



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40657 (13) C2

(51) 7 F01N1/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД(54) СПОСІБ ГЛУШЕННЯ ШУМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙС-
НЕННЯ

(21) 97031334

(22) 24.03.1997

(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Задорожний Володимир Мефодійович

(73) ЗАДОРОЖНИЙ ВОЛОДИМИР МЕФОДІЙОВИЧ

(56) 1. Патент DE № 4042124, 1993.

2. Патент RU № 2056507, 1996.

(57) 1. Способ глушения шума двигателя внутреннего сгорания, включающий впуск пульсирующего потока отработанных газов и акустических шумов в цилиндрический корпус, сглаживание пульсаций этого потока, глушение шумов и выпуск сглаженного потока этих газов из указанного корпуса, **отличающийся** тем, что после впуска этих газов и шумов осуществляют однократно или многократно закрутку, вращение и увеличение скорости потока

этих газов после каждой закрутки, при этом на входе в цилиндрический корпус проводят отражение и переотражение акустических шумов по направлению потока газов, а на выходе из него – вращающийся сглаженный поток этих газов.

2. Устройство для глушения шума двигателя внутреннего сгорания, содержащее впускной и выпускной патрубки, переднюю и заднюю стенки, цилиндрический корпус, в котором соосно расположены один или несколько завихрителей друг за другом, обращенных навстречу потоку отработанных газов, **отличающееся** тем, что за каждым завихрителем установлен соосно осесимметричный обтекатель, а вход в цилиндрический корпус содержит элементы отражения и переотражения акустических шумов по направлению движения потока отработанных газов.

Заявляемое изобретение относится к области машиностроения, а именно к двигателям внутреннего сгорания.

В качестве прототипа предлагаемого изобретения выбран способ глушения шума выхлопа двигателя внутреннего сгорания, который включает впуск пульсирующего потока отработанных газов и акустических шумов в цилиндрический корпус, сглаживание пульсаций этого потока путем подвода дополнительного потока других газов, глушение шумов и выпуск сглаженного потока всех газов из указанного корпуса [1].

Недостатки этого прототипа заключаются в том, что он не позволяет полностью подавить шум, в частности от двигателя внутреннего сгорания. Гидродинамический шум, образовавшийся в результате выхода импульса, т.е. выхлопа, газа через зазор выпускного клапана, а также шум, образовавшийся непосредственно в цилиндре и других системах двигателя, не подавляются. Так как импульсы газового давления поступают в систему глушения, в частности в цилиндрический корпус, каждый раз от разных цилиндров и периоды прихода этих импульсов отличаются между собой и изменяются в течение времени эксплуатации двигателя, то требуется гибкая система синхрониза-

ции к способу по прототипу. Однако, даже самой совершенной системе синхронизации не удастся полностью сгладить пульсирующий поток. Поэтому в способе по прототипу появляются короткие импульсы давления, которые повышают звуковое давление и ширину спектра звука, а в результате, шумов частично остаются, для чего требуется дополнительное глушение. Кроме того, в способе по прототипу из-за дополнительной подачи другого газа увеличивается гидродинамическое сопротивление потоку газа от двигателя, а следовательно, увеличивается расход мощности от двигателя для преодоления этого сопротивления.

Прототипом к устройству для глушения шума ДВС выбран глушитель, содержащий впускной и выпускной патрубки, переднюю и заднюю стенки, цилиндрический корпус, в котором расположен один или несколько завихрителей с центральной трубкой, крепленные на кольцевой перегородке и расположенные друг за другом, обращенных навстречу потоку отработанных газов [2].

Недостатки устройства по прототипу сводятся к тому, что наличие в завихрителях центрального тела в виде трубки и крепление их на кольцевых перегородках, создают дополнительное гидродинамическое сопротивление потоку газов, что

приводит к потере мощности двигателя, а значит к уменьшению коэффициента полезного действия ДВС. Кроме этого, препятствие в виде кольцевых перегородок снижает эффективность глушения шума.

Задача заявляемого изобретения сводится к повышению эффективности глушения шума и уменьшению гидродинамических потерь мощности ДВС.

