

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036759**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.17

(51) Int. Cl. **F01N 1/08** (2006.01)

(21) Номер заявки
201891110

(22) Дата подачи заявки
2016.11.06

(54) **КОМБИНИРОВАННЫЙ ГЛУШИТЕЛЬ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ**

(31) **PV 2015-781**

(56) **DE-C-727961**

(32) **2015.11.05**

DE-C-917038

(33) **CZ**

US-A-2993559

(43) **2018.12.28**

GB-A-781290

(86) **PCT/CZ2016/000120**

(87) **WO 2017/076377 2017.05.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

МАХ ЗДЕНЕК; МАХОВА ЗДЕНКА

(CZ)

(72) Изобретатель:

Мах Зденек, Экарт Зденек (CZ)

(74) Представитель:

Рыбина Н.А. (RU)

(57) Комбинированный глушитель шума выхлопных газов, состоящий из системы полых элементов с общим корпусом, который содержит переднюю поверхность глушителя, соединенную с трубкой для подачи выхлопных газов, и заднюю поверхность глушителя с выпускным отверстием от задней поверхности глушителя, и в котором начальные - впускные (I_p) выхлопные газы, которые переносят шумовую волну, разделяются на по меньшей мере два потока - поток (I_z) выхлопных газов, который переносит смещенную шумовую волну, которая приводит к возникновению геометрической разности хода волн, и поток (I_n) выхлопных газов, который переносит несмещенную шумовую волну, которые впоследствии объединяются в общий поток (I_s) выхлопных газов.

B1

036759

036759

B1

Область техники

Данное техническое решение относится к комбинированному глушителю выхлопных газов, особенно пригодному для автомобильной промышленности, лесного, сельскохозяйственного и садово-паркового оборудования. В частности, данное техническое решение относится к уменьшению уровня шума выхлопных газов путем гашения шумовых волн в сфере автомобильного транспорта, судоходного, железнодорожного транспорта, лесного, сельскохозяйственного и садово-паркового оборудования, а также в авиационной, оборонной промышленности и подобных отраслях.

Уровень техники

Известны технические решения, которые относятся к глушителям шума, основанные на принципе интерференции выхлопных газов на основе поглощения, резонанса и адсорбции-резонанса. Известны технические решения, например такие, которые защищены полезной моделью № 19852, в которых глушители шума содержат кожух, к которому герметично присоединена впускная крышка, приспособленная для подключения к впускной трубке, и выпускная крышка, приспособленная для подключения к выпускной трубке. Внутри пространства, определенного кожухом и впускной и выпускной крышками, расположено устройство снижения уровня шума, содержащее впускную камеру и выпускную камеру, которые отделены с помощью перегородки, обеспеченной со сквозными отверстиями. Пространственно сквозные отверстия расположены напротив друг друга таким образом, что первичный поток газа, поступающий в глушитель, делится на частичные потоки. Первичный поток газа поступает с импульсами давления впуска, которые и создают шум. Импульсы газа имеют векторный характер, поэтому частичные потоки определяются векторами частичных газовых импульсов. После выхода из сквозных отверстий происходит расширение частичных потоков газа, а векторы частичных импульсов приобретают такие направления, что происходит взаимодействие по меньшей мере с некоторыми векторами частичных импульсов давления от других частичных потоков газа. Взаимодействие этих векторов частичных импульсов давления, которые действуют один против другого, приводит к образованию уменьшенных импульсов давления, векторы которых меньше, чем векторы импульсов давления впуска. С помощью этого процесса шум частично заглушается. Главным недостатком такого конструкционного расположения является тот факт, что поток воздуха через сквозные отверстия не происходит строго в соответствии с теоретическими предположениями. Поток зависит от размеров впускной и выпускной камер, диаметра сквозных отверстий, и, особенно, от резкости их краев. Еще одним недостатком такого конструкционного расположения является высокая потеря давления при прохождении через глушитель, что приводит к снижению эффективности устройства и высоким техническим и технологическим требованиям к такой продукции. Например, во время эксплуатации двигателя транспортного средства создаются шумовые волны, носителем которых является пульсирующий поток выхлопных газов. Известно, что интенсивность шума уменьшается с увеличением потерь. Эти потери могут быть увеличены за счет поглощения энергии шума, которое выполняется с помощью различных материалов - заполнителей или резонаторов, расположенных вне потока газа. Кроме того, для направления прохождения шумовой волны, повторного сжатия и расширения, или, в конце концов, изменения направления хотя бы части основного потока выхлопных газов, отражения шумовых волн и удлинения их пути или их охлаждения используются перфорированные стенки-перегородки.

Полученный эффект глушителя зависит от соотношения объема глушителя к рабочему объему цилиндров двигателя. Конструктивные решения глушителей шума выхлопных газов, известные в современном уровне техники, имеют различные комбинации и взаимное расположение указанных средств снижения уровня шума.

Например, существует известное техническое решение в соответствии с патентом CZ № 286 939, содержащее удлиненный кожух, внутреннее пространство которого разделено с помощью попеременно расположенных параллельных стержней и перегородок с промежутками на их концах или отверстиями в их центральной части на несколько камер, объем которых увеличивается в направлении потока выхлопных газов. Хотя это техническое решение снижает уровень шумовых волн выхлопных газов, оно совершенно не соответствует современным требованиям остаточной интенсивности шумовых волн.

Кроме того, известно техническое решение в соответствии с патентной заявкой PV № 1993 - 2264, которое содержит камеру, через которую проходит перфорированная трубка, снабженная системой малых отверстий и несколькими поперечными рядами больших отверстий. В перфорированной трубке расположено отражающее полое тело, состоящее из пары конусов с промежутком между их основой. В конце перфорированной трубки предусмотрено несколько рядов больших отверстий. Такое решение, с помощью использования перфорированной трубки с меньшими и большими отверстиями, через которые часть выхлопных газов проходит по двум различным расстояниям во внешнюю часть камеры, где они смешиваются вместе, закручиваются и возвращаются обратно к перфорированной трубке, обеспечивает более высокую эффективность снижения уровня шумовых волн. Однако такое решение не отвечает нынешним требованиям к уровню снижения шума.

