

## Исследование эффективности шумозащитных элементов капота

Дроздова Л.Ф.<sup>1</sup>, Кудяев А.В.<sup>2\*</sup>, Матвеев П.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Профессор кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности»

<sup>2</sup> Доцент кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности»

<sup>3</sup> Преподаватель кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности»

<sup>1, 2, 3</sup> БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург,  
ул. 1-я Красноармейская, д. 1

### Аннотация

Приводятся результаты исследования эффективности шумозащитных элементов, таких как: жалюзи, глушители, акустические экраны, устанавливаемые на вентиляционные проемы звукоизолирующего капота. Определялись эффективности жалюзи 3-х типов с различным количеством козырьков, несколько конструкций глушителей различной длины, три типа экранов с различной глубиной их расположения под капотом.

**Ключевые слова:** Эффективность, экспериментальная оценка, капот, глушитель.

### *Investigation of the effectiveness of noise-reducing elements of the enclosure*

*Drozhdova L.F.<sup>1</sup>, Kudyaev A.V.<sup>2\*</sup>, Matveev P.V.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Professor of the Department 'Ecology and life safety'*

<sup>2</sup> *Associate Professor of the Department 'Ecology and life safety'*

<sup>3</sup> *Teacher of the Department 'Ecology and life safety'*

<sup>1, 2, 3</sup> *BSTU «VOENMEH» named after D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, 1 Krasnoarmeyskaya, 1*

### *Abstract*

*The results of studies of the effectiveness of noise-reducing elements, such as louvers, silencers, acoustic shielding, installed on the ventilation openings of the insulating enclosure. Determined the effectiveness of louvers are 3 types with different number of peaks, several designs of silencers of different lengths, three types of shielding's with various depth of their location under the enclosure.*

**Keywords:** *Efficiency, experimental evaluation, enclosure, muffler.*

### Введение

Наибольший вклад в шум самоходных и передвижных строительных машин (без виброактивных рабочих органов) вносит двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Для снижения шума ДВС на них устанавливаются специально сконструированные звукоизолирующие капоты (ЗИК). Капот, наряду с шумоглушением, должен обеспечить теплообмен в подкапотном пространстве. Это предполагает наличие в ЗИК конструкционных проемов для осуществления теплообмена. Любое снижение герметичности капота ухудшает его акустические свойства, поэтому проемы необходимо защищать устройствами, обеспечивающими проход воздуха в подкапотное пространство. В качестве такой защиты могут быть использованы устройства в виде: жалюзей, глушителей, акустических экранов. Для исследования эффективности таких устройств был использован звукоизолирующий капот с проемом. В качестве источника звука под капотом использовался четырехцилиндровый дизель с водяным охлаждением.

\* [E-mail: ksiombarg1@yandex.ru](mailto:ksiombarg1@yandex.ru) (Кудяев А.В.)

## 1. Исследование эффективности шумозащитных устройств капота

Жалюзи – одна из наиболее распространенных конструкций, закрывающих вентиляционный проем в капоте. Жалюзи выполняются в виде щелей прикрытых козырьком. Были испытаны жалюзи 3-х типов: с 2-мя, 4-мя и 8-ю козырьками. При этом длина козырька уменьшалась по мере увеличения их числа при неизменной площади проема. Были выбраны следующие размеры козырьков в порядке упоминания: 190 мм, 85мм, и 42,5мм. (Рис.1):