Поставленная задача достигается тем, что в способе глушения шума ДВС, включающем выпуск пульсирующего потока отработанных газов и акустических шумов в цилиндрический корпус, сглаживание пульсаций этого потока, глушение шумов и выпуск сглаженного потока этих газов из указанного корпуса, согласно заявляемому изобретению после впуска этих газов и шумов осуществляют однократно или многократно закрутку, вращение и увеличение скорости потока этих газов после каждой закрутки, при этом на входе в цилиндрический корпус проводят отражение и переотражение акустических шумов по направлению потока газов, а на выходе из него – вращающийся сглаженный поток этих газов; по устройству для осуществления этого способа, содержащем впускной и выпускной патрубки, переднюю и заднюю стенки, цилиндрический корпус, в котором соосно расположены один или несколько завихрителей друг за другом, обращенных навстречу потоку отработанных газов, согласно заявляемому изобретению за каждым завихрителем установлен соосно осесимметричный обтекатель, а вход в цилиндрический корпус содержит элементы отражения и переотражения акустических шумов по направлению движения потока отработанных газов.

Существенные отличия заявляемого изобретения заключаются в том, что:

- с помощью приема закрутки осуществляется превращение поступательного движения газа во вращательно-поступательное движение его и тем самым повышается эффективность глушения шума,
- вращением предварительно сглаженного пульсирующего потока газов снижается гидродинамическое сопротивление потоку и повышается эффективность глушения шумов,
- применение приема по увеличению скорости потока отработанных газов в цилиндрическом корпусе снижает гидродинамическое сопротивление потоку газа, что позволяет снизить расход горючего, увеличить мощность автомобиля и повысить эффективность глушения шумов,
- наличие приемов отражения и переотражения акустических шумов на входе в цилиндрический корпус снижает гидродинамическое сопротивление системы глушения, снижает расход горючего и увеличивает мощность автомобиля,
- установка осесимметрических обтекателей за завихрителями позволяет исключить отсос газов снизу по потоку, исключить рециркуляцию вращающегося потока, использовать кинетическую энергию вращательного потока для придания потокам в цилиндрическом корпусе более высокой скорости и в конечном итоге это резко снижает гидродинамическое сопротивление потоку газа,
- наличие на входе в цилиндрический корпус элементов отражения и переотражения (впуск-

ного осесимметрического обтекателя, выступающего впускного патрубка и др.) исключает попадание акустических давлений и отработанных газов обратно во впускной патрубок, что снижает гидродинамическое сопротивление системы глушения.

Изобретение поясняется чертежами, где: на фиг. 1 изображено продольное сечение глушителя; на фиг. 2 показан вид на центральный завихритель со стороны впускного патрубка и на фиг. 3 показан вариант ввода отработанного газа через тангенциальный патрубок при боковом подводе отработанных газов к глушителю, а также вид на завихритель со стороны впускного патрубка. При этом глушитель шума ДВС содержит: 1 – цилиндрический корпус, 2 – впускной патрубок, 3 – выпускной патрубок, 4 – передняя стенка, 5 – задняя стенка, 6 – впускной осесимметрический обтекатель, 7 – эжекторный осесимметричный обтекатель, 8 – кольцо, 9 – основание завихрителя, 10 – скоба крепления обтекателя, 11 – впускная камера, 12 – центральная камера, 13 – выпускная камера, 14 – впускной завихритель, 15 – выпускной завихритель, 16, 17 и 18 – пластины впускного завихрителя, 19 – приосевое отверстие выхода завихрителя.

Центральные оси завихрителей, обтекателей 6 и 7, а также колец 8 совпадают с осью глушителя. Вращение отработанного газа завихрителями осуществляется по часовой стрелке, при наблюдении со стороны входного патрубка. Движение отработанного газа осуществляется от входного патрубка к выходному. Завихрители глушителя 14 и 15, расположенные в камерах 11 и 12 имеют одну и ту же конструкцию и состоят из одинаковых элементов. Устройство впускного завихрителя 14 показано на фиг. 3. В завихрителе использовано три пластины, хотя их может быть и больше. Каждая пластина (16, 17 и 18) имеет форму части боковой поверхности усеченного конуса. Большими основаниями пластины присоединены к основанию 9 завихрителя 14, выполненного в виде усеченного полого конуса по спиральным линиям, расположенным от края малого основания по внутренней поверхности основания и до его края (см. фиг. 3). Меньшие основания пластины соединены между собой с помощью кольца 8. Обтекатели 6 и 7 присоединены к корпусу 1 с помощью скоб крепления обтекателей 10. На фиг. 1 изображено продольное сечение глушителя и расположение в нем элементов глушителя.

