

УДК 697.922.564

Ланцов А.Е. – старший преподаватель

E-mail: alexlantsov73@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

### Определение критической толщины равномерно-всасывающей панели

#### Аннотация

Закономерностям работы всасывающих воздухопроводов посвящены работы многих авторов. Например, влияние отношения площади щели к площади живого сечения воздухопровода  $\bar{F}_{\text{оз}} = f_{\text{щ}} / F_{\text{оз}}$  рассматривается в работе Г.А. Максимова [1]. На основании экспериментальных данных Г.А. Максимов установил, при каких значениях  $\bar{F}_{\text{оз}}$  для воздухопроводов можно достигнуть равномерного отсоса при постоянной ширине щели. Работы А.П. Давыдова [4] и М.А. Валиуллина [5] исследуют закономерности распределения расходов в линейных и кольцевых воздухоприёмниках через ряд отдельных отверстий или щелей.

Данные таких экспериментов для равномерно-всасывающих панелей в литературе отсутствуют. В статье приводятся некоторые данные по исследованию равномерно-всасывающей панели с отверстиями разного диаметра, рассчитанной по методике А.П. Давыдова, адаптированной для панелей.

**Ключевые слова:** равномерно-всасывающие панели, живое сечение, критическая толщина панели, равномерное всасывание.

#### Введение

Целью данных исследований являлось определение критической толщины рассчитанной равномерно-всасывающей панели и определение зависимостей отношения суммарной площади всасывающих отверстий к площади живого сечения воздухопровода  $\Sigma F_{\text{отв}} / F_{\text{жс}}$ . Под критической будем понимать такую толщину, при которой данная панель перестанет работать как равномерно-всасывающая.

Задачами исследования являлись исследования полей скоростей и расходов в плоскости всасывания испытуемой панели и выявление зависимостей между габаритными характеристиками панели и её возможностью работать в расчётном режиме.

#### Основная часть

В соответствии с целями и задачами исследования был сконструирован, изготовлен и смонтирован аэродинамический стенд. Схема стенда представлена на рис. 1.

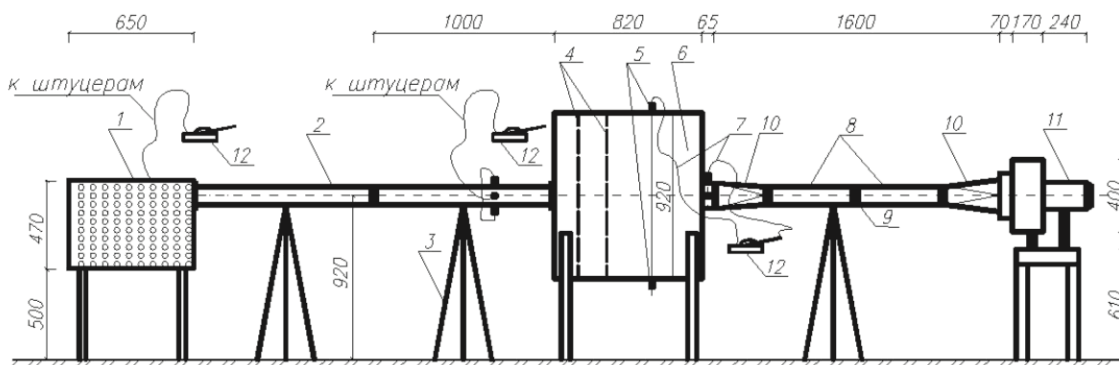


Рис. 1. Схема установки:

1 – испытуемая панель, 2 – участок стабилизации потока, воздухопровод квадратного сечения  $100 \times 100$  мм и длиной  $20 \cdot d$ , 3 – опоры, 4 – два ряда сеток в камере статического давления, 5 – штуцера для замера давлений в камере статического давления и в коллекторе, 6 – камера статического давления, 7 – подвод статического давления к микроманометру, 8 – участок воздухопровода квадратного сечения  $100 \times 100$  мм и длиной  $10 \cdot d$  с шибером 9, 10 – переходы сечений, 11 – вентилятор с электродвигателем (ВР-86-77-2,5 / ВР -4), 12 – микроманометры

Для измерения давления использовались микроанометры ММН-240 и ЦАГИ. Замеры скоростей в отверстиях панели проводились тарированным термоанемометром ТАМ-1М.

Участки воздуховода квадратного сечения 100x100 мм изготавливались из оцинкованного железа. Для предотвращения утечек воздуха через щели стыков они герметизировались пластилином и малярным скотчем.

