

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202090840 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.08.26(22) Дата подачи заявки
2018.09.25

(51) Int. Cl. *F16L 9/00* (2006.01)
F16L 9/128 (2006.01)
F16L 9/18 (2006.01)
F16L 9/21 (2006.01)
F16L 11/11 (2006.01)
F16L 11/112 (2006.01)
F16L 11/20 (2006.01)
F16L 11/26 (2006.01)
F16L 11/15 (2006.01)

(54) ТРУБА ДЛЯ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

(31) 01171/17

(32) 2017.09.25

(33) CH

(86) PCT/IB2018/057389

(87) WO 2020/095086 2020.05.14

(71) Заявитель:

ЗЕНДЕР ГРУП ИНТЕРНЭШНЛ АГ
(CH)

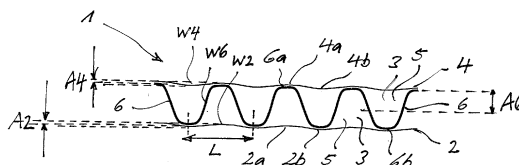
(72) Изобретатель:

Криси Руэди (CH)

(74) Представитель:

Нилова М.И. (RU)

(57) Изобретение относится к трубе (1), в частности, для системы распределения воздуха в зданиях или их частях, имеющей внутреннюю стенку (2), наружную стенку (4), окружающую внутреннюю стенку, а также имеющей промежуток (3) между внутренней стенкой (2) и наружной стенкой (4). Промежуток (3) по меньшей мере на участках заполнен звукопоглощающим материалом (5).



A1

202090840

202090840

A1

ТРУБА ДЛЯ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Изобретение относится к трубе, в частности, для системы распределения воздуха в зданиях или их частях, имеющей внутреннюю стенку, наружную стенку, которая окружает внутреннюю стенку, а также промежуток между внутренней стенкой и наружной стенкой.

Такие трубы известны. Промежуток служит, в частности, для теплоизоляции и звукоизоляции. Внутренняя стенка трубы и наружная стенка трубы касаются друг друга в выбранных местах, расположенных на расстоянии друг от друга вдоль осевого направления и/или вдоль окружного направления трубы.

Такая труба известна, например, из EP1724508A1.

В основе изобретения лежит задача улучшения звукоизоляции в трубе описанной выше конструкции, в частности, посредством усиления затухания звуковых волн, распространяющихся из внутренней части трубы наружу в радиальном направлении, а также затухания звуковых волн, распространяющихся внутри стенки трубы в осевом направлении вдоль трубы.

Эта задача решена посредством трубы, в частности, трубы для системы распределения воздуха в зданиях или их частях, имеющей внутреннюю стенку, наружную стенку, которая окружает внутреннюю стенку, а также имеющей промежуток между внутренней стенкой и наружной стенкой, причем согласно изобретению промежуток по меньшей мере на участках заполнен звукопоглощающим материалом.

Наполнитель из звукопоглощающего материала уменьшает распространение звука ("корпусной шум") в осевом направлении, т.е. вдоль продольного направления трубы, и в радиальном направлении, т.е. поперек продольного направления трубы.

Звукопоглощающий материал предпочтительно заполняет весь промежуток. Благодаря этому достигают максимального поглощения звука в осевом и радиальном направлениях.

В случаях, когда поглощение звука вдоль осевого направления более важно, чем вдоль радиального направления, достаточно заполнения промежутка звукопоглощающим материалом на участках трубы, проходящих в осевом направлении. Вследствие этого механические, в частности, упругие свойства трубы, также получаются различными на протяжении осевого направления. Степень заполнения промежутка звукопоглощающим материалом и/или звукопоглощающие свойства материала могут изменяться на протяжении осевого направления, в частности, быть периодически изменяющимися. В частности, возможно чередование областей со звукопоглощающим материалом и без него вдоль осевого направления.

Наружная стенка предпочтительно выполнена в виде гофрированной трубы, имеющей гребни волн, проходящие вдоль окружного направления, и впадины между гребнями. Благодаря этому облегчается гибка трубы.

Внутренняя стенка предпочтительно выполнена в виде гофрированной трубы, имеющей гребни волн, проходящие вдоль окружного направления, и впадины между гребнями. Благодаря этому облегчается гибка трубы.

