат. 2479798 Рос. Федерация. № 2011150057/12; заявл. 08.12.2011; опубл. 20.04.2013. Бюл. № 11. – 7 с.
7. Воздухораспределитель: пат. 2512073 Рос. Федерация. № 2012149671/12; заявл. 21.11.2012; опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10. – 8 с.
8. Серия 4.904-52 Воздухораспределители центробежные типа ВЦ. Рабочие чертежи.

**Posohin V.N.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: [posohin@kgasu.ru](mailto:posohin@kgasu.ru)

**Safiullin R.G.** – doctor of technical sciences, associate professor

E-mail: [safiullin\\_rinat@mail.ru](mailto:safiullin_rinat@mail.ru)

**Gibadullin A.A.** – student

E-mail: [stiffler\\_ga@mail.ru](mailto:stiffler_ga@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Experimental investigation of the characteristics of a centrifugal ejection air distributor

#### Resume

At the present time in our country and abroad in order to increase efficiency of air-heating systems, ventilation and air conditioning of public and industrial buildings is widely used

recycled air, which is taken from the room and is filed through the air ducts into the mixing section of the supply center by operating of an additional fan or vacuum, generated by the main supply fan. The proposed air distributor allows the use of warm air of the room to heat the supply air without using of return ducts and fans. The difference between this centrifugal diffuser from the usual is that the air is twisted in a special guide chamber. Coming out of the diffuser the vortex jet injects the ambient air, it moves rapidly and quickly damps. Thereby it can be supplied minimal amount of air into the premise, but more heated or cooled in comparison with conventional diffusers.

The results of experimental determination of the resistance and the ability of ejecting of the centrifugal air distributor depending on its geometry are presented in this paper. The data obtained allow to define the required parameters of the design and to create the method of calculating of air distributors.

**Keywords:** centrifugal air distributor, ejection, resistance.

### Reference list

1. Voloshyn A.I., Koval A.I., Ponomarenko S.N. Prospects of the use of the ducted stowing machines in technologies of mining production // *Coal of Ukraine*, 2011, № 4. – P. 40-44.
2. Voloshyn A.I., Ponomarenko S.N. Specificity of the air mixture flowing in the feed sector of the vibro-pneumatic transport systems with annular ejectors // *Geotekhnichna mehanika*, 2014, № 114. – P. 50-62.
3. Shashin A.V. Theoretical and experimental studies of increasing the efficiency of the ejector in composition of exhaust ventilation // *Vestnik VolgGASU. Ser.: Construction and architecture*, 2009, Vol. 13 (32). – P. 109-113.
4. Kokorin O.J., Rodionov G.V. Providing the reducing of energy consumption in the HVAC system at application of domestic designs of ejection apparatus // *AVOK*, 1999, № 6. - P. 34-36.
5. Air distributor: Pat. 2479797 Russian Federation. № 2011150060/12; appl. 08.12.2011; publ. 04.20.2013. Bull. Number 11. – 7.
6. Air distributor: Pat. 2479798 Russian Federation. № 2011150057/12; appl. 08.12.2011; publ. 04.20.2013. Bull. Number 11. – 7.
7. Air distributor: Pat. 2512073 Russian Federation. № 2012149671/12; appl. 21.11.2012; publ. 04.10.2014. Bull. Number 10. – 8.
8. Series 4.904-52 Air distributors. Centrifugal. Type CC. Working drawings.