Испытуемая панель (рис. 2 и рис. 3) представляет собой корпус в форме параллелепипеда с размерами  $a \times b \times c$  (0,62 x 0,37 x 0,1), фасадная сторона которого выполнена в виде съемного листа с отверстиями разного диаметра. На фасадной стороне панели были нанесены координатные шкалы – по оси X от 1 до 10, по оси Y от А до К (рис. 2). Задняя стенка (1) панели может перемещаться внутрь панели по специальным направляющим (2), тем самым изменяя её толщину (параметр  $c$ ). Для удобства перемещения задней стенки на ней выполнены две ручки (3). Для отбора давления на задней стенке панели имеются штуцера (4), приклеенные к ней с помощью клея. Стыки между корпусом панели и задней стенкой герметизированы пластилином и малярной лентой (рис. 3).

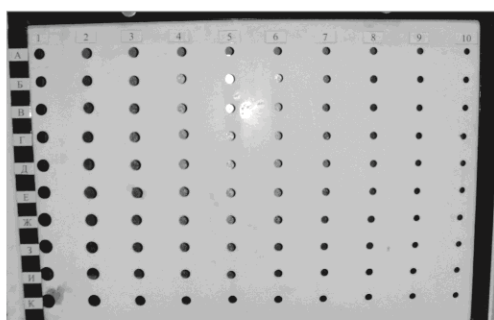


Рис. 2. Фасадная сторона панели.

Съемный лист с отверстиями с координатными шкалами – по оси X от 1 до 10 (ряды), по оси Y от А до К

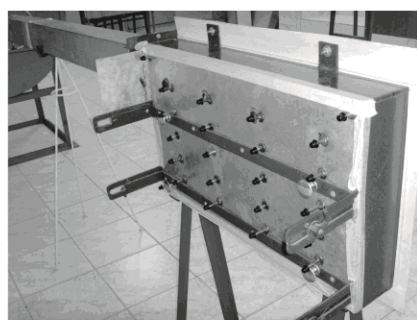


Рис. 3. Задняя сторона панели

#### Проведение эксперимента:

1) Замеры начинали при максимальной толщине панели, затем уменьшали ее толщину путём перемещения задней стенки внутрь панели на 1 см. Стыки при этом тщательно герметизировались.

2) Для каждого положения задней стенки были измерены:

- скорости всасывания воздуха на оси у всех отверстий;
- давления на задней стенке панели.

3) Далее для каждого положения задней стенки были:

- рассчитаны относительные скорости, построены объёмные и плоскостные графики скоростей;
- построены графики перепада давлений;
- рассчитаны относительные расходы, построены объёмные и плоскостные графики расходов.

Приведём графики полей относительных расходов для всех некоторых положений задней стенки панели.

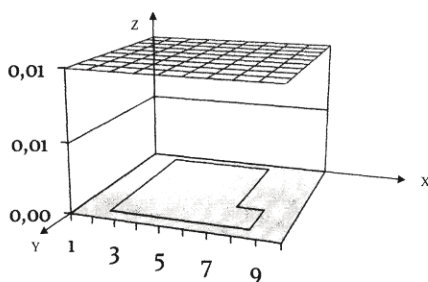


Рис. 4. Объёмный график поля расходов для максимальной толщины панели

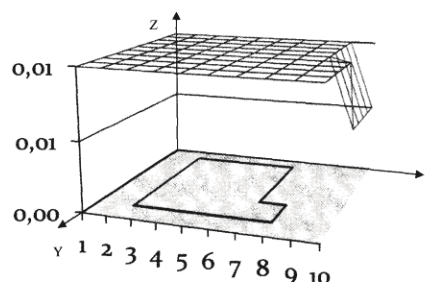


Рис. 5. Объёмный график поля расходов для толщины панели уменьшенной на 3 см

На графике (рис. 4) показана ориентация панели в плоскости осей X, Y (тонируемая зона). По оси Z отложены значения относительных расходов воздуха через отверстия  $Q_i$ , образующие плоскость.

Как видно из графика, плоскость всасывания представляет собой абсолютно плоскую поверхность. Главное условие равномерного всасывания по всей плоскости панели соблюдается  $\sum Q_i = const$ . Абсолютно такая же картина наблюдается и при смещении задней стенки панели на 1 см внутрь. Такая панель работает как равномерно-всасывающая.