Другое известное техническое решение в отношении глушителя описано в EP 1477642, которое раскрывает несколько вариантов глушителя, который содержит впускную трубку, которая проходит примерно до 2/3 длины с одной стороны, и выпускную трубку, которая проходит до 2/3 длины с другой

стороны, в удлиненном корпусе. По меньшей мере одна из них снабжена набором отверстий. Отверстия также формируются в опорных перегородках обеих трубок. Такое решение обеспечивает компрессию потока выхлопных газов в $1/3$ длины, которая остается, а также обращает их направление и возвращает их в набор отверстий в опорных перегородках, где он меняет свою скорость и закручивается. Увеличенная интенсивность снижения уровня шумовых волн в этом решении допускается также с помощью впуска части выхлопных газов в открытое пространство. Это решение также не обеспечивает такой интенсивности снижения уровня шумовых волн, которая требуется в нынешних автотранспортных средствах.

Техническое решение глушителя выхлопных газов в соответствии с патентом № 196742 отличается тем, что перегородка с наклоненной трубкой, проходящей насквозь, размещенной централизованно или эксцентрично, расположена в камере между двумя резонаторами Гельмгольца, для того, чтобы направить поток и шумовые волны на цилиндрическую стенку корпуса глушителя. Главный недостаток такого конструкционного расположения заключается в низкой эффективности снижения уровня шума.

Согласно патенту США 5578277 существует еще одно известное техническое решение под названием "Modular catalytic converter and muffler for internal combustion engine" ("Модульный каталитический нейтрализатор и глушитель для двигателя внутреннего сгорания"), где катализатор и глушитель соединяются в одно целое. Поток выхлопных газов направляется через камеру расширения к семи частичным катализаторам, интегрированным в перегородку камеры. Частичные катализаторы представляют собой трубки, которые заканчиваются проницаемой, каталитически активной керамической стенкой. Далее поток выхлопных газов и шумовая волна от катализаторов направлены на две последовательно расположенные вогнутые перегородки со множеством отверстий, а затем, через трубку, в спокойную атмосферу. Главный недостаток такого конструкционного расположения заключается в низкой эффективности снижения уровня шума.

Также существует известное техническое решение, описанное в PV 1999 -2583, где поток выхлопных газов направлен на расположенный по центру выпуклый экран диаметром меньшим, чем диаметр цилиндрической камеры расширения, а также через сформированное кольцевое отверстие далее на выпуклую стенку, герметично соединенную вокруг ее периферии с корпусом камеры. Во второй вогнутой стенке определяются отверстия различных форм. Через них поток выхлопных газов и шумовая волна направляются в камеру, которая заканчивается в направлении потока перегородкой, в которой входы к трубкам резонатора - трубкам разной длины, открытым с обоих концов, ведут в другую камеру. Поток выхлопных газов и шумовая волна направляются вдоль двух направлений - отверстий в корпусе аксиально и тангенциально расположенной трубки и отверстий, определенных на поверхности цилиндрической камеры, а затем к общему выпускному отверстию в спокойную атмосферу. Этот глушитель не показал достаточных результатов, поскольку, если глушитель сам создает свист, это не демонстрирует эффект снижения уровня шума, а скорее наоборот. В любом случае это меняет фазу шумовой волны, и ее энергия может быть уменьшена из-за интерференции шумовой волны начальной фазы. Глушитель в соответствии с упомянутой патентной заявкой не имеет этой конструктивной особенности.

Еще одно техническое решение глушителя шума в соответствии с патентом CZ 297 930 B6 содержит выпускное отверстие и цилиндрический кожух, снабженный выпускной трубкой на противоположном конце. Он отличается тем, что цилиндрический кожух внутри разделен на по меньшей мере четыре рабочие секции, состоящие из аксиально расположенных элементов снижения уровня шума, камеры расширения, вибрационной камеры, пары трубчатых резонаторных систем и крутильных, направляющих и накопительных элементов, определяемых по меньшей мере тремя поперечно расположенными перегородками, при этом в направлении противоположной выпускной трубки цилиндрический кожух обеспечен выпускной секцией, которая свободно охватывает свою первую рабочую секцию, снабженную выпускными отверстиями для выхлопных газов, при этом выпускная секция прикреплена к поверхности цилиндрического кожуха.

Недостатки этого решения (совершенно отличающегося от данного изобретения) состоят в том, что поток выхлопных газов, который переносит шумовые волны, не может достичь геометрической разности хода в $\lambda/2$ для шумовой волны, поскольку оба потока смешиваются вместе в месте смешивания второй рабочей секции после прохождения первого резонатора и благодаря этому после прохождения второго резонатора не происходит никакого возникновения геометрической разности хода в $\lambda/2$ шумовой волны, только на $\lambda/4$, а фаза волны сдвинута (задерживается) на $\pi/2$. Эффекты обоих резонаторов не накапливаются, и в смесительной камере не происходит никакого зеркального эффекта. Первичная и опаздывающая волна не идут одна против другой с задержкой на полное π и с геометрической разностью хода $\lambda/2$.

Поскольку зеркальный эффект отсутствует и, следовательно, не происходит полного гашения шумовой волны, то ее интерференция, значение снижения уровня шума, обратного давления, потребления РНМ, значение эмиссии и температуры выхлопных газов в конце не достигают необходимого и ожидаемого результата.

Основной недостаток вышеупомянутых конструкционных расположений заключается прежде всего в том, что в шумовых волнах происходит продольное колебание, таким образом происходит уплотнение и разрежение атмосферы среды-носителя. Интенсивность шума соответствует уровню энергии шума,

которая проходит площадь 1 см^2 , расположенную перпендикулярно направлению потока, за единицу времени. Такая определенная интенсивность шума зависит от квадратов амплитуды и квадратов частот совокупности парциальных шумовых волн, плотности атмосферы-носителя (среды) и от скорости шума в ней, т.е. и от ее температуры, ведь шум уменьшается с уменьшением температуры. Атмосфера-носитель выхлопных газов из двигателей внутреннего сгорания является пульсирующим потоком выхлопных газов, которые следуют через трубу от двигателя в спокойную атмосферу. Количество импульсов определяется скоростью двигателя. Интенсивность шума уменьшается с увеличением потерь. Эти потери могут быть увеличены за счет поглощения энергии шума. Для заполнения глушителей используются различные материалы, например стекло, асбест или стальная шерсть, или резонаторы, расположенные вне потока (резонаторы Гельмгольца). Среди других известных способов уменьшения интенсивности шума есть прохождение шумовой волны через перфорированные стенки перегородки (повторные сокращения и расширения приводят к уменьшению энергии шума), дальнейшее распределение потока выхлопных газов на несколько частичных потоков, в которых изменяются фазы частичных шумовых волн, а затем они направляются в смесительную камеру, где происходит их совместное взаимодействие, что приводит к снижению уровня шума. Изменение фаз парциальных шумовых волн достигается путем их отражения или возвращения направления их движения, изменения их длины или скорости, или, в конце концов, путем уменьшения температуры парциальных шумовых волн носителя среды. Известен метод фазовой задержки шумовых волн посредством прохождения их через трубные (свистовые) резонаторы. Взаимодействие парциальных шумовых волн способствует турбулентности несущей газовой среды. Получаемый эффект каждого глушителя зависит от размеров отдельных элементов глушителя, их взаимного расположения, а также отношения объема глушителя к рабочему объему цилиндров двигателя. Текущие решения глушителей выхлопных газов в автомобилях в различных конструктивных вариантах используют различные комбинации и различные взаимосвязи названных средств снижения уровня шума.