Согласно особенно предпочтительному варианту осуществления звукопоглощающий материал содержит пеноматериал. Благодаря этому при малом весе трубы достигают значительного поглощения звука в осевом и радиальном направлениях.

Наружная стенка предпочтительно содержит полимерный материал.

Внутренняя стенка предпочтительно содержит полимерный материал.

Пеноматериал может содержать полимер, в частности эластомер. Применение эластомерной пены обеспечивает хорошую изгибаемость трубы.

В промежутке трубы возможно наличие дистанцирующего элемента, проходящего от внутренней стенки к наружной стенке. Он препятствует чрезмерному уменьшению толщины стенки трубы при механическом воздействии на трубу, например, при гибке трубы или при локальном надавливании в радиальном направлении.

Дистанцирующий элемент предпочтительно имеет более высокую жесткость в радиальном направлении трубы, чем в осевом направлении трубы. Благодаря этому обеспечена возможность гибки трубы с относительно малым расходом энергии (пары сил), в то время как для сплющивания трубы, т.е. для уменьшения площади ее поперечного сечения, требуется высокий расход энергии.

Согласно первому особенно предпочтительному варианту осуществления дистанцирующий элемент выполнен в виде гофрированной трубы, имеющей проходящие вдоль окружного направления гребни волн и впадины между гребнями. Это уменьшает расход энергии при гибке трубы, так как для гофрированной трубы возможно ее растягивание на наружной стороне изгиба с относительно малым осевым растягивающим усилием и сжатие на внутренней стороне изгиба с относительно малым осевым сжимающим усилием.

У гофрированной трубы гребни волн и впадины между гребнями внутренней стенки, гребни волн и впадины между гребнями наружной стенки, а также гребни волн и впадины между гребнями дистанцирующего элемента могут находиться соответственно в одних и тех же местах относительно осевого направления трубы. Таким образом, гофры W2 внутренней стенки, W4 наружной стенки и W6 дистанцирующего элемента являются совпадающими по фазе.

Гофра W2 внутренней стенки и гофра W4 наружной стенки соответственно предпочтительно имеют меньшую амплитуду A2 или, соответственно, A4, чем амплитуда A6 гофры W6 дистанцирующего элемента, то есть $A2 < A6$ и $A4 < A6$. Вследствие этого поддерживается низкое гидравлическое сопротивление потоку воздуха внутри трубы.

Внутренняя стенка и наружная стенка предпочтительно имеют меньшую толщину D2 или, соответственно, D4 стенки, чем толщина D6 дистанцирующего элемента, то есть $D2 < D6$ и $D4 < D6$. Это способствует более легкой изгибаемости трубы.

Согласно специальному варианту исполнения гофра W2 внутренней стенки, гофра W4 наружной стенки и гофра W6 дистанцирующего элемента могут иметь одинаковую длину L волны в осевом направлении трубы, то есть $L2 = L4 = L6 = L$.

В альтернативном варианте гофра W2 внутренней стенки и/или гофра W4 наружной стенки имеет меньшую длину L2 или, соответственно, L4 волны в осевом направлении трубы, чем длина L6 волны гофры W6 дистанцирующего элемента, то есть $L2 < L6$ и $L4 < L6$.

Длина L6 волны гофры W6 дистанцирующего элемента предпочтительно кратна длине L2 волны гофры W2 внутренней стенки 2, то есть $L6 = n \cdot L2$, где, в частности, $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 20$.

Длина L_6 волны гофры W_6 дистанцирующего элемента предпочтительно кратна длине L_4 волны гофры W_4 наружной стенки, то есть $L_6 = n \cdot L_4$, где, в частности, $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 20$.

Дистанцирующий элемент может иметь толщину стенки D_6 от 0,2 мм до 3 мм, предпочтительно от 0,5 мм до 1,5 мм.

Промежутки между внутренней стенкой, наружной стенкой и дистанцирующим элементом предпочтительно заполнены вспененным звукопоглощающим материалом, в частности вспененной меламиновой смолой. Это предоставляет технологические преимущества, поскольку возможно несложное интегрирование процесса заполнения пеной в известные способы (изготовления труб без звукопоглощающего материала).

Дистанцирующий элемент предпочтительно выполнен в виде винтообразной (спиралевидной) перегородки, которая проходит внутри промежутка вдоль осевого направления соосно с внутренней стенкой и с наружной стенкой. Это также дает технологические преимущества.