При уменьшении толщины панели на 2 и 3 см (рис. 5) наблюдается небольшой «излом» равномерной плоскости всасывания в районе И-К/9-10. Это незначительное изменение никак не влияет на общую картину всасывания. Возможно, такой «излом» в плоскости расходов появляется из-за возникновения турбулентных завихрений в углу панели. Панель по-прежнему можно считать равномерно-всасывающей.

При дальнейшем уменьшении толщины панели происходит ещё больший «излом» поверхности всасывания.

Для примера приведём графики поля расходов для толщины панели, уменьшенной на 5 см и на 8 см. На рис. 6 неравномерность всасывания, возможно, возникает в области турбулентных завихрений внутри в углу панели в области Е-К/1-7. Из графиков видно, что чем тоньше становится панель, тем неравномерней происходит всасывание воздуха.

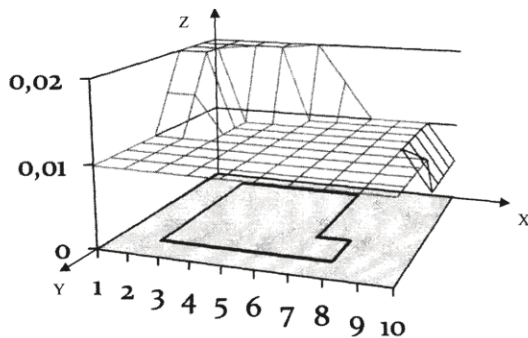


Рис. 6. Объёмный график поля расходов для толщины панели уменьшенной на 5 см

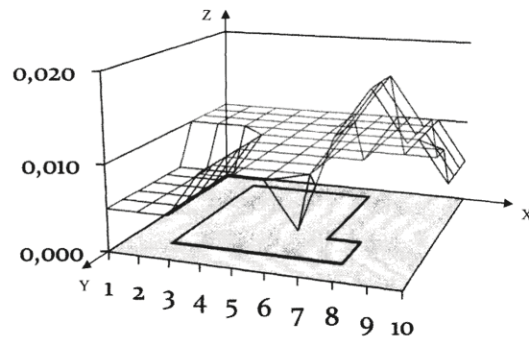


Рис. 7. Объёмный график поля расходов для толщины панели уменьшенной на 8 см

При перемещении задней стенки панели внутрь изменяется живое сечение всасывающего патрубка  $F_{жс}$ . При этом изменяется расход всасываемого воздуха, проходящего через панель и отношение  $\sum F_{отв}/F_{жс}$ .

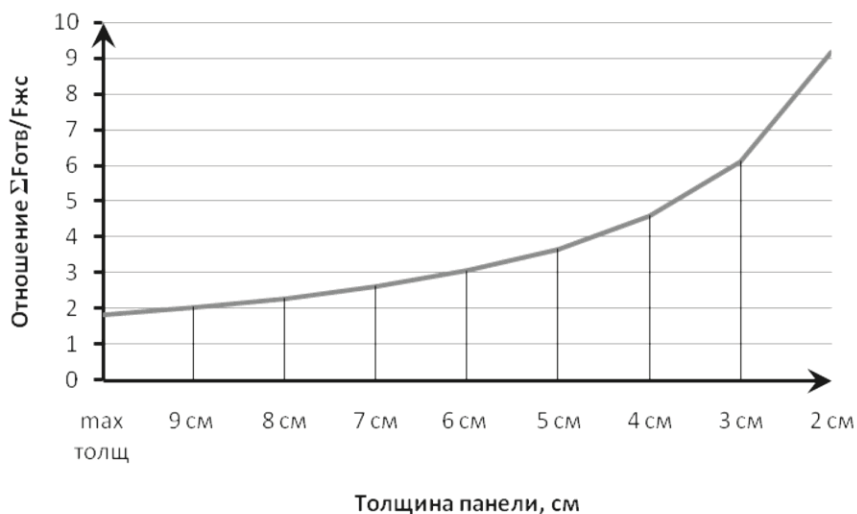


Рис. 8. График зависимости отношения  $\sum F_{отв}/F_{жс}$  от толщины панели

Таким образом, равномерное всасывание данной испытуемой панели возможно при соотношениях  $\Sigma F_{отв}/F_{жсс}$ , находящихся в пределах  $1,8 \div 2,6$ . Это позволяет рассчитывать габаритные характеристики панели в диапазонах равномерного всасывания при требуемых значениях живого сечения всасывающего патрубка  $F_{жсс}$ . Кроме этого, менять расход равномерного всасывания, не пересчитывая диаметры всасывающих отверстий, просто изменяя её толщину.