Краткое описание сущности изобретения

Вышеупомянутые недостатки существенно устраняются с помощью комбинированного глушителя шума выхлопных газов, состоящего из системы полых элементов с общим корпусом, который содержит: переднюю поверхность глушителя, соединенную с трубкой подачи выхлопных газов, и заднюю поверхность глушителя с выпускным отверстием от задней поверхности глушителя, где начальные - впускные выхлопные газы (\dot{I}_p), которые переносят шумовую волну, разделяются на по меньшей мере два потока - поток (\dot{I}_v) выхлопных газов, который переносит смещенную шумовую волну, которая приводит к возникновению геометрической разности хода волн, и поток (\dot{I}_n) выхлопных газов, который переносит неизменную шумовую волну, которые впоследствии объединяются в общий поток (\dot{I}_s) выхлопных газов согласно изобретению, которое отличается тем, что система полых элементов содержит впускную камеру расширения, соединенную с передней поверхностью глушителя, и совместную выпускную камеру расширения и смешивания с впускными отверстиями совместной выпускной камеры расширения и смешивания, соединенными с задней стороной глушителя, между которыми в направлении прохождения шумовой волны расположены одна или несколько внутренних камер расширения незадержанного потока, которые имеют впускные отверстия внутренней камеры в поперечных перегородках на своем впускном отверстии и параллельно с ними последовательно в направлении прохождения шумовой волны расположены $4n+2$, где n равно 0 или положительно целому числу, внутренние камеры расширения задержанного потока, которые имеют впускные отверстия внутренних камер в поперечных перегородках на своем впускном отверстии, где каждая внутренняя камера расширения задержанного потока содержит резонаторную трубку, изготовленную таким образом, что соотношение длины каждого резонатора к длине соответствующей внутренней камеры расширения задержанного потока находится в интервале от 0,3 до 0,8, и отношение поверхности поперечного сечения каждого резонатора к поверхности поперечного сечения внутренней трубки для подачи выхлопных газов находится в интервале от 0,3 до 0,8, а размер поверхности впускных отверстий внутренних камер в поперечных перегородках совпадает с размером ($\pm 10\%$) поверхности поперечного сечения резонаторной трубки, и при этом сумма длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения незадержанного потока выхлопных газов совпадает с суммой ($\pm 10\%$) всех длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения задержанных потоков.

Решение согласно данному изобретению устраняет недостатки и погрешности, описанные в современном уровне техники с использованием "комбинированного глушителя выхлопных газов", поскольку он максимально устраняет интенсивность шума выхлопных газов до минимума, при этом с помощью резонаторов, открытых на обоих концах и закругленных на их выпускных трубках с собственной способностью интерференции шумовых волн, - погашается одна или несколько шумовых волн или, в конце концов, весь спектр шумов. Максимальная эффективность этого явления и его результат достигается при условии, что фазовое смещение для шумовой волны, которая задерживается, при ее прохождении через трубный резонатор, имеет значение $\pi/2$, что соответствует возникновению геометрической разности хода волн, равной $1/4$ от длины ее волны.

Для достижения вышеупомянутой задержки или смещения, соответственно, необходимо сохранить определенные требования в производстве комбинированного глушителя шума выхлопных газов. В предпочтительном варианте осуществления изобретения каждая из внутренних камер расширения задержанного потока обеспечена идентичной резонаторной трубкой, при условии, что соотношение длины каждой резонаторной трубки к длине соответствующей внутренней камеры расширения задержанного потока составляет $0,5 \pm 0,1$, преимущественно $0,5$.

Также выгоднее, если соотношение поверхности пересечения каждой резонаторной трубки к поверхности поперечного сечения впускной трубки для подачи выхлопных газов составляет $0,5 \pm 0,1$, преимущественно $0,5$. Кроме того, выгоднее, если размер поверхности впускных отверстий внутренних камер в поперечных перегородках совпадает с размером ($\pm 1\%$) поверхности поперечного сечения резонаторной трубки. Преимущественно, когда сумма длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения незадержанного потока выхлопных газов совпадает с суммой ($\pm 1\%$) длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения задержанных потоков.

С точки зрения требований минимизации пространства, которое занимает глушитель шума выхлопных газов и конструктивных требований к нему, желательно, чтобы количество последовательно расположенных внутренних камер расширения задержанного потока составляло две единицы и/или количество внутренних камер расширения незадержанного потока составляло точно одну единицу.

В наиболее предпочтительном варианте осуществления изобретения соотношение длины трубки каждого резонатора к длине камеры расширения задержанного потока составляет точно $0,5$, соотношение площади поверхности поперечного сечения каждой резонаторной трубки к площади поверхности поперечного сечения впускной трубки для подачи выхлопных газов составляет точно $0,5$, размер поверхности впускных отверстий внутренних камер в поперечных перегородках совпадает с размером поверхности поперечного сечения резонаторной трубки, а сумма всех длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения незадержанного потока выхлопных газов совпадает с суммой длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения задержанных потоков. В этом случае фазовая задержка шумовой волны в общем достигает целого π при прохождении задержанного потока (I_2) выхлопных газов через внутреннюю камеру расширения задержанного потока с определенными параметрами, а геометрическая разность хода шумовых волн составляет точно $1/2$ ее длины волны λ , с помощью чего происходит гармоничное накопление в объединенном потоке (I_3), и образуется совершенно новая зеркальная волна, и гасятся волны с некоторыми длинами волны или, в конце концов, весь спектр шумов. Основная шумовая волна закрепляется по оси трубчатого резонатора как квазиволна с полупериодом, а округления резонаторной трубки позволяют погасить соответствующие шумовые волны вокруг. Это явление достигается данным решением из-за того, что оно распределяет начальный поток выхлопных газов по меньшей мере на два ответвления, при этом незадержанный поток (I_1) выхлопных газов с неизменной шумовой волной проходит через одно из них, перенос второго ответвления потока (I_2) происходит с задержкой возникновением геометрической разности хода шумовых волн на двойное значение $1/4$ от его длины волны λ , таким образом, в целом, на $1/2$ его длины волны. Принципиальная схема изобретения проиллюстрирована на фиг. 1 и фиг. 2.