С одной стороны, гребни волны внутренней стенки и впадины волны наружной стенки могут находиться соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы, а также, с другой стороны, впадины волны внутренней стенки и гребни волны наружной стенки могут находиться соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы. Таким образом, гофры W_2 внутренней стенки и гофры W_4 наружной стенки проходят в противофазе. Это способствует снижению расхода энергии при гибке трубы.

При этом, с одной стороны, гребни волны внутренней стенки и впадины волны наружной стенки могут выступать в промежуток между винтообразной перегородкой и, с другой стороны, впадины волны внутренней стенки могут проходить вдоль радиально внутренней

стороны винтообразной перегородки, а гребни волны наружной стенки - вдоль радиально внешней стороны винтообразной перегородки.

И радиально внутренняя сторона, и радиально внешняя сторона винтообразной перегородки соответственно предпочтительно являются выпуклыми и выступают во впадины волны внутренней стенки или, соответственно, в гребни волны наружной стенки.

Дистанцирующий элемент может иметь толщину от 0,2 мм до 5 мм, предпочтительно от 1 мм до 3 мм.

Дистанцирующий элемент предпочтительно содержит полимерный материал.

Дистанцирующий элемент может содержать также минеральные волокна и/или металлические волокна.

Это позволяет улучшать механическую прочность и огнестойкость.

Промежуток между наружной стенкой, образованной в виде гофрированной трубы, и внутренней стенкой предпочтительно заполнен вспененным пеноматериалом, который характеризуется периодически изменяющейся характеристикой W_3 толщины D_3 стенки пеноматериала вдоль осевого направления. Это способствует улучшению изгибаемости трубы.

Пеноматериал соединен предпочтительно с образованием связи материалов с радиально внутренней поверхностью наружной стенки, в частности, приклеен и/или приварен к ней.

Пеноматериал соединен предпочтительно с образованием связи материалов с радиально наружной поверхностью внутренней стенки, в частности, приклеен и/или приварен к ней.

Пеноматериал предпочтительно имеет периодически изменяющуюся характеристику $W3^*$ вдоль осевого направления твердости (модуля упругости) пеноматериала. Это способствует улучшению изгибаемости трубы.

При этом характеристики $W3$ и $W3^*$ могут совпадать по фазе, т.е. максимумы $W3^*a$ и минимумы $W3^*b$ характеристики $W3^*$ твердости H пеноматериала и максимумы $W3a$ и минимумы $W3b$ характеристики $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы.

Альтернативно характеристики $W3$ и $W3^*$ могут находится в противофазе, т.е. минимумы $W3^*b$ и максимумы $W3^*a$ характеристики $W3^*$ твердости H пеноматериала и максимумы $W3a$ и минимумы $W3b$ характеристики $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы.

Периодически изменяющаяся характеристика $W3^*$ твердости пеноматериала и/или периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала могут иметь меньшую длину $L3^*$ или, соответственно, $L3$ волны, чем длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки, то есть $L3^* < L4$ или, соответственно, $L3 < L4$.

Длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки может быть кратной длине $L3$ волны гофры периодически изменяющейся характеристики $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала, т.е. $L4 = n \cdot L3$, где, в частности, $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 10$.

Длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки может быть кратной длине $L3^*$ волны гофры периодически изменяющейся характеристики

$W3^*$ твердости пеноматериала, т.е. $L4=n*L3^*$, где, в частности, $n=1, 2, 3, 4, \dots, 10$.

Периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала вдоль осевого направления предпочтительно определяется гофрой $W4$ наружной стенки. Это обеспечивает простоту изготовления.

Периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала вдоль осевого направления предпочтительно определяется гофрой $W4$ наружной стенки. Это обеспечивает простоту изготовления.

Гофра $W4$ наружной стенки и гофра $W2$ внутренней стенки могут совпадать по фазе.

Гофра $W4$ наружной стенки и гофра $W2$ внутренней стенки могут находиться в противофазе.

Длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки может быть кратной длине $L2$ волны гофры $W2$ внутренней стенки, т.е. $L4=n*L2$, где, в частности, $n=1, 2, 3, 4, \dots, 10$.

Согласно специальному варианту исполнения периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала вдоль осевого направления определяется только гофрой $W4$ наружной стенки, т.е. внутренняя стенка при прямой, неизогнутой трубе не имеет гофр.

