



Дымовые люки. Коэффициент аэродинамического сопротивления

М. В. Иваненко, инженер

Опубликованная ранее статья [1], посвященная особенностям проектирования систем вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением, стала поводом для нескольких интересных дискуссий. Результатами одной из них хотелось бы поделиться ниже. Речь пойдет о коэффициенте аэродинамического сопротивления.

Для расчетов в статье [1] были приняты дымовые люки одного из известных производителей вентиляционного оборудования. Производитель предлагает рассчитывать коэффициент аэродинамического сопротивления дымовых люков по формулам, представленным ниже (информация взята из каталога производителя).

Коэффициент аэродинамического сопротивления ξ_d :

$$\xi_d = \left(\frac{S_{лд}}{S_{жлд}} \right)^2 - 1, \quad (1)$$

где $S_{лд}$ – площадь геометрического сечения люка, m^2 (определяется по формуле (2));

$S_{жлд}$ – живое сечение люка, m^2 (согласно данным каталога).

Площадь геометрического сечения для дымовых кровельных люков:

$$S_{лд} = (A B) / 10^6, \quad (2)$$

где A – ширина внутреннего сечения люка, мм;

B – длина внутреннего сечения люка, мм.

Для расчетов в статье [1] был принят одностворчатый кровельный дымовой люк 900×600 . Согласно данным каталога производителя $A = 900$ мм, $B = 600$ мм, $S_{жлд} = 0,5$ m^2 .

Площадь геометрического сечения:

$$S_{лд} = (900 \times 600) / 10^6 = 0,54$$
 m^2 .

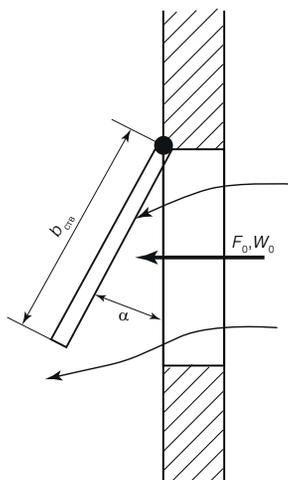
Коэффициент аэродинамического сопротивления:

$$\xi_d = (0,54 / 0,5)^2 - 1 \approx 0,17.$$

Для сравнения вычислим коэффициент аэродинамического сопротивления для самого маленького одностворчатого кровельного люка и самого большого двухстворчатого дымового люка данного производителя.

Одностворчатый кровельный люк: $A = 500$ мм, $B = 600$ мм, $S_{жлд} = 0,26$ m^2 . Выполнив расчет по

Вытяжная одинарная верхнеподвесная створка



Значение ξ

$l_{\text{ств}} / b_{\text{ств}}$	α						
	15	20	25	30	45	60	90
1,0	11	6,3	4,5	4,0	3,0	2,5	2,0
2,0	17	12	8,5	6,9	4,0	3,1	2,5
∞	30	16	11	8,6	4,7	3,3	2,5

Рис. 1. КМС вытяжной одинарной верхнеподвесной створки

(2) и (1), получим: $S_{\text{лд}} = 0,3 \text{ м}^2$, $\xi_{\text{д}} = 0,33$.

Двухстворчатый кровельный люк: $A = 1400 \text{ мм}$, $B = 3200 \text{ мм}$, $S_{\text{жлд}} = 4,28 \text{ м}^2$. Выполнив расчет по (2) и (1), получим: $S_{\text{лд}} = 4,48 \text{ м}^2$, $\xi_{\text{д}} = 0,1$.

Во всех случаях получили небольшие значения коэффициента аэродинамического сопротивления, что наводит на мысли об ошибочности формулы (1). Для сравнения на рис. 1 представлены КМС вытяжной одинарной верхнеподвесной створки (согласно [2]). Разница значительная.

Зададимся вопросом: обязательно ли определять коэффициент аэродинамического сопротивления при испытании дымовых

люков на огнестойкость? Испытания на огнестойкость дымовых люков (фонарей или фрамуг) систем вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением осуществляются по [3] (применяется с 01.07.2023 (с возможностью досрочного применения)). Согласно требованиям [3]:

«6.6. Сущность метода испытаний дымовых люков (клапанов) вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением тяги заключается в оценке работоспособности и пожарно-технических характеристик конструкции образца при одностороннем тепловом воздействии по 6.3 в совокупности с механической и ветровой нагрузками.



Работоспособность дымового люка характеризуется безотказностью срабатывания и устойчивостью конструкции к разрушению при испытаниях.

<...>

6.8. Пожарно-технические характеристики конструкции дымового люка определяются инерционностью срабатывания и (при необходимости) коэффициентом расхода».

Из текста следует, что определение коэффициента расхода при испытаниях дымовых люков, к сожалению, не является обязательным. Но если коэффициент расхода определялся, то соответствующая информация будет отображена в протоколе на испытания. Зная коэффициент расхода, можно легко определить коэффициент аэродинамического сопротивления, т. к. коэффициент сопротивления ξ и коэффициент расхода μ связаны соотношением (см. [4, 5]):

$$\xi = 1 / \mu^2. \quad (3)$$

Если информация о коэффициенте расхода отсутствует, то его приближенно можно вычислить по формуле [5]:

$$\mu = 0,62 \sin \alpha, \quad (4)$$

где α – угол открытия створки.

Рассчитаем коэффициент аэродинамического сопротивления, подставив формулу (4) в (3), при полном открытии створки люка ($\alpha = 90^\circ$):

$$\xi = 1 / (0,62 \times 1)^2 = 1 / 0,62^2 \approx 2,6.$$

Результаты, полученные по формулам (3), (4), близки к результатам из [2]. В случае отсутствия информации предлагаем пользоваться ими.

Произведем перерасчет количества дымовых люков по условиям, указанным в [1], с учетом $\xi_d = 2,6$. Полные данные для расчета доступны на сайте abok.ru. Результаты расчета представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, коэффициент аэродинамического сопротивления значительно влияет на результаты расчета. В связи с этим, в случае отсутствия в каталоге производителя информации о значении коэффициента аэродинамического сопротивления дымового люка или если значение коэффициента подозрительно низкое, рекомендуем следующий порядок действий:

- запросить у производителя протокол испытания дымового люка;
- найти в протоколе коэффициент расхода для выбранного типа люков. Рассчитать

Таблица 1
Сравнение результатов расчетов

Характеристика	Было	Стало
Типоразмер люка	900×600	900×600
Площадь живого сечения $S_{жлд}$, м ²	0,5	0,5
Коэффициент аэродинамического сопротивления ξ_d	0,17	2,6
Минимально необходимое проходное сечение дымовых люков F_{sm} , м ²	2,42	4,15
Количество дымовых люков N	5	9

коэффициент аэродинамического сопротивления по формуле (3). Если коэффициент расхода в протоколе отсутствует, рассчитать коэффициент аэродинамического сопротивления по формуле (3) с учетом формулы (4) или принять значение коэффициента аэродинамического сопротивления по справочной литературе.



■ Данные для расчета

Литература

1. Иваненко М. В. Особенности проектирования систем вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением // АВОК. – 2024. – № 6.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992.
3. ГОСТ 34720-2021 «Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытания на огнестойкость».
4. Иванов О. П., Мамченко В. О. Аэродинамика и вентиляторы: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные установки». – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1986.
5. Каменев П. Н., Тертичник Е. И. Вентиляция. Учебное пособие. – М.: АСВ, 2008.