

DOI 10.37539/2949-1991.2025.34.11.025
УДК 697.9

Стронгин Андрей Семенович, канд. техн. Наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
"Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук"
НИИСФ РААСН

Кашуркин Алексей Юрьевич,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
"Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук"
НИИСФ РААСН.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПРИТОЧНЫХ КЛАПАНОВ

Аннотация. В настоящее время вентиляционные клапаны, встраиваемые в конструкцию окна, используются для вентиляции жилых домов и общественных зданий. Комплексного анализа клапанов и возможности их применения не проводилось. В настоящей статье приводятся результаты испытаний вентиляционных клапанов, предлагается методика нормирования аэродинамических характеристик.

Abstract. At present, inlets (valves) built into the window structure are used to ventilate the premises of apartment buildings and public buildings. A comprehensive analysis of the parameters and the possibility of using different valve designs was not carried out. The article presents the results of testing ventilation valves, proposes a method for normalizing aerodynamic characteristics.

Ключевые слова: Вентиляционные клапаны, нормирование, испытание, измерение аэродинамических характеристик.

Keywords: Ventilation valves, rationing, testing, measurement of acoustic characteristics.

Введение

Целью настоящей статьи является разработка классификации и методики нормирования аэродинамических характеристик вентиляционных приточных клапанов. В настоящее время для вентиляции помещений многоквартирных жилых домов и общественных зданий применяются приточные устройства (клапаны), встраиваемые в окна, подоконники или наружные стены. Наиболее широко применяются клапаны, встраиваемые в профиль оконного стеклопакета. Вентиляция необходима при пластиковых окнах из-за их высокой герметичности, которая блокирует естественный воздухообмен, что может приводить к накоплению углекислого газа, повышению влажности, образованию конденсата, плесени и сырости. Современные строительные нормы требуют притока свежего воздуха,

Для правильного подбора вентиляционных клапанов необходимо учитывать их аэродинамические и акустические характеристики, расположение в здании и влияние на микроклимат обслуживаемых помещений [1-9].

В статье рассмотрены результаты проведенных экспериментальных исследований, разработана классификация и методика нормирования аэродинамических характеристик вентиляционных клапанов.

Цель исследований: получение экспериментальных данных по основным аэродинамическим характеристикам вентиляционных приточных клапанов, обеспечивающих



требуемый расход приточного воздуха при соблюдении требуемых уровней шума в помещении. Методы исследования основаны на имитации потока воздуха в вентиляционном клапане и измерении соответствующих аэродинамических характеристик, таких как объёмный расход воздуха, разность аэростатических давлений, коэффициент аэродинамического сопротивления и др. Исследования проводятся в рабочем диапазоне изменения основных характеристик на аэродинамическом стенде типа А по ГОСТ 10921-2017 (рисунок 1).