Формирование постоянного потока газов из пульсирующего потока отработанных газов осуществляют путем применения с помощью элементов глушителя ряда приемов над проходящим в нем под давлением потоком газа, которые производятся в глушителе автоматически и в основном состоят из следующих последовательных приемов:

- закрутки движущегося газа впускным завихрителем и преобразования поступательного движения газов во вращательно-поступательное,
- выпуска закрученного (во впускном завихрителе) газа через приосевое отверстие выхода завихрителя под углом оси глушителя,
- движения с ускорением закрученного потока за счет центральных сил вращения газов за впускным завихрителем 14 и создания за ним осевого разрежения,

- вращения закрученного потока в пограничном слое вблизи внутренней поверхности корпуса при одновременном смещении закрученного потока вглубь центральной камеры и постепенным уменьшением скорости закрутки,

- увеличение осевой скорости движения потока от очередного выхлопа, движущегося вслед за прошедшим, посредством эжекции газов в разреженное пространство за выпускным завихрителем 14 с одновременным выполнением приема закрутки, вращения и выпуска закрученного потока выпускным завихрителем с повышенной скоростью и вращения потока в центральной камере,

- сглаживание вращающихся пульсирующих импульсов потока газа при закрутке и вращении, а также глушение акустических шумов посредством эффектов вращательного потока газов,

- повторения вышеперечисленных приемов, производимых с вращающимися газами, во втором и последующих завихрителях и получение на выходе глушителя сглаженного вращающегося газового потока.

Описание конструкции заявляемого изобретения: в цилиндрическом корпусе 1 соосно друг за другом, обращенные навстречу потоку отработанных газов, неподвижно установлены завихрители 14 (впускной) и 15 (выпускной), за каждым из завихрителей установлены соосно эжекторные осесимметричные обтекатели 7, каждый из которых закреплен к цилиндрическому корпусу 1 с помощью двух скоб крепления обтекателей 10, а на входе глушителя установлен впускной осесимметричный обтекатель 6, который также присоединен к корпусу 1 с помощью двух скоб 10. Входом глушителя является впускной патрубок 2, который с помощью передней стенки 4 герметично присоединен к корпусу глушителя 1. Выходом глушителя является выпускной патрубок 3, который с помощью задней стенки 5 герметично присоединен к корпусу 1. Каждый из завихрителей 14 и 15 имеет одинаковую конструкцию и состоит из трех пластин (лопастей) 16, 17 и 18 (для впускного завихрителя), образующих форму части боковой поверхности усеченного конуса, большие основания которых закреплены на основании завихрителя 9 по спиральным линиям, а меньшие основания соединены между собой с помощью кольца 8 с возможностью образования осевого канала 20, при этом боковые поверхности этих пластин, внутренняя поверхность конуса и основание завихрителя, образуют между собой радиальный канал 21 в завихрителе.

Способ глушения шума в глушителе по заявляемому изобретению выполняется следующим образом: после открывания выпускного клапана ДВС через образовавшийся зазор, выпускной коллектор и трубы системы глушения в глушитель через патрубок 2 поступает пульсирующий поток отработанных газов, который обтекая впускной осесимметричный обтекатель 6 поступает во впускную камеру 11 и создает в ней давление. За счет этого создаются силы, которые вызывают движение газа по внешним поверхностям пластин в осевом и радиальном направлениях (по спиральным линиям) радиального канала 21 впускного завихрителя 14. Газы движутся по конической поверхности пластин по винтовым линиям и приобретают

скорость переходят из внешней поверхности пластины на внутреннюю поверхность смежной пластины, удерживаясь на внутренней поверхности за счет центральных сил и доходя до щели между двумя смежными пластинами 22 и приобретая по закону Бернулли более высокую скорость, газы движутся по касательной линии к следующей внутренней поверхности пластины и скользя по ней приобретают вращательное движение по винтовой линии, приближаясь к выходу выпускного завихрителя 19. Такое движение газа происходит по всей поверхности пластин завихрителя и выходя со щелей 22 они сливаются закрученными потоками, увеличивая скорость вращения закрученного потока, пришедшего с более верхнего слоя осевого канала 21. Поскольку отработанный газ, имеющий одну и ту же фазу газового давления, проходит по конической поверхности пластин разные расстояния и приходят к выходу завихрителя в разные моменты времени, то и фазы давления сливающихся в щелях закрученных и вращающихся потоков окажутся разными. Это приводит к выравниванию давления газового потока и его скорости, т.е. к сглаживанию пульсаций давления выхлопного импульса отработанных газов с одновременным уменьшением амплитуды давления. Таким образом, после закрутки и вращения потока уже во впускном завихрителе происходит частичное сглаживание пульсаций газового давления. Достигнув выхода выпускного завихрителя сжатый в винтовую спираль вращающийся поток отработанных газов "срывается" с него, начинает ускоренное движение под углом к оси глушителя по спиральной линии к внутренней перегородке корпуса 1, создавая за завихрителем 14 разреженную зону. В приосевом пространстве 19 на выходе впускного завихрителя 14 при параметре закрутки $S=1,2$ и при скорости вращения вала двигателя от 800 до 6000 об/мин разрежение (по сравнению с атмосферным давлением) составляет от 1,2 кПа до 5 кПа. Появление этого разрежения достаточно для "подсасывания" потока газов из внутренней поверхности впускного завихрителя и входа в глушитель вниз по потоку в разреженное пространство 19. Завихренный поток между пластинами впускного завихрителя и вращающийся поток в приосевом пространстве 20 за счет сил "подсасывания" увеличивают осевую составляющую окружающей скорости и доходя до выхода завихрителя 14 "срываются" с него и приобретают ускорение, чем предыдущий поток импульса газа и вращаясь по внутренней поверхности корпуса в центральной камере 12 достигает вращающийся поток от предыдущего выхлопа.