Данное изобретение заключается в применении уже известных принципов снижения уровня шума (сужение и расширение потока, увеличение и уменьшение давления газа, распределение и дальнейшее смешивание потоков) и отличается общей фазовой задержкой шумовой волны на значение π , а также возникновением геометрической разности хода шумовых волн лишь на $1/2$ от длины λ , что вызвано установкой двух, шести, десяти и так далее идентичных систем трубчатых резонаторов в по меньшей мере один из потоков выхлопных газов, при этом поток выхлопных газов выходит из резонаторов, отделен от других потоков с помощью целостной удлиненной перегородки, расположенной параллельно оси глушителя, а затем направлен вместе с по меньшей мере одним другим потоком выхлопных газов в общую камеру смешивания и расширения, в которой шумовые волны, которые переносятся обоими потоками выхлопных газов, образуют единый поток, в котором они взаимно влияют одна на другую, в том числе путем создания зеркальной волны и последующего гашения шумовой волны или, в конце концов, всего спектра шумов.

Основная часть процесса снижения уровня шума представлена выпуском шумовых волн с фазовой задержкой на значение $\pi/2$ и возникновением геометрической разности хода в $1/4$ длины волны.

Для шумовой волны конкретной частоты задержка фазы волны составляет значение $\pi/2$ при прохождении через резонаторные трубки, поэтому геометрическая разность хода шумовых волн составляет лишь $1/4$ от λ . Проходя через трубку второго, расположенного по принципу тандема, идентичного резонатора, процесс повторяется при условии, что фаза волны вообще задерживается на значении целого π , и геометрическая разность хода шумовых волн составляет лишь $1/2$ от λ . Создается зеркальная волна и происходит гашение.

Округления (вогнутость или выпуклость) свободного конца резонаторной трубки по сравнению с конической формой - угловым срезом - более выгодно тем, что происходит увеличение окружных разме-

ров при одновременном сохранении той же поверхности и диаметра, и большее количество волн, относящихся к ней, гасится в резонаторной трубке, сохраняя при этом одинаковое максимальное и минимальное значения шумовых волн, которые гасятся на оси трубки.

Другой вариант осуществления резонаторной трубки представляет собой прямоугольное поперечное сечение каскадного варианта осуществления таким образом, что изменение поперечного сечения происходит последовательно и поэтапно, или треугольное или трапециевидное поперечное сечение, для сбора большего количества и диапазонов длин волн, где минимальный размер одной стороны должен быть равен или быть больше 0,3 мм ($\geq 0,3$ мм), поскольку размер 0,2 мм или меньший размер будет вызывать высокочастотный свист.

Снижение уровня шума шумовой волны согласно изобретению не зависит от размера объема двигателя (из-за "непогашения" шумовой волны обратное давление увеличивается и объем двигателя должен быть адаптирован к этому), но это определяется поперечным сечением трубки выхлопных газов - системы - выхлопных газов из двигателя, что позволяет уменьшить габаритные размеры системы глушителя и уменьшить его вес. Низкое сопротивление прохождения выхлопных газов через глушитель и эффективная интерференция вместе с погашением шумовых волн позволяет достичь меньшего шума на выходе из глушителя при уменьшении обратного давления по сравнению с другими решениями, что также приводит к значительной экономии топлива и снижению выбросов CO_2 , что влияет на количество производимого CO , а также температуру выхлопных газов, путем гашения среды шумовой волны с использованием интерференции, что вызывает существенное снижение давления (и, как следствие, влажности) в глушителе, что дополнительно приводит к результатам в виде практического отсутствия коррозии материала глушителя, что увеличивает срок службы.

Для корректного функционирования комбинированного глушителя шума выхлопных газов внутреннюю непрерывную камеру незадержанного потока (\dot{I}_n) выхлопных газов и по меньшей мере одну внутреннюю камеру расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов преимущественно разделяют с помощью по меньшей мере одной перегородки, параллельной с осью глушителя, разделяя незадержанный и задержанный потоки выхлопных газов после прохождения впускной камеры расширения до их входа в общую выпускную камеру расширения и смешивания, и по меньшей мере одну другую внутреннюю камеру расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов со вторым резонатором, соединенную с первой внутренней камерой расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов, и внутренние камеры расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов располагаются последовательно одна за другой и обеспечены тандемом идентичных трубчатых резонаторов, соединенных друг с другом без каких-либо других вставленных элементов, а отношение длины трубки каждого резонатора к длине соответствующей внутренней камеры расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов составляет 0,5, и отношение площади поверхности поперечного сечения трубки каждого резонатора к поперечному сечению впускной трубки для подачи выхлопных газов составляет 0,5, при этом поперечное сечение резонаторной трубки, особенно внутренней, имеет трапециевидную форму, форму треугольного, квадратного, ромбовидного многоугольника, параллелограмма или каскадную форму; а конец резонаторной трубки имеет округлую, вогнутую или выпуклую форму, что увеличивает эффективность по отношению к количеству погашенных волн. В предпочтительном варианте осуществления изобретения выпускная часть задней поверхности комбинированного глушителя шума выхлопных газов представляет собой перфорированную перегородку или обычный трубопровод. Изобретение направлено на уменьшение нежелательных эффектов, а именно: шума, превышающего 50 дБ (вызывая стресс и психическую депрессию), снижение потребления РНМ и дальнейшее уменьшение выбросов CO/CO_2 , а также уменьшение колебаний и потрясений, включая уменьшение температуры выхлопных газов.

Изобретение заполняет пробел в объектах в известных масштабах и эффективности снижения уровня шума.