Согласно второму особенно предпочтительному варианту исполнения внутренняя стенка и/или наружная стенка соединена с винтообразной (спиралевидной) арматурой, которая проходит вдоль осевого направления трубы соосно по отношению к внутренней стенке и

к наружной стенке. Это уменьшает расход энергии при гибке трубы, поскольку позволяет растягивать гофрированную трубу на наружной стороне изгиба с относительно небольшим осевым тяговым усилием и сжимать ее на внутренней стороне изгиба с относительно небольшим осевым усилием сжатия.

Винтообразная арматура предпочтительно встроена в наружную стенку.

Винтообразная арматура соединена предпочтительно с образованием связи материалов с радиально внутренней поверхностью наружной стенки и с пеноматериалом, в частности, приварена и/или приклеена к ним.

Винтообразная арматура предпочтительно с образованием связи материалов соединена с радиально наружной поверхностью внутренней стенки и с пеноматериалом, в частности приварена и/или приклеена к ним.

Винтообразная арматура может представлять собой спиралеобразно намотанный пруток. Это обеспечивает простоту изготовления.

Пруток может иметь поперечное сечение прямоугольной формы, причем длинная сторона LS прямоугольника ориентирована параллельно продольному направлению трубы, и, в частности, отношение длины длинной стороны LS к длине короткой стороны KS прямоугольника находится в пределах от 1:1 до 10:1, то есть $1 < LS/KS < 10$. Это способствует устойчивости формы трубы и ее компактности в радиальном измерении.

Пруток может иметь поперечное сечение овальной формы, причем длинная диагональ LD овала ориентирована параллельно продольному

направлению трубы, и, в частности, отношение длины длинной диагонали LD к длине короткой диагонали KD овала находится в пределах от 1:1 до 10:1, то есть $1 < LD/KD < 10$. Это способствует устойчивости формы трубы и ее компактности в радиальном измерении.

Арматура может содержать полимерный материал и/или металл.

Арматура может содержать также минеральные волокна и/или металлические волокна.

Это позволяет повысить механическую прочность и огнестойкость.

Толщина D4 наружной стенки трубы предпочтительно больше, чем толщина D2 внутренней стенки трубы, то есть $D4 > D2$.

Внутренняя стенка предпочтительно имеет толщину D2 от 0,05 мм до 0,3 мм, а наружная стенка - толщину D4 от 0,2 мм до 1,2 мм. Это способствует надежности трубы.

Внутренняя стенка на своей радиально внутренней поверхности предпочтительно имеет покрытие, содержащее алюминий. С одной стороны, это улучшает гигиенические свойства трубы и, с другой стороны, делает возможным заземление внутренней поверхности трубы чтобы избежать локального электростатического заряда.

Целесообразно круглое поперечное сечение трубы или поперечное сечение в форме прямоугольника. Она может иметь также поперечное сечение в форме многоугольника, в частности, шестиугольное поперечное сечение.

Дальнейшие преимущества, признаки и возможности применения изобретения следуют из приведенного ниже описания вариантов

исполнения, которые не должны пониматься в качестве ограничения, причем

на фиг. 1 показано продольное сечение стенки трубы по первому варианту исполнения трубы согласно изобретению;

на фиг. 2 показано продольное сечение стенки трубы по второму варианту исполнения трубы согласно изобретению;

на фиг. 3 показан профиль, продольное сечение, поперечное сечение и перспективное изображение третьего варианта исполнения трубы согласно изобретению;

на фиг. 4 показано продольное сечение стенки трубы по третьему варианту исполнения трубы согласно изобретению в прямом, т.е. не изогнутом состоянии трубы;

на фиг. 5 показано продольное сечение стенки трубы по третьему варианту исполнения трубы согласно изобретению в изогнутом состоянии трубы;

на фиг. 6 показаны профиль, продольное сечение, поперечное сечение и перспективное изображение четвертого варианта исполнения трубы согласно изобретению;

на фиг. 7 показано продольное сечение пятого варианта исполнения трубы согласно изобретению в прямом, т.е. не изогнутом состоянии трубы;

на фиг. 8 показано продольное сечение стенки трубы по пятому варианту исполнения трубы согласно изобретению в изогнутом состоянии трубы;

на фиг. 9 показано продольное сечение стенки трубы по шестому варианту исполнения трубы согласно изобретению;

на фиг. 10 показан первый тип изменения двух параметров трубы как функций от осевой координаты, вдоль осевого направления трубы согласно изобретению; и

на фиг. 11 показан второй тип изменения двух параметров трубы как функций от осевой координаты, вдоль осевого направления трубы согласно изобретению.