Ускоренное движение газов за впускным завихрителем "затягивает" за собой газ через кольцо 8 и между пластинами завихрителя 14 и следовательно понижает давление на входе глушителя. Это "отсасывание" последовательно передается по газопроводу до выпускного клапана цилиндра, работающего на "выхлоп", и способствует высасыванию отработанного газа с этого цилиндра.

Дополнительное "отсасывание" отработанных газов с цилиндров ДВС позволяет:

- осуществить полную вентиляцию цилиндров от отработанных газов, что позволяет более

полно сгореть очередной порции горючей смеси в этих цилиндрах и уменьшить выброс окислов углерода (СО),

- расходовать меньше энергии на выталкивание отработанных газов из цилиндров,

- осуществить догорание СО и окислов азота (NO), а также несгоревшего топлива непосредственно в глушителе за счет интенсивного перемешивания и сжатие потока в узкую "ленту" вращающегося потока. Выброс этих компонентов отработанных газов снижается в несколько раз.

Вращающийся поток отработанных газов от очередного выхлопа, который продолжает движение в центральной камере, "ввинчивается" внутрь этого вращающегося потока и за счет центробежных сил начинает проникать в него (в пограничный слой), отдавая ему часть своей кинетической энергии и ускоряет движение потока от предыдущей пульсации выхлопа. Частицы газа от предыдущего выхлопа приобретают дополнительно кинетическую энергию от частиц газовой среды очередного выхлопа. Эта энергия передается соседним частицам вниз по потоку и заставляет их двигаться с более высокой окружной скоростью. Таким образом, пульсирующий импульс давления газа, который приходит с очередным выхлопом газа, постепенно передается по ленточной спирали вращающегося газа от предыдущей пульсации с помощью частиц газовой среды, вплоть до выхода из глушителя. Происходит полное сглаживание вращающихся потоков двух – очередных выхлопов.

Сглаженные вращающиеся потоки двух очередных выхлопов, образуя единый вращающийся поток, достигают пластин выпускного завихрителя 15, очередной раз закручиваются, выпускаются в выпускную камеру и, вращаясь, создают разрежение за выпускным завихрителем. Это разрежение способствует ускорению потоков газа в выпускном завихрителе и далее вверх по потоку. Распространение потока в выпускном завихрителе и за ним повторяет процесс сглаживания пульсаций потока отработанных газов. С выпускной камеры постоянный поток этих газов по внутренней поверхности задней стенки 5 поступает в выпускной патрубок 3 и, вращаясь по нему, доходит до конца патрубка и плавно "ввинчивается" в атмосферный воздух (не создавая сильных шумов), расширяясь в нем по окружности за счет центробежных сил и уносится набегающим потоком под движущимся автомобилем, создавая при этом дополнительную эжекцию газа с глушителя и уменьшая его гидродинамическое сопротивление.

Эффективность глушения по способу в заявляемом изобретении в основном осуществляется за счет вращения отработанных газов. Кроме вязких конвекционных и др. потерь, в закрученном потоке осуществляется интерференционное глушение шума за счет неоднородности вращающегося потока.

Отсутствие резких ударов потока об элементы глушителя и плавный перевод его во вращательное движение, а также использование механизмов подавления шумов вращающимся потоком позволили снизить шум на выходе глушителя до уровня 75...82 дБ, а при вращении двигателя с

числом оборотов коленчатого вала более, чем 2000 об/мин они совсем пропадают.