Краткое описание графических материалов

Далее изобретение будет описано с использованием графических материалов, на которых на фиг. 1 проиллюстрирован комбинированный глушитель шума, а на фиг. 2 проиллюстрирован комбинированный глушитель шума с указанными потоками ($\dot{I}_n, \dot{I}_z, \dot{I}_p, \dot{I}_v$) выхлопных газов.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Комбинированный глушитель шума выхлопных газов, в соответствии с фиг. 1 и 2, состоит из системы полых элементов с общим корпусом 1, соединенным с трубкой 2 для подачи выхлопных газов с одной стороны и с выпускной частью выхлопного устройства с другой стороны. Начальный впускной поток (\dot{I}_p) выхлопных газов, который переносит шумовые волны, делится на по меньшей мере два потока - задержанный поток (\dot{I}_z) выхлопных газов, который переносит смещенную шумовую волну, которая приводит к возникновению геометрической разности хода волн, и незадержанный поток (\dot{I}_n) выхлопных га-

зов, который переносит неизменную шумовую волну с незадержанной длиной волны. Впоследствии потоки выхлопных газов объединяются в общий поток выхлопных газов (\dot{I}_s), который переносит шумовую волну с геометрической разностью хода, из которого образуется результирующий поток выхлопных газов (\dot{I}_r) после гашения шумовой волны на выходе. Система полых элементов с общим корпусом 1 содержит на своем впускном конце впускную камеру 5 расширения и содержит на своем выпускном конце камеру 16 расширения и смешивания. Между впускной камерой 5 расширения и общей камерой 16 расширения и смешивания расположены внутренние камеры расширения. Типовой вариант осуществления изобретения изображает одну внутреннюю камеру 8 расширения незадержанного потока (\dot{I}_n) выхлопных газов и, желательнее, две внутренние камеры расширения: первую внутреннюю камеру 12 расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов с первым резонатором 10 (R1) и вторую внутреннюю камеру 14 расширения задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов со вторым резонатором 10 (R2). Отношение длины каждой резонаторной трубки 11 к длине соответствующей внутренней камеры 12, 14 расширения задержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_z) преимущественно составляет, как и в этом типовом варианте осуществления изобретения, 0,5. Отношение площади поверхности поперечного сечения трубки 11 первого резонатора 10 (R1) к площади поверхности поперечного сечения впускной трубки 2 для подачи выхлопных газов преимущественно составляет, как и в этом типовом варианте осуществления изобретения, 0,5. Отношение площади поверхности поперечного сечения трубки 11 второго резонатора 10 (R2) к поверхности поперечного сечения впускной трубки 2 для подачи выхлопных газов преимущественно составляет, как и в этом типовом варианте осуществления изобретения, 0,5. Отношение площади поверхности впускных отверстий 7 внутренней камеры в перегородках на впускном отверстии и на выпускном отверстии внутренней камеры 8 расширения незадержанного потока (и на выпускном отверстии второй внутренней камеры 14 расширения задержанного потока к поверхности поперечного сечения впускной трубки 2 для подачи выхлопных газов) преимущественно составляет, как и в этом типовом варианте осуществления изобретения, 0,5. Во время прохождения задержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_z) через внутренние камеры 12, 14 расширения с указанными параметрами фаза волны в этом случае задерживается на значение целого π , а геометрическая разность хода шумовых волн составляет $1/2$ ее длины волны λ , с помощью чего формируется зеркальная волна в комбинированном потоке (\dot{I}_s) выхлопных газов, и происходит погашение некоторых шумовых волн или, в конце концов, всего спектра шумов. В этом типовом варианте осуществления изобретения одна внутренняя камера 8 расширения незадержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_n) отделена от внутренних камер 12, 14 задержанного потока (\dot{I}_z) выхлопных газов с помощью по меньшей мере одной удлиненной перегородки 9, продольной с осью глушителя, которая отделяет незадержанный и задержанный поток выхлопных газов после прохождения внутренней камеры 5 расширения перед входом в совместную выпускную камеру 16 расширения и смешивания. Первая внутренняя камера 12 расширения задержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_z) с первым резонатором 10 (R1) продолжается второй камерой 14 расширения задержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_z) со вторым резонатором 10 (R2).

Внутренние камеры 12, 14 расширения задержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_z) расположены последовательно одна за другой без каких-либо других вставленных элементов, при условии, что соотношение длины каждой резонаторной трубки 11 к длине соответствующей внутренней камеры 12, 14 расширения задержанного потока выхлопных газов (\dot{I}_z) преимущественно составляет, как и в этом типовом варианте, 0,5, и соотношение площади поверхности поперечного сечения каждой резонаторной трубки 11 к поверхности поперечного сечения впускной трубки 2 для подачи выхлопных газов преимущественно составляет, как и в этом типовом варианте осуществления изобретения, 0,5. Внутреннее поперечное сечение резонаторной трубки 11 имеет преимущественно форму окружности, прямоугольника, трапеции, треугольника, квадрата, ромба, параллелограмма, многоугольника полигона, либо имеет каскадную форму. В предпочтительном варианте осуществления изобретения конец резонаторной трубки 11 имеет округлую, выпуклую или вогнутую формы. Комбинированный глушитель шума в соответствии с настоящим изобретением, в соответствии с типовым вариантом осуществления изобретения, состоит из общего корпуса 1 системы полых элементов, которые содержат резонатор и интерференционные камеры, в которых трубка 2 для подачи выхлопных газов выходит из задней поверхности 3 глушителя через отверстие 4 на задней поверхности глушителя. Все части глушителя являются жесткими и неподвижными. Все поперечные, конструктивные перегородки 6, 13, 15 в системе глушителя являются, благодаря впускным отверстиям 7 внутренних камер или впускным отверстиям 19, совместными с выпускной камерой расширения и смешивания, проницаемыми для потоков выхлопных газов, которые переносят шумовые волны.

Тандемные (последовательные) трубные резонаторы, т.е. первый резонатор 10 (R1) и второй резонатор 10 (R2), соединены вместе без каких-либо других вставленных элементов-компонентов.

Первая подсистема состоит из впускной камеры 5 расширения, которая в этом типовом варианте осуществления изобретения отделена с помощью поперечной перегородки 6 от подсистемы потока второго ответвления, которая переносит измененную шумовую волну, которая состоит из первой внутрен-

ней камеры 12 расширения задержанного потока с первым резонатором 10 (R1) и второй внутренней камеры 14 расширения задержанного потока со вторым резонатором 10 (R2), и которая одновременно отделена с помощью поперечной перегородки 6 от подсистемы потока левой камеры, которая переносит неизменную шумовую волну, которая состоит из внутренней камеры 8 расширения незадержанного потока.