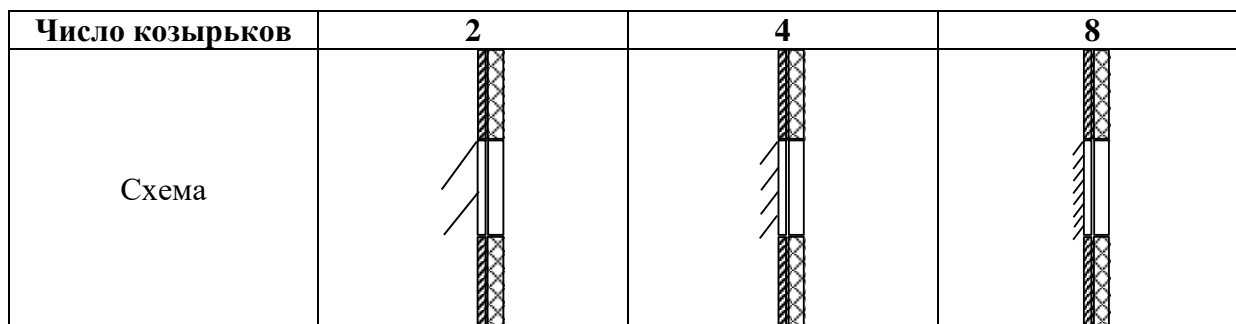


Рис 1. Жалюзи с 2-мя, 4-мя, 8-ю козырьками

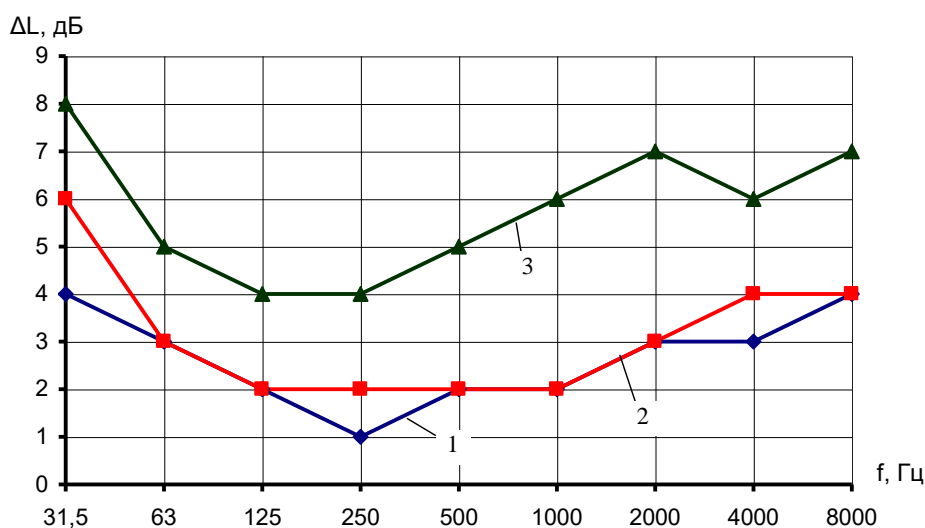


Рис. 2. Сравнительная эффективность жалюзи разного числа козырьков и размеров:  
 1 – 8 козырьков, 2 – 4 козырька, 3 – 2 козырька

На рис 2 приведены полученные эффективности снижения шума жалюзи по сравнению с открытым проемом. Анализ результатов показывает, что акустическая эффективность жалюзи зависит не от их числа, а от ширины козырька. Здесь козырек играет роль акустического экрана. При длинных козырьках (даже при их числе равном двум) эффективность жалюзи может достигать по уровню звука 6 дБА (снижение уровня звукового давления (УЗД) 4-8 дБ в диапазоне частот 31,5-8000 Гц). Эффективность жалюзи с меньшей шириной козырьков не превышает 3 дБА, т.е. в 2 раза ниже (и по УЗД составляет 1-4 дБ в том же частотном диапазоне).

Были также проведены исследования по определению эффективности абсорбционных глушителей капота различного конструктивного исполнения разной длины и с разным количеством камер: однокамерные, 2-х камерные и 4-х камерные.

На Рис. 3 приведена сравнительная эффективность однокамерных глушителей различной длины (100; 200; 400 мм).

Прослеживается закономерность увеличения эффективности глушителей с увеличением их длины. Для глушителя длиной 400 мм эффективность составила 3-9 дБ во всем исследуемом диапазоне 31.5-8000 Гц.

Переход от однокамерных к 2-х и 4-х камерным глушителям заметно увеличивает их эффективность (табл.1) при сохранении ярко выраженной зависимости от длины глушителя. Действительно при увеличении числа камер эффективность глушителя возрастает на 1-3 дБА, а при увеличении длины глушителей их эффективность растет на 1-3 дБА при каждом удвоении длины.