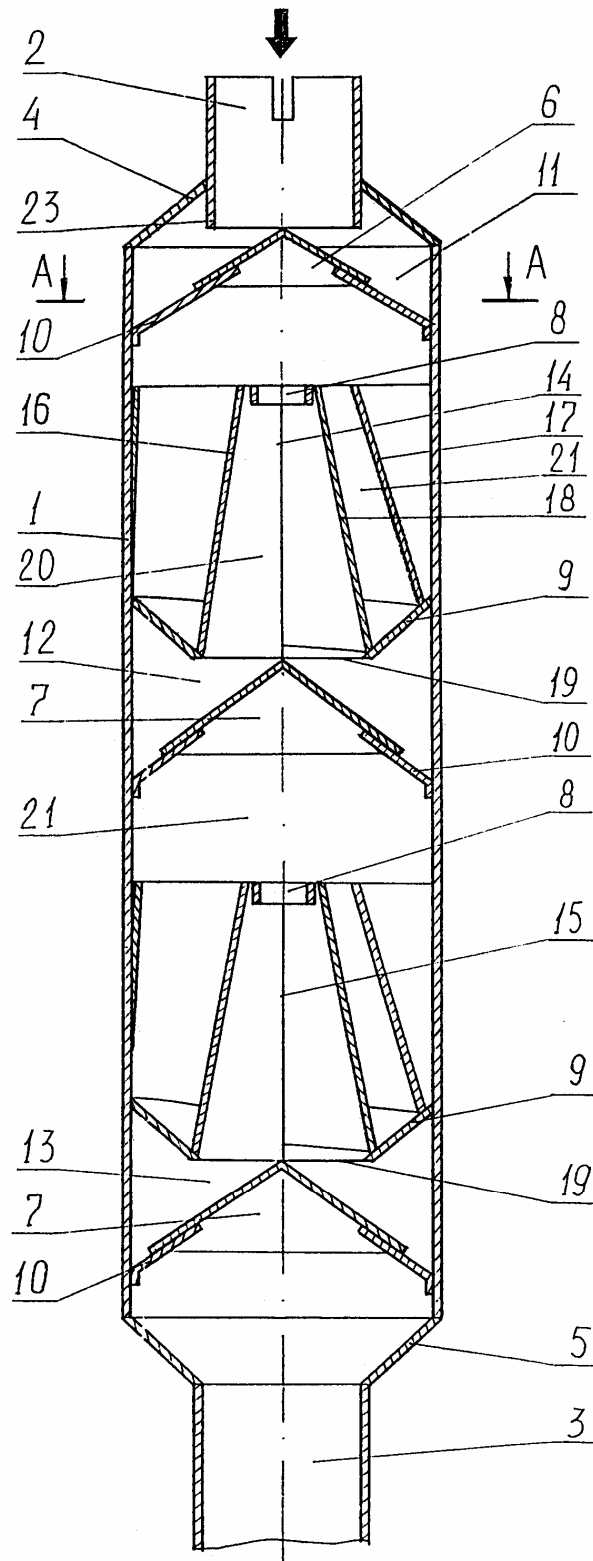
Элементы глушителя и их расположение в камерах выполнены таким образом, чтобы акустические шумы из камер не отражались обратно в газопровод и далее к выпускному клапану, а осуществлялось многократное переотражение этих волн внутрь камер. Такими элементами в глушителе являются впускной осесимметричный обтекатель 6, передняя стенка 4, конец входного патрубка 23 и внутренняя поверхность корпуса 1. Если не исключить или существенно не уменьшить отражение звуковых волн обратно к выпускному клапану, то в зависимости от момента и фазы возврата, он ухудшает процесс выпуска газа и продувку цилиндра, а при некоторых частотах оборотов двигателя фронт звукового давления даже "вталкивает" обратно в цилиндр отработанный газ. Звуковые волны, пришедшие на вход глушителя, переотражаются впускным осесимметричным обтекателем 6 на внутреннюю поверхность цилиндрического корпуса 1, с него на поверхность пластин 16, 17 и 18 впускного завихрителя 15 и далее через основание завихрителя 9 попадают в центральную камеру, где вышеперечисленный процесс повторяется с помощью эжекторного обтекателя 7 и элементов выпускного завихрителя 15. Единичные переотражения с впускного обтекателя 6 или с пластин 16, 17 и 18 впускного завихрителя попадают на внутреннюю поверхность цилиндрического корпуса 1 или передней стенки 4 и далее переотражаются на внешнюю поверхность входного патрубка 23, а с него обратно на внутреннюю поверхность корпуса 1 и далее через элементы завихрителя 14 переотражаются в центральную камеру 12. Таким образом, образованный "акустический диод" обеспечивает проход звуковых волн внутрь глушителя, не создавая акустического сопротивления и не позволяет возврата отраженных звуковых волн обратно в газопровод, имея бесконечно большое обратное акустическое сопротивление. Это позволяет сэкономить до 15% горючего при работе ДВС с числом оборотов коленчатого вала вблизи 3000 об/мин.