На фиг. 1 показано продольное сечение стенки трубы по первому варианту исполнения трубы 1 согласно изобретению. Труба 1 имеет внутреннюю стенку 2, наружную стенку 4, окружающую внутреннюю стенку, а также промежуток 3 между внутренней стенкой 2 и наружной стенкой 4. Промежуток 3 заполнен звукопоглощающим материалом 5. Труба 1 содержит в промежутке 3 проходящий от внутренней стенки 2 к наружной стенке 4 дистанцирующий элемент 6 в форме гофрированной трубы. Дистанцирующий элемент 6 имеет гофру W6 с длиной L6 волны. Наружная стенка 4 и внутренняя стенка 2 имеют гофру W4 или, соответственно, W2 с длиной L4 или, соответственно, L2 волны. При этом варианте исполнения трубы 1 все гофры W2, W4 и W6 имеют одинаковую длину $L2=L4=L6=L$ волны. Три гофры W2, W4 и W6 в данном случае проходят, совпадая по фазе, т.е. гребни 2а волны внутренней стенки 2, гребни 4а волны наружной стенки 4, а также гребни 6а волны дистанцирующего элемента 6 находятся в одинаковых положениях относительно осевого направления трубы 1, в то же время впадины 2b волны внутренней стенки 2, впадины 4b волны наружной стенки 4, а также впадины 6b волны дистанцирующего элемента 6 находятся в одинаковых положениях относительно осевого направления трубы 1. Дистанцирующий элемент 6 имеет более высокую жесткость в радиальном направлении трубы 1, чем в осевом направлении трубы 1. Вследствие этого обеспечивается возможность гибки трубы 1 с

относительно малым расходом энергии (пары сил), в то время как для сжатия трубы 1, т.е. для уменьшения площади ее поперечного сечения, требуется высокий расход энергии.

На фиг. 2 показано продольное сечение стенки трубы по второму варианту исполнения трубы 1' согласно изобретению. Труба 1' также имеет внутреннюю стенку 2, наружную стенку 4, окружающую внутреннюю стенку, а также промежуток 3 между внутренней стенкой 2 и наружной стенкой 4. Промежуток 3 также заполнен звукопоглощающим материалом 5. Труба 1' содержит в промежутке 3 дистанцирующий элемент 7, проходящий от внутренней стенки 2 к наружной стенке 4, однако в данном случае имеющий форму винтообразной или, соответственно, спиралевидной перегородки 7. Дистанцирующий элемент 7 имеет шаг G винтовой линии. Наружная стенка 4 и внутренняя стенка 2 имеют гофру $W4$ или, соответственно, $W2$ с длиной $L4$ или, соответственно, $L2$ волны. При этом варианте исполнения трубы 1' обе гофры $W2$ и $W4$ имеют одинаковую длину $L2=L4=L$ волны, которая в свою очередь одинакова по размеру с шагом G дистанцирующего элемента, т.е. $L2=G$. Обе гофры $W2$ и $W4$ в этом случае проходят в противофазе, т.е. гребни $2a$ волны внутренней стенки 2 и впадины $4b$ волны наружной стенки 4 находятся в одинаковых положениях по отношению к осевому направлению трубы 1', в то же время впадины $2b$ волны внутренней стенки 2 и гребни $4a$ волны наружной стенки 4 находятся в одинаковых положениях по отношению к осевому направлению трубы 1'. Дистанцирующий элемент 7 также имеет более высокую жесткость в радиальном направлении трубы 1', чем в осевом направлении трубы 1'. Вследствие этого в свою очередь обеспечивается возможность гибки трубы 1' с относительно малым расходом энергии (пары сил), в то время как для сжатия трубы 1', т.е. для уменьшения площади ее поперечного сечения, требуется высокий расход энергии.

На фиг. 3 показаны профиль, продольное сечение, поперечное сечение и перспективное изображение третьего варианта исполнения трубы 1" согласно изобретению. Труба 1 имеет внутреннюю стенку 2, наружную стенку 4, окружающую внутреннюю стенку, а также промежуток 3 между внутренней стенкой 2 и наружной стенкой 4. Промежуток 3 заполнен звукопоглощающим пеноматериалом 5.