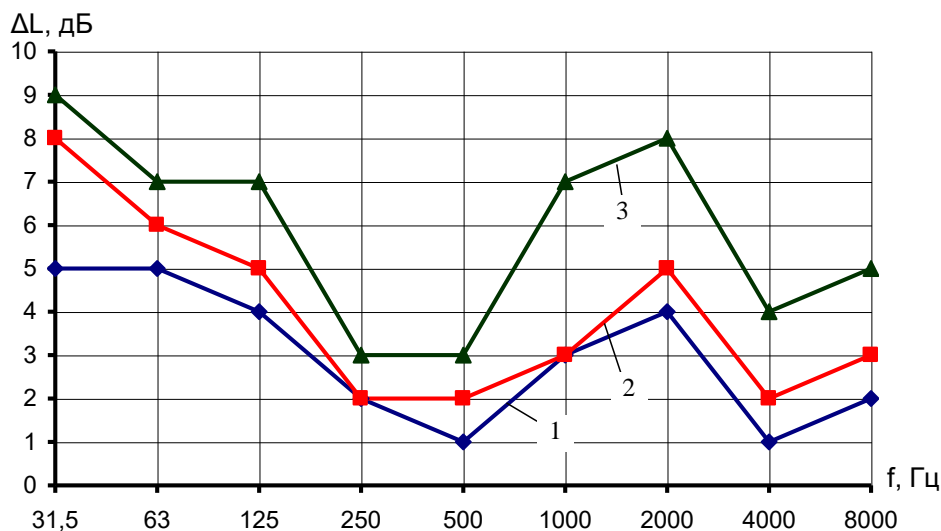


Рис. 3. Сравнительная эффективность однокамерных абсорбционных глушителей разной длины: 1 – 100 мм, 2 – 200 мм, 3 – 400 мм.

Таблица 1. Сравнительная эффективность двух- и четырех-камерных абсорбционных глушителей разной длины: 1 – 50 мм, 2 – 100 мм, 3 – 200 мм, 4 – 400 мм

Число камер глушителя	Схема глушителя	Длина глушителя	УЗД, дБ в октавных полосах частот, Гц									УЗ, дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
2		50	6	7	4	1	1	1	2	2	3	1,5
		100	7	8	5	2	1	2	4	3	4	3
		200	10	7	7	3	2	4	7	6	5	4
		400	11	8	8	3	2	9	10	9	9	8
4		50	6	5	3	1	1	1	2	2	4	2
		100	7	9	5	3	2	2	5	5	7	3
		200	10	10	7	3	2	4	8	10	11	5
		400	11	12	8	4	3	8	14	16	16	10

Отмечается очень четко выраженный рост эффективности абсорбционных глушителей на средних и высоких частотах в диапазоне 500-8000 Гц. Для 2-х камерных глушителей повышение эффективности по уровням звукового давления составляет: 1-3 дБ (50 мм), 1-4 дБ (100 мм), 2-7 дБ (200 мм), 2-10 дБ (400 мм). Соответственно для 4-х камерного глушителя рост эффективности с увеличением длины глушителя более ярко выражен на высоких частотах (1000-8000 Гц): 1-4 дБ (50 мм), 2-7 дБ (100 мм), 4-11 дБ (200 мм), 8-16 дБ (400 мм).

Перекрытие проема при помощи акустического экрана (АЭ) или системы акустических экранов представляется наиболее удобной мерой в конструктивном отношении (установка плоского экрана не ведет к таким сложностям как установка глушителей, требующих немалого пространства для их размещения). Экраны дают возможность сочетания большого числа конструктивных вариантов.

Возможное разнообразие установки и размеров испытываемых экранов было сведено к следующим конструкциям. Были исследованы три типа экранов: частично перекрывающие проем (тип I), равные размерам проема (тип II), и экраны, размер которых превышает размер проема в 1,5 раза (тип III).

Были испытаны экраны указанных размеров при их установке под капотом на разных расстояниях: 50, 100 и 200 мм от защищаемого проема.

Было установлено, что на эффективность экрана влияет глубина его расположения. Чем ближе АЭ расположен к защищаемому проему, тем его эффективность выше. Например, для экрана, превышающего размер проема в 1,5 раза, разница в высокочастотном диапазоне при установке его на 50 и 200 мм составляет 5 дБ (рис. 4). При этом следует отметить, что при удалении от проема эффективность остается весьма ощутимой, достигая 5-7 дБА.