### Заключение

Таким образом, в результате экспериментов:

1. Была определена критическая толщина исследуемой панели при соотношениях  $\Sigma F_{отв}/F_{жсс}$ .
2. Экспериментально определены, при каких соотношениях  $\Sigma F_{отв}/F_{жсс}$  панель сохраняет функции равномерного всасывания.

### Список литературы

1. Максимов Г.А. Расчёт вентиляционных воздухопроводов. – Л., 1954. – 84 с.
2. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 224 с.
3. Золотов С.С. Экспериментальные исследования коэффициентов расхода и сопротивления шпигатных отверстий при боковом истечении // Труды ЛКИ, 1960, вып. 31.
4. Давыдов А.П. Теоретическое и экспериментальное исследования всасывающих воздухопроводов с внутренними экранами. Дис. к.т.н. – Л., 1976. – 181 с.
5. Валиуллин М.А. Кольцевые равномерно-всасывающие воздухоприёмники. Дис. к.т.н. – Л., 1984. – 137 с.
6. Давыдов А.П., Ланцов А.Е. Методика расчёта равномерно всасывающей панели // Материалы IV Международной научной конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». – Волгоград: РИО ВГАСУ, 2006. – С. 164-170.
7. Давыдов А.П., Ланцов А.Е. Равномерно-всасывающая панель с боковым отбором воздуха // Материалы докладов. V школа-семинар молодых учёных и специалистов академика РАН Алемасова В.Е. «Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении». – Казань: Исследовательский Центр проблем энергетики КазНЦ РАН, 2006. – С. 144-146.
8. Давыдов А.П., Ланцов А.Е. Коэффициент расхода всасывающего отверстия при различных значениях чисел Re // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 147-151.

Lantsov A.E. – senior lecturer

E-mail: alexlantsov73@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

### Definition of critical thickness of the uniform-suction panel

#### Resume

The laws of the suction duct studied by many authors. For example, the effect of the ratio of the slit area free area  $\bar{F}_{отв} = f_{отв} / F_{жсс}$  duct is seen in the work of G.A. Maksimov. Based on experimental data, G.A. Maximov set  $\bar{F}_{отв}$  for which values for air can be achieved even at a constant suction slit width. Works A.P. Davydov and M.A. Valiullin examined patterns of distribution costs in linear and circular air inlet through a number of individual holes or cracks.

Suction panel are effective devices for trapping harmful emissions from large open surfaces. Their effectiveness depends largely on even predetermined distribution of air flow through the surface suction. The data of these experiments for uniformly-suction panels in the literature.

For the experiments was specially designed and constructed uniformly-suction panel with variable thickness. The article provides some information on the study uniformly suction panels

with holes of different diameters, calculated by the method of A.P. Davydov adapted for panels. Experimentally determined the critical thickness of uniformly-suction panel. Is also defined, and in what proportions  $\Sigma F_{отс}/F_{зсс}$  panel retains the functions of uniform suction.

Experimental data allow us to calculate the overall characteristics of the panel in bands uniform suction with the required values of the living section of the suction  $F_{зсс}$ . May also change the flow in the subject of the panel, not counting the diameters of the suction holes – simply by changing its thickness. The panel will operate as uniformly-suction.

**Keywords:** uniform-suction panel, free area, the critical thickness of the panel, uniform suction.

### References

1. Maksimov G.A. Calculation of ventilation air ducts. – L., 1954. – 84 p.
2. Alshutl A.D. Hydraulic resistance. – M., Nedra, 1962. – 224 p.
3. Zolotov S.S. Experimental studies of the flow coefficient and resistance shpigatny holes in the side after // Trudy LKI, 1960, vyp. 31.
4. Davidov A.P. Theoretical and experimental studies of suction air ducts with internal screens. Dis. Ph.D. – L., 1976. – 181 p.
5. Valiullin M.A. Ring evenly-suction air ducts. Dis. Ph.D. – L., 1984. – 137 p.
6. Davidov A.P., Lantsov A.E. Method of calculating the uniform suction panel // Proceedings of IV International conference «The quality of indoor air and environment». – Volgograd: RIO VGASU, 2006. – P. 164-170.
7. Davidov A.P., Lantsov A.E. Uniform-suction panel with suction side air bleed. Proceedings of the reports // V Workshop for young scientists and specialists Academician Alemasova V.E. «Problems of heat and mass transfer and hydrodynamics in power». – Kazan: Research Center for Energy Problems of RAS, 2006. – P. 144-146.
8. Davidov A.P., Lantsov A.E. Consumption coefficient of suction opening for various values of Re // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 147-151.