Внутренняя камера 5 расширения отделена от первой внутренней камеры 12 расширения задержанного потока с первым резонатором с помощью поперечной перегородки 6 с отверстием 7 внутренней камеры для впускного отверстия в трубку 11 первого резонатора 10 (R1) и от внутренней камеры 8 расширения незадержанного потока с помощью поперечной перегородки 6 с внутренним отверстием 7 камеры расширения. Первая внутренняя камера 12 расширения задержанного потока с первым резонатором соединена с помощью поперечной перегородки 13 с впускным отверстием 7 внутренней камеры для впускного отверстия в трубку 11 второго резонатора, со второй внутренней камерой 14 расширения задержанного потока со вторым резонатором, при этом общая выпускная камера 16 расширения и смешивания соединена здесь с помощью поперечной перегородки 15 с впускным отверстием 19 общей камеры выпуска и смешивания.

В этом типовом варианте осуществления изобретения, в левом ответвлении потока, общая выпускная камера 16 расширения и смешивания соединена с внутренней камерой 8 расширения незадержанного потока через поперечную перегородку 15 с впускным отверстием 19 общей выпускной камеры расширения и смешивания. Первая внутренняя камера 12 расширения задержанного потока с первым резонатором и вторая внутренняя камера 14 расширения задержанного потока со вторым резонатором отделены от внутренней камеры 8 расширения незадержанного потока с помощью удлиненной перегородки 9.

В этом типовом варианте осуществления изобретения общая выпускная камера 16 расширения и смешивания заканчивается перфорированной задней поверхностью 17 глушителя с отверстиями на выпуске 18 от задней поверхности глушителя в атмосферу. В другом типовом варианте осуществления изобретения обычный выпускной трубопровод, который выходит в атмосферу, располагается на выпускном отверстии вместо перфорированных отверстий.

В случае, который не проиллюстрирован, внутренняя камера 8 расширения незадержанного потока может быть обеспечена другой поперечной перегородкой 13 с впускным отверстием 7 внутренней камеры. В другом типовом варианте осуществления изобретения вся система внутренних камер может быть расположена таким образом, что левая и правая сторона меняются или, в конце концов, расположение может осуществляться с помощью метода "труба в трубе", т.е. с помощью одной камеры, например, камера с задержанным потоком может быть окружена второй камерой с незадержанным потоком, и наоборот. В другом типовом варианте осуществления изобретения трубка 2 для подачи выхлопных газов может быть ориентирована на впускную камеру 5 расширения на стороне этой камеры, а также на отверстие 18 или выпускную трубу от общей выпускной камеры 16 расширения и смешивания на стороне этой камеры.

Комбинированный глушитель шума выхлопных газов расположен на оси трубки 2 для подачи выхлопных газов на стороне двигателя. Выхлопные газы подаются в упомянутый глушитель шума с помощью трубки 2 для подачи выхлопных газов через переднюю поверхность 3 глушителя и через отверстие 4 на передней поверхности глушителя. Выхлопные газы также являются носителем шумовой волны, и, следовательно, шумовая волна также влияет на них. Поток выхлопных газов попадает во впускную камеру 5 расширения через отверстие 4 в передней поверхности глушителя, где он, в этом конкретном случае, разделяется на два ответвления, правое и левое ответвление. Он поступает в левое ответвление через впускное отверстие 7 внутренней камеры в поперечной перегородке 6, которая одновременно отделяет впускную камеру 5 расширения от первой внутренней камеры 12 расширения задержанного потока с первым резонатором.

Поток выхлопных газов, который переносит шумовую волну, поступает в правое ответвление через впускное отверстие 7 внутренней камеры для трубки 11 первого резонатора 10 (R1), образованное в поперечной перегородке 6. Хотя в левом ответвлении внутренней камеры 8 расширения незадержанного потока шумовая волна остается неизменной, основная шумовая волна в правом ответвлении первой внутренней камеры 12 расширения задержанного потока с первым резонатором, проходя через трубку 11 первого резонатора 10 (R1), закрепляется на оси резонаторной трубки 11 как квазиволна с полупериодом, а связанные с ней волны гасятся вокруг, и фаза волны в этом случае задерживается на значение $\pi/2$, следовательно, геометрическая разность хода шумовых волн составляет $1/4$ ее длины волны. После выхода из первой внутренней камеры 12 расширения задержанного потока с первым резонатором поток выхлопных газов, который переносит шумовую волну, переносится в другую внутреннюю камеру 14 расширения задержанного потока со вторым резонатором через отверстие в поперечной перегородке 13 с впускным отверстием 7 для трубки 11 второго резонатора. Хотя в левом ответвлении после прохождения внутренней камеры 8 расширения незадержанного потока шумовая волна остается незадержанной, основная шумовая волна в правом ответвлении второй внутренней камеры 14 расширения задержанного потока со вторым резонатором, после прохождения трубки 11 второго резонатора 10 (R2), успокаивается на оси резонаторной трубки 11 как квазиволна с полупериодом, а связанные с ней волны гасятся вокруг,

и фаза волны в этом случае задерживается на значение $\pi/2$, следовательно, геометрическая разность хода шумовых волн составляет только $1/4$ ее длины волны. В этом случае трубки 11 резонаторов 10 (R1) и 10 (R2) создают общий эффект задержки фазы волны на значение целого π и возникновения геометрической разности хода шумовых волн на $1/2$ ее длины волны λ . Это является положительным смещением - формируется настоящая зеркальная волна.

Левое ответвление, которое переносит неизменную шумовую волну, а также правое ответвление, которое переносит шумовую волну, которая имеет геометрическую разность хода в $1/2$ ее длины волны, проходят через впускные отверстия 19 общей камеры расширения и смешивания в поперечной перегородке 15 с отверстиями в общую выпускную камеру 16 расширения и смешивания одновременно. После воздействия на заднюю поверхность 17 глушителя шумовая волна автоматически меняется на противоположную фазу, что является наиболее важным для функции шумовой волны. Шумовые волны в этой камере влияют одна на другую, что и приводит к их гашению.

В одном типовом варианте осуществления изобретения общая выпускная камера 16 расширения и смешивания заканчивается перфорированной задней поверхностью 17 глушителя с отверстиями на выпуске 18 задней поверхности глушителя в атмосферу. Функция этой совместной выпускной камеры расширения и смешивания 16 с задней поверхностью 17 глушителя отличается от других вариантов осуществления изобретения тем, что шумовая волна создает геометрическую разность хода с начальной волной в $1/2$ ее длины волны, что соответствует фазе, противоположной начальной волне. В этом типовом варианте осуществления изобретения перфорированные отверстия на выходе 18 задней поверхности глушителя заглушают высокочастотные компоненты шума.