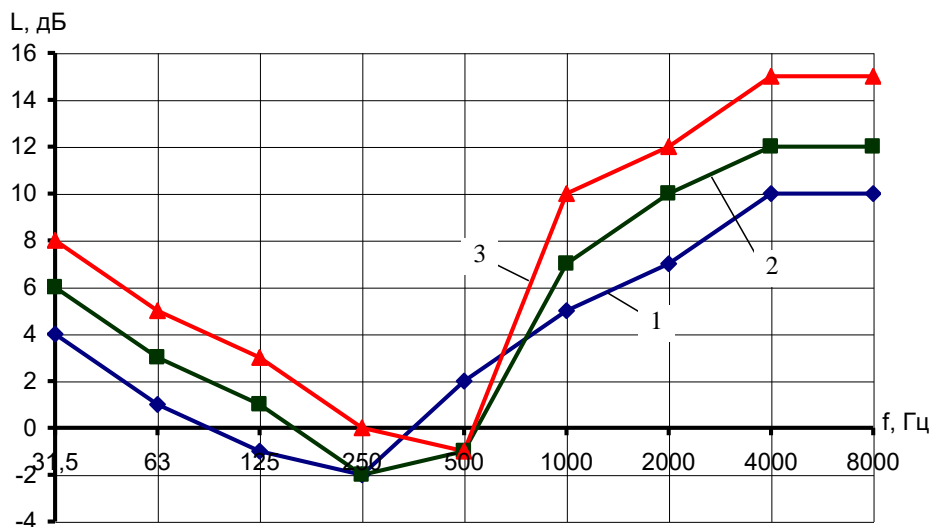


Рис. 4. Зависимость эффективности АЭ (тип III) от глубины расположения: 1 – 200 мм, 2 – 100 мм, 3 – 50 мм

В наибольшей степени на эффективность АЭ влияют его размеры (рис. 5). При минимальных размерах АЭ (тип I) его эффективность не превышает 1-2 дБ в высокочастотном диапазоне. При установке АЭ сравнимой величины с размерами проема (тип II) его эффективность возрастает дополнительно на 5-7 дБ, а при применении АЭ с большими, чем проем, размерами (тип III) эффективность увеличивается еще на 4-7 дБ в высокочастотном диапазоне и достигает 6-8 дБА.

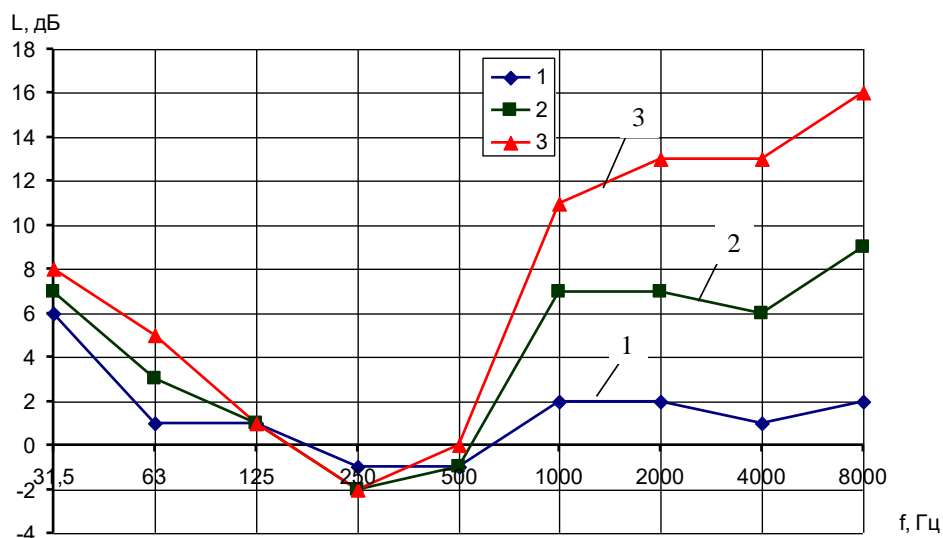


Рис. 5. Зависимость эффективности АЭ различного размера:  
1 – тип I, 2 – тип II, 3 – тип III

Следует отметить, что все экраны (при разной глубине установки и разных размерах) имеют наибольшую эффективность в высоко-частотной области.

В некоторых случаях возможно расположение экранов снаружи защищаемого проема. На рис. 6 приведены результаты исследований таких внешних АЭ, расположенных на расстоянии 50 мм от проема.