На фиг. 3 показан вариант ввода отработанных газов через тангенциальный патрубок при боковом подводе газов к глушителю. В этом случае в передней стенке 4 отверстие под входной патрубок заглушено, а входной патрубок 2, внутренняя поверхность корпуса 1 и передняя стенка 4 образуют впускной завихритель с аксиально-тангенциальным подводом. Он преобразует поступательное движение газа во вращательно-поступательное, а завихритель 14 становится центральным завихрителем и повторяет вращательно-поступательное движение. Патрубок 2, внутренняя поверхность к корпуса 1 во впускной камере 11 и впускной осесимметричный обтекатель 6 являются элементами отражения и переотражения.

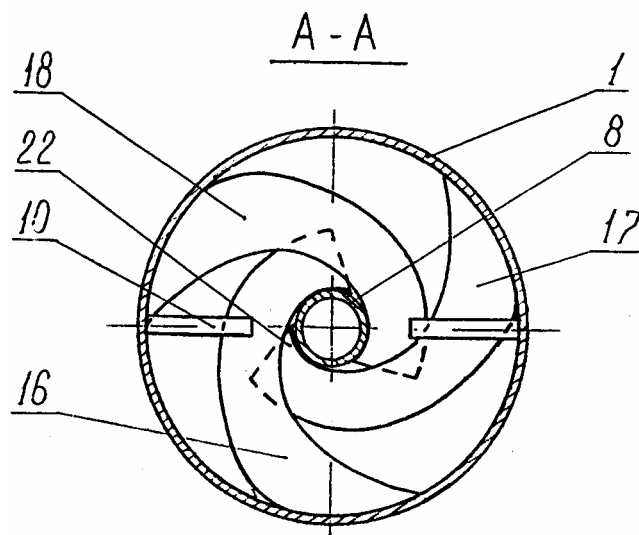
Отсутствие резких ударов потока о элементы глушителя и плавный переход его вращательного движения, а также плавное слияние потоков от очередных импульсов выхлопа позволяет избавиться от образования шумов и перевести энергию потока газов в работу по отсасыванию газов сверху по потоку и увеличить скорость вращения потока. За счет этого гидро-

динамическое сопротивление глушителя снижается более, чем на 10%, а эффективность шумоглушения увеличивается на 25% по сравнению этих характеристик с глушителем, описанным в прототипе.

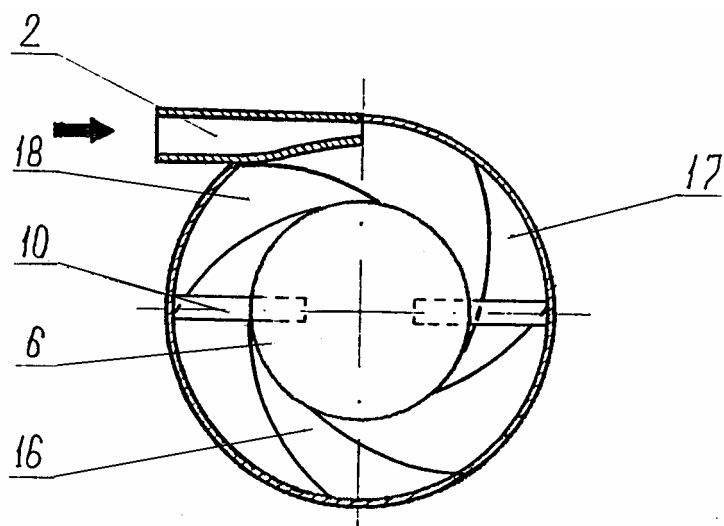
Способ глушения шума в заявляемом изобретении был осуществлен с помощью глушителя шума ДВС для легковых автомобилей мощностью до 73,6 кВт (100 л.с.), который в настоящее время освоен промышленностью Украины.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