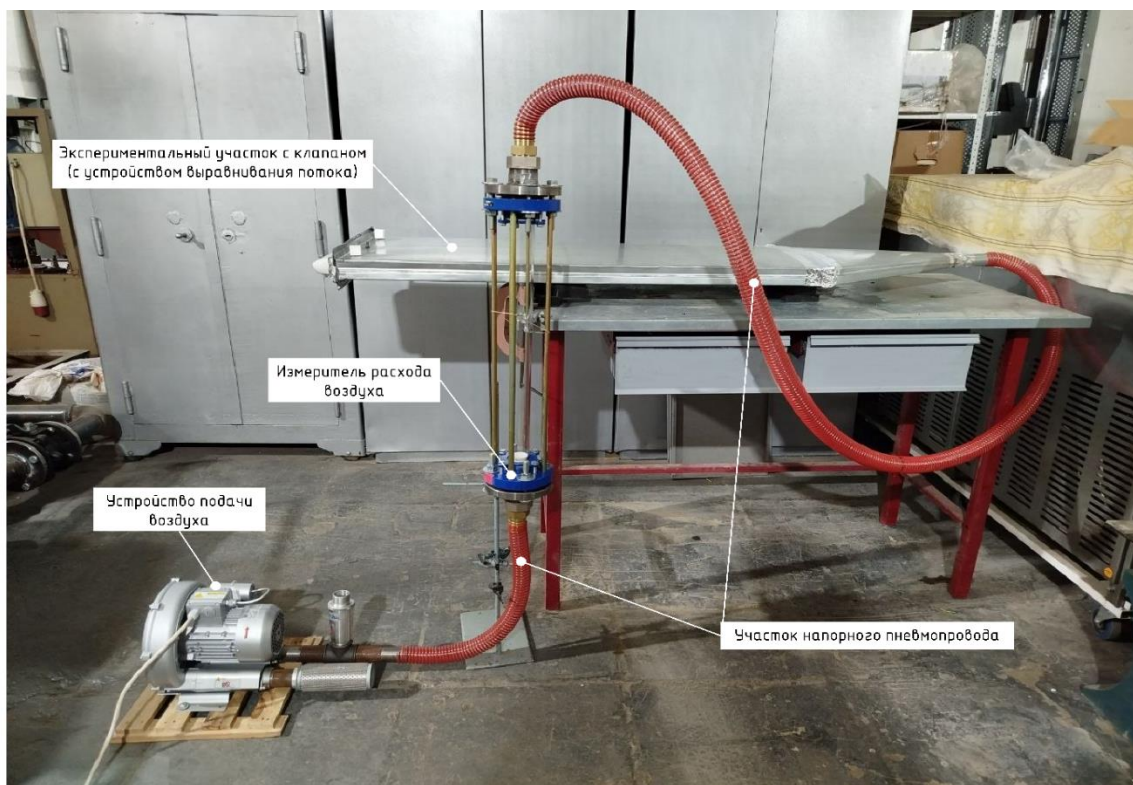


Рисунок 1. Общий вид аэродинамического стенда

Лабораторный стенд для аэродинамических испытаний позволяет определять аэродинамические характеристики испытуемых клапанов в ручном и автоматическом режиме. Движение воздуха в лабораторном стенде от ротаметра до испытуемого клапана осуществляется по воздухопроводу размером 1000 мм * 100 мм, длиной 1,5 м. Регулирование производительности воздуходувки осуществляется с помощью частотного преобразователя.

При проведении испытаний клапан устанавливается на выходе из камеры, затем включается вихревая воздуходувка. Манометрами измеряется динамическое и статическое давление. Строится зависимость объёмного расхода воздуха от создаваемого давления.

Далее определяется коэффициент аэродинамического сопротивления клапана. Коэффициент аэродинамического сопротивления – безразмерная величина, которая определяет потери давления в клапане в долях динамического давления.

Воздух, преодолевая сопротивление клапана, теряет часть своей энергии, и возникают местные потери энергии (напора).

Потери напора ΔP на сопротивление выражаются в долях скоростного напора и определяются по формуле Вейсбаха:

$$\Delta P = \zeta \rho V^2 / 2, \quad (1)$$

где ζ – коэффициент аэродинамического сопротивления;

V – средняя скорость потока в живом сечении, м/с;



ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Коэффициент аэродинамического сопротивления зависит от вида и формы местного сопротивления и от числа Рейнольдса. При развитом турбулентном режиме (примерно при $Re > 10000$) коэффициент ζ от числа Re практически не зависит, а зависит от конструкции изделия.

Уровень шума, генерируемый клапаном при прохождении через него потока воздуха, достаточно низкий по сравнению с шумом вихревой воздуходувки аэродинамического стенда. Для определения уровня шума, генерируемого клапаном, воспользуемся расчетными методами, обеспечивающими достоверные результаты.

Для расчета уровня шума, генерируемого клапаном при прохождении через него потока воздуха, воспользуемся формулами, приведенными в СП 271.1325800-2016 «Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проектирования».

Суммарный уровень звуковой мощности $L_{w\Sigma}$, дБ, генерируемой клапаном, может быть приближённо определён по формуле:

$$L_{w\Sigma} = 50 \lg V + 20 \lg \zeta + 10 \lg F + 24 \tag{2}$$

Где V – скорость воздуха в сечении клапана;

ζ – коэффициент аэродинамического сопротивления, отнесенный к скорости V ;

F – площадь живого сечения клапана, м².

Проведены испытания 3-х образцов оконных клапанов аналогичной конструкции различных производителей. Клапаны установлены в профиль ПВХ размером 500 мм в соответствии с монтажной схемой, рекомендуемой производителем. В качестве примера на рисунках 2 – 4 приведены расходные характеристики некоторых испытанных клапанов, а в таблицах 1 – 3 соответствующие экспериментам расчётные данные.

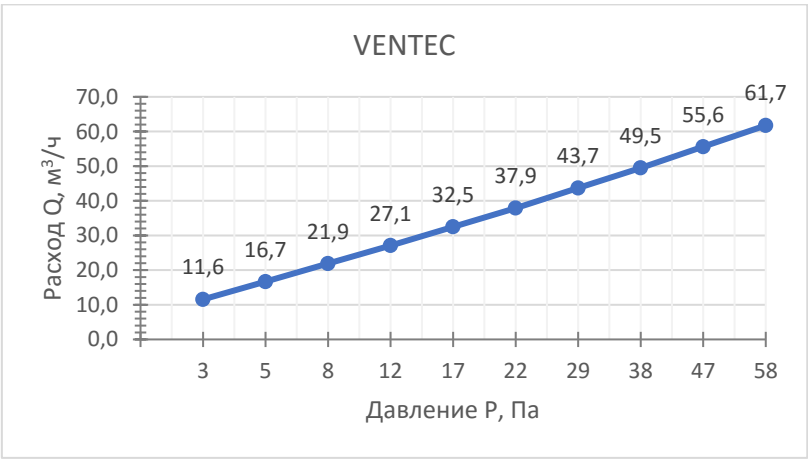


Рисунок 2. Зависимость расхода воздуха от перепада давления оконного приточного клапана VENTEC

Таблица 1.