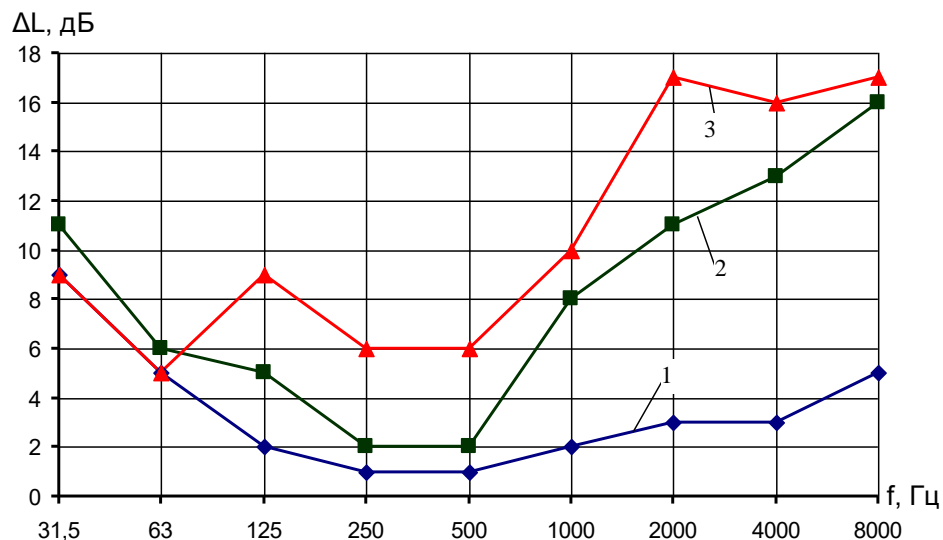


Рис. 6. Сравнительная эффективность внешних АЭ (глубина 50 мм)  
различных размеров: 1 – тип I, 2 – тип II, 3 – тип III

Из анализа полученных данных (рис. 6) видно, что закономерности по конструктивным параметрам, полученные для внутренних экранов остаются такими же и для АЭ, располагаемых снаружи. Наиболее эффективным является экран III типа, перекрывающий проем и обладающий эффективностью по уровням звукового давления на 5-14 дБ выше, чем АЭ размером типа I в диапазоне частот 125-8000 Гц.

В условиях неограниченного пространства под звукоизолирующим капотом находят применение составные экраны. При этом плоские экраны располагаются друг за другом, обеспечивая 2-х или 3-х кратное частичное перекрытие проема, что увеличивает длину прохождения воздуха через защищаемую систему с улучшенной шумо-

защитой. Были исследованы составные акустические экраны, состоящие из 3-х экранов I типа. Эффективность таких составных АЭ даже малых размеров существенно выше, чем эффективность плоского экрана, в среднем по уровням звукового давления она выше на 2-5 дБ в диапазоне частот (1000-8000 Гц).

Представляет интерес произвести сравнительную оценку акустической эффективности исследуемых шумозащитных элементов звукоизолирующего капота.

В табл. 2 приведены сравнительные эффективности основных типов рассмотренных шумозащитных конструкций капота: жалюзи, глушителя, плоского акустического экрана и составного экрана рис. 7.

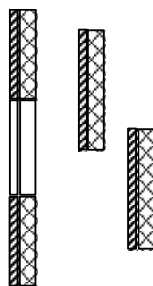


Рис. 7 Составной экран.

Таблица 2. Сравнительная эффективность шумозащитных конструкций: 1 – жалюзи (2 козырька), 2 – глушитель (абсорбционный четырехкамерный, 200 мм), 3 – экран, облицованный ЗП (типа II) глубиной 200 мм 4 – составной экран.

Тип конструкции	УЗД, дБ в октавных полосах частот, Гц									УЗ, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Жалюзи 2 козырька	8	5	4	4	5	6	7	6	7	6
Глушитель, 4 камеры, 200 мм	10	10	7	3	2	4	8	10	11	5
экран, облицованный ЗП (типа II) глубиной 200 мм	8	5	4	4	5	6	7	6	7	6
составной экран	10	10	7	3	2	4	8	10	11	5

### Заключение

Анализ полученных результатов исследований показывает, что эффективность этих конструкций составляет по интегральной оценке от 4 до 9 дБА и по уровням звукового давления (от 1-5 дБ до 4-16 дБ в средне- высокочастотном диапазоне 500-8000 Гц). Как правило, эта эффективность обеспечивает вполне приемлемое снижение шума, проникающего через открытый проем капота. При выборе конструкции защиты проема капота можно руководствоваться, в первую очередь, требованиями к конструкциям капота. Все исследуемые конструкции показали приемлемую эффективность. В случае необходимости выполнения более высоких требований к снижению шума, излучаемого через проем можно использовать комбинированные и составные экраны больших размеров. Эти конструкции обеспечивают снижение шума, проникающего через открытый проем на 8-10 дБА.

**Список литературы**

1. Дроздова Л.Ф., Кирпичников В.Ю., Кудаев А.В. «Исследование акустической эффективности капота малого объема». Сборник трудов пятого международного экологического конгресса «ELPIT-2015». том 4, 2015, г. Самара, 12 с.
2. Дроздова Л.Ф., Шашурин А.Е., Кудаев А.В. «Снижение шума силовых установок звукоизолирующими капотами». Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации». 26-28 марта 2013г., 7 с.