В рамках испытания проводились опыты со следующими результатами:

а) влияние соотношения длины l_1 к длине l_2 внутренней камеры расширения на значение снижения уровня шума выхлопных газов, в варианте осуществления изобретения в соответствии с фиг. 1 (при $S_1/S_2=0,5$ и начальном уровне шума выхлопных газов в 79,2 дБ)

№	l_1/l_2	снижение уровня шума/дБ
1	0,1	0,3
2	0,2	0,8
3	0,3	1,7
4	0,4	2,9
5	0,5	4,9
6	0,6	4,1
7	0,7	3,8
8	0,8	2,6
9	0,9	1,1

б) влияние соотношения площади поперечного сечения S_1 (поверхности) резонатора к площади поперечного сечения S_2 (поверхности) трубки для подачи выхлопных газов на значение снижения уровня шума, в варианте глушителя шума в соответствии с фиг. 1 (при $l_1/l_2 = 0,5$ и начальном уровне шума выхлопных газов в 79,2 дБ)

№	S_1/S_2	снижение уровня шума/дБ
1	0,1	0,6
2	0,2	1,2
3	0,3	1,7
4	0,4	3,6
5	0,5	4,9
6	0,6	4,0
7	0,7	3,2
8	0,8	2,4
9	0,9	1,8
10	1,0	1,2
11	1,1	1,0
12	1,2	0,7

с) влияние комбинации соотношения длины l_1 резонатора к длине l_2 внутренней камеры расширения и соотношения площади поперечного сечения (поверхности) S_1 резонатора к площади поперечного сечения (поверхности) S_2 трубки для выхлопных газов на значение снижения уровня шума в варианте глушителя шума в соответствии с фиг. 1

№	l_1/l_2	S_1/S_2	снижение уровня шума/дБ
1	0,1	1,0	0,3
2	0,9	0,1	0,3
3	0,9	1,2	0,4
4	0,3	0,3	0,8
5	0,3	0,4	1,1
6	0,3	0,5	1,7
7	0,3	0,6	1,8
8	0,3	0,7	2,0
9	0,4	0,3	0,8

10	0,4	0,4	2,6
11	0,4	0,5	2,9
12	0,4	0,6	2,6
13	0,4	0,7	2,2
14	0,5	0,4	3,6
15	0,5	0,5	4,9
16	0,5	0,6	4,0
17	0,5	0,7	3,2
18	0,6	0,4	3,5
19	0,6	0,5	4,1
20	0,6	0,6	3,8
21	0,6	0,7	3,4
22	0,7	0,4	1,9
23	0,7	0,5	3,8
24	0,7	0,6	3,9
25	0,7	0,7	4,0
26	0,7	0,8	3,9
27	0,7	0,9	2,8
28	0,8	0,5	2,6
29	0,8	0,6	2,8
30	0,8	0,7	2,9
31	0,8	0,8	3,2
32	0,8	0,9	3,0
33	0,1	0,1	0,4
34	0,1	0,7	0,6
35	0,1	0,9	0,3

Примечание: Измерения значений уровня шума осуществляли с помощью моторной косилки HESHT IP64FA с комбинированным глушителем шума выхлопных газов в соответствии с фиг. 1 на расстоянии 3 м от источника шума (измерение проводилось в соответствии с известными рекомендациями по измерению шума двигателя внутреннего сгорания). Данные значения являются статистическими средними данными из 20 измерений.

Измеренные величины и результаты измерений подтверждают оптимальное соотношение длин резонаторных трубок 11 к длине внутренней камеры расширения, а также оптимального соотношения площади поперечного сечения (поверхности) резонаторной трубки 11 к площади поверхности трубки 2 для подачи выхлопных газов.

Промышленная применимость

Изобретение относится к комбинированному глушителю шума выхлопных газов, а именно предназначено для автомобильной промышленности, лесного хозяйства, сельскохозяйственного и садово-паркового оборудования, но также может применяться в других отраслях автомобильного транспорта, судоходства и железнодорожного транспорта, лесного хозяйства, сельскохозяйственного и садового оборудования и также в области авиации и вооружения и подобных отраслях. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов в соответствии с настоящим изобретением может быть преимущественно использован в двигателях внутреннего сгорания, особенно для моторных транспортных средств, и садово-паркового оборудования, где есть требования к значительному снижению уровня шума.

Перечень справочных знаков и их описание

Справочный знак	Фиг. 1, Фиг. 2
	1
2	Трубка для подачи выхлопных газов
3	Передняя поверхность глушителя
4	Отверстие в передней поверхности глушителя
5	Впускная камера расширения
6	Поперечная перегородка
7	Впускное отверстие внутренней камеры
8	Внутренняя камера расширения потока
9	Удлиненная перегородка
10 (R1)	Первый резонатор
10 (R2)	Второй резонатор
11	Резонатор
12	Первая внутренняя камера расширения задержанного потока
13	Поперечная перегородка с отверстием для второй резонаторной трубки
14	Вторая внутренняя камера расширения задержанного потока
15	Поперечная перегородка с отверстиями
16	Совместная выпускная камера расширения и смешивания
17	Задняя поверхность глушителя
18	Выпускное отверстие задней поверхности глушителя
19	Впускное отверстие совместной выпускной камеры расширения и смешивания

Условные обозначения - описание и уточнения потоков выхлопных газов

Справочный знак	Описание
\dot{I}_p	Начальный впускной поток выхлопных газов, который переносит шумовую волну
\dot{I}_z	Поток выхлопных газов, который переносит шумовую волну
\dot{I}_n	Поток выхлопных газов, который переносит шумовую волну
\dot{I}_s	Объединенный поток выхлопных газов, который переносит шумовую волну с геометрической разностью хода
\dot{I}_v	Полученный поток выхлопных газов после гашения шумовой волны