Расчётные данные к рисунку 2

Q м³/ч	P Па	V м/с	ζ	L_w дБ
27,1	12	2,1	4,5	28,2
43,7	29	3,4	4,2	38,7
49,5	38	3,8	4,4	41,2
61,7	58	4,8	4,2	46,2
			C_p 4,3	





Рисунок 3. Зависимость расхода воздуха от перепада давления оконного приточного клапана AERECO

Таблица 2.

Расчётные данные к рисунку 3

Q м³/ч	P Па	V м/с	ζ	L _w дБ
21,9	9	1,7	5,2	24,7
32,5	19	2,5	5,0	33,2
43,7	31	3,4	4,5	39,7
55,6	50	4,3	4,5	44,7
			Ср 4,8	



Рисунок 4. Зависимость расхода воздуха от перепада давления оконного приточного клапана AERECO (Без оконного профиля)

Таблица 3.

Расчётные данные к рисунку 4

Q м³/ч	P Па	V м/с	ζ	L _w дБ
27,1	10	2,1	3,8	27,0
37,9	19	2,9	3,8	34,0
49,5	31	3,8	3,6	40,0



61,7	48	4,8	3,5	45,0
			Ср 3,7	

Различие характеристик на рисунках 3 и 4 вызвано тем фактом, что в первом случае клапан был установлен в профиле ПВХ стеклопакета, а во втором случае – без профиля (в плоской пластине).

Уровень шума, генерируемый клапаном при прохождении через него потока воздуха, достаточно низкий в расчётном диапазоне его применения (при перепаде давлений 10 – 30 Па) и не оказывает существенного влияния на акустический комфорт помещения. При перепаде давлений выше 30 Па уровень шума становится недопустимым.

Выводы

1. Для сравнительной оценки и для целей классификации клапанов наилучшим образом подходит аэродинамическая характеристика – зависимость объёмного расхода воздуха через клапан от перепада аэроstaticких давлений. Данная характеристика должна быть получена путём проведения экспериментальных исследований по стандартизированной методике.

2. Коэффициент аэродинамического сопротивления для испытанных клапанов, встроенных в профиль ПВХ, составил в среднем 4.3 – 4.8.

3. Уровень шума, генерируемый клапаном при прохождении через него потока воздуха, достаточно низкий в расчётном диапазоне его применения (при перепаде давлений 10 – 30 Па) и не оказывает существенного влияния на акустический комфорт помещения.

Заключение

Основные положения данной статьи могут быть использованы для введения в нормативные документы контролируемых аэродинамических характеристик оконных вентиляционных клапанов, в части их классификации, методики проведения испытаний и нормативных значений аэродинамических характеристик.

Список литературы:

1. Стронгин А.С. Регулирующие устройства в интеллектуальной системе управления вентиляционными сетями. Ч.1 //АВОК – 2022- №3 – с.36-43
2. Стронгин А.С. Регулирующие устройства в интеллектуальной системе управления вентиляционными сетями. Ч.2 //АВОК – 2022- №4 – с.24-2
3. Шубин И.Л., Стронгин А.С. Применение передовых технологий инженерного оборудования – эффективный путь сокращения углеродного следа зданий // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. с.59-66.
4. A. M. Grimitlin, A. S. Strongin 2021 Assessment of the efficiency of the use of activating turbulent jets to eliminate the risk of the formation of unventilated zones in large premises. Journal of Physics: Conference Series 2131052068, doi:10.1088/1742-6596/2131/5/052068
5. Посохин В.Н. Аэродинамика вентиляции / М: АВОК-ПРЕСС, 2008.- 209 с. – ISBN 978-5-98267-044-1
6. Современные методы подбора и установки оконных приточных клапанов // АВОК – 2025 – №2 – с.44-45
7. Bies, D.A. and Hansen, C.H. Engineering Noise Control. Unwin Hyman, Sydney, 1988.
8. DIN EN 13141-1 – 2019 – Ventilation for buildings – Performance testing of components/products for residential ventilation – Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices. Вентиляция и кондиционирование в зданиях. Испытание эксплуатационных характеристик компонентов/ изделий для вентиляции в жилых помещениях. Часть 1. Наружные и внутренние установки подачи воздуха.



9. DIN 1946-6-2019 – Ventilation and air conditioning – Part 6: Ventilation for residential buildings – General requirements, requirements for design, construction, commissioning and handover as well as maintenance. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Часть 6. Вентиляция в жилых помещениях. Общие требования, требования к проектированию, строительству, вводу в эксплуатацию, передаче и техническому обслуживанию.