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов, который состоит из системы полых элементов с общим корпусом (1), который содержит переднюю поверхность (3) глушителя, соединенную с трубкой (2) для подачи выхлопных газов, заднюю поверхность (17) глушителя с выпускным отверстием (18) от задней поверхности глушителя и камеры, разделенные поперечными перегородками, и в котором начальные впускные выхлопные газы (i^p), которые переносят шумовую волну, разделяются на по крайней мере два потока: поток (i^z) выхлопных газов, который переносит смещенную шумовую волну, что приводит к возникновению геометрической разности хода волн, и поток (i^n) выхлопных газов, который переносит несмещенную шумовую волну, которые впоследствии объединяются в общий поток (i^s) выхлопных газов, причем система полых элементов содержит впускную камеру (5) расширения, расположенную между передней поверхностью (3) глушителя и впускной поперечной перегородкой (6), и совместную выпускную камеру (16) расширения и смешивания, расположенную между выпускной поперечной перегородкой (15) и задней поверхностью (17) глушителя, при этом между впускной поперечной перегородкой (6) и выпускной поперечной перегородкой (15) в направлении прохождения шумовой волны расположена одна или несколько внутренних камер (8) расширения незадержанного потока, которая имеет впускное отверстие (7) внутренней камеры во впускных поперечных перегородках (6) и впускные отверстия (19) совместной выпускной камеры (16) расширения и смешивания в выпускной поперечной перегородке (15), и параллельно внутренней камере/камерам (8) расширения незадержанного потока $4n+2$ внутренних камер (12, 14) расширения задержанного потока расположены последовательно в направлении прохождения шумовой волны, с впускными отверстиями (7) внутренних камер (12, 14) расширения задержанного потока в поперечных перегородках (6, 13) на их впускном отверстии, где n равно 0 или положительному целому числу и где каждая внутренняя камера (12, 14) расширения задержанного потока содержит резонаторную трубку (11) при условии, что соотношение длины каждой резонаторной трубки (11) резонаторов (10 (R1), 10 (R2)) к длине соответствующей внутренней камеры (12, 14) расширения задержанного потока находится в интервале от 0,3 до 0,8, а соотношение площади поверхности поперечного сечения каждой резонаторной трубки (11) к площади поверхности поперечного сечения внутренней трубки (2) для подачи выхлопных газов находится в интервале от 0,3 до 0,8, а размер поверхности впускных отверстий (7) внутренних камер (12, 14, 8) в поперечных перегородках (7, 13) совпадает в пределах 10% с размером поверхности поперечного сечения резонаторной трубки (11), и при этом сумма длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения незадержанного потока выхлопных газов совпадает в пределах 10% с суммой всех длин всех последовательно расположенных внутренних камер расширения задержанных потоков.

2. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по п.1, отличающийся тем, что внутренние камеры (8) расширения незадержанного потока и внутренние камеры (12, 14) расширения задержанного потока разделены с помощью по меньшей мере одной удлиненной перегородкой (9), продольной к оси глушителя.

3. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из пп.1 или 2, отличающийся тем, что количество последовательно расположенных внутренних камер (12, 14) расширения задержанного потока составляет две единицы.

4. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что каждая внутренняя камера (12, 14) расширения задержанного потока обеспечена идентичной резонаторной трубкой (11) при условии, что соотношение длины каждой трубки (11) резонатора (10 (R1), 10 (R2)) к длине соответствующей внутренней камеры (12, 14) расширения задержанного потока составляет $0,5 \pm 0,1$.

5. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что отношение площади поверхности поперечного сечения каждой трубки (11) резонатора (10 (R1), 10 (R2)) к площади поперечного сечения впускной трубки (2) для подачи выхлопных газов составляет $0,5 \pm 0,1$.

6. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что размер поверхности впускных отверстий (7) внутренних камер в поперечных перегородках (6, 13) совпадает в пределах 1% с размером поверхности поперечного сечения резонаторной трубки (11).

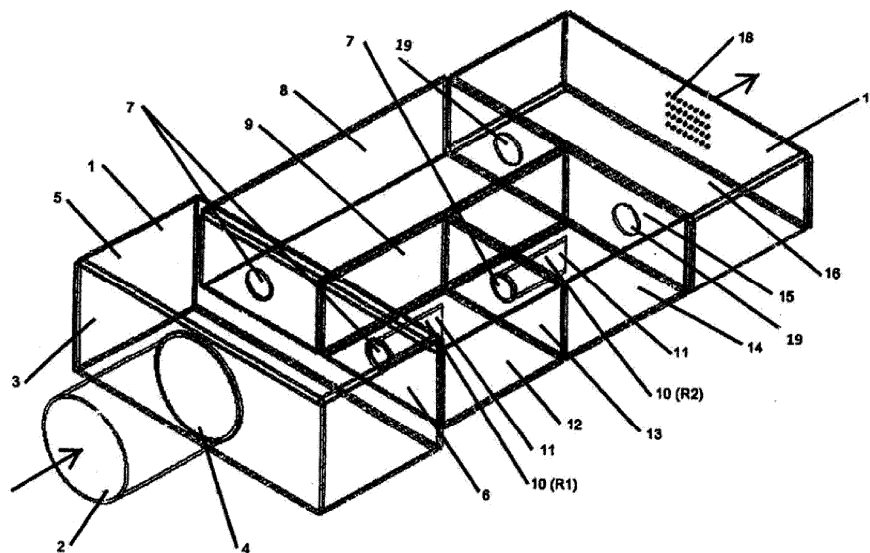
7. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что сумма всех длин последовательно расположенных внутренних камер (8) расширения незадержанного потока выхлопных газов совпадает в пределах 1% с суммой длин всех последовательно расположенных внутренних камер (12, 14) расширения задержанных потоков.

8. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что внутреннее поперечное сечение резонаторной трубки (11) резонатора (10 (R1), 10 (R2)) имеет одну из следующих форм: круглую, овальную, прямоугольную, трапециевидную, квадрат-

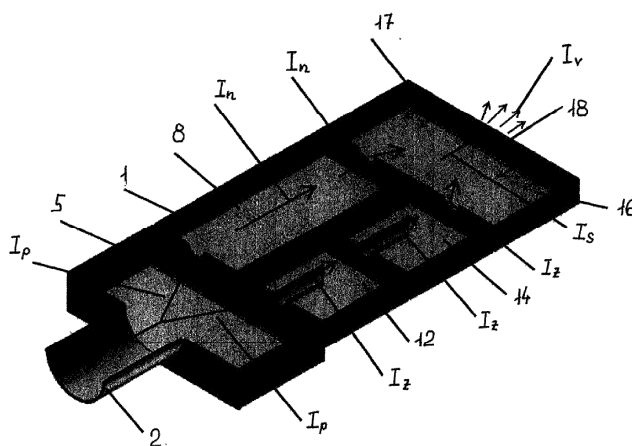
ную, форму ромба, ромбовидную, многоугольную, каскадную.

9. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что выпускной конец резонаторной трубки (11) резонатора ((10 (R1), 10 (R2))) имеет округлую, выпуклую или вогнутую, форму.

10. Комбинированный глушитель шума выхлопных газов по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что выпускное отверстие (18) задней поверхности глушителя представляет собой перфорированную перегородку или обычный трубопровод.



Фиг. 1



Фиг. 2