На фиг. 4 показано продольное сечение стенки трубы по третьему варианту исполнения трубы 1" согласно изобретению в прямом, т.е. не изогнутом состоянии трубы 1". Наружная стенка 4 выполнена в виде гофрированной трубы 4а, 4б с проходящими в окружном направлении гребнями 4а волны и впадинам 4 волны. В отличие от наружной стенки 4 внутренняя стенка 2 в прямом состоянии трубы 1" не имеет гофр, то есть не имеет ни гребней волны, ни впадин волны, или, соответственно, имеет только незначительную, по сравнению с наружной стенкой 4, гофру, амплитуды которой составляют менее 1/10 амплитуды гофры наружной стенки 4. Толщина D3 наполненного звукопоглощающим материалом 5 промежутка 3, измеренная в радиальном направлении, периодически колеблется ввиду гофрированной трубы 4а, 4б. В областях 9, где толщина D3 промежутка 3 или, соответственно, звукоизолирующего пеноматериала 5 имеет минимальные значения, твердость Н или, соответственно, модуль упругости пеноматериала 5 могут иметь свои минимальные или максимальные значения. Под твердостью Н или, соответственно, под модулем упругости в этом контексте понимается измеряемая твердость или, соответственно, измеряемый модуль упругости смеси воздуха и твердого вещества. Твердость Н или, соответственно, модуль упругости пеноматериала 5 может задаваться путем изменения общей доли воздуха, размера пузырьков воздуха, толщины их стенок, а также выбором материала твердого вещества. Наряду с упомянутым совпадением по фазе (смотри также фиг. 10) или, соответственно, нахождением в противофазе (смотри также фиг. 11) между характеристикой W3 толщины D3 и характеристикой W3* твердости Н (модуля упругости), могут выбираться

также другие фазовые соотношения (от 0 до 180°) между характеристикой W3 и характеристикой W3*. Внутренняя стенка 2 соединена с образованием связи материалов с пеноматериалом 5, то есть приклеена и/или приварена к нему. Вследствие этого внутренняя оболочка 2 повторяет любые деформации, в частности, также деформации в радиальном направлении, поверхности пеноматериала 5. Если трубу 1" изгибают, стенка трубы на внутренней стороне кривизны трубы подвергается сжатию.

В альтернативном варианте осуществления (не показан) внутренняя стенка или, соответственно, внутренняя оболочка 2 также имеет гофру. Гофра внутренней стенки или, соответственно, внутренней обшивки 2 имеет меньшую амплитуду волн, чем гофра наружной стенки 4. Амплитуда волн гофры внутренней стенки или, соответственно, внутренней обшивки 2 составляет менее 1/5 амплитуды гофры наружной стенки 4.

На фиг. 5 показано продольное сечение стенки трубы по третьему варианту исполнения трубы 1" согласно изобретению в изогнутом состоянии трубы 1". Видна сжатая или, соответственно, смятая вследствие изгиба трубы стенка трубы. Так как внутренняя стенка или, соответственно, внутренняя оболочка 2 очень тонка и образованна из материала, имеющего высокую твердость или, соответственно, высокое значение модуля упругости, она почти нерастяжима вдоль осевого направления трубы 1", однако в то же время она очень гибкая. С одной стороны, это приводит к тому, что длина дуги внутренней стенки 2 изогнутой трубы 1", измеренная на внутренней стороне кривизны трубы, в осевом направлении короче, чем измеренная в осевом направлении соответствующая длина внутренней стенки 2 в прямом состоянии трубы 1". С другой стороны, это приводит к тому, что длина дуги наружной стенки 2 изогнутой трубы 1", измеренная в осевом направлении на наружной стороне кривизны трубы, практически такая же, как измеренная в осевом направлении соответствующая длина внутренней

стенки 2 в прямом состоянии трубы 1". Иначе говоря, внутренняя стенка или, соответственно, внутренняя обшивка 2 на наружной стороне кривизны трубы ведет себя как центральная линия согнутой трубы 1". Поэтому длина дуги срединной линии М изгиба внутри изогнутой трубы меньше, чем соответствующая длина срединной линии в прямом состоянии трубы 1". Вследствие неразъемного соединения между внутренней стенкой или, соответственно, внутренней оболочкой 2 и пеноматериалом 5 и из-за высокой гибкости внутренней стенки 2 она может повторять любую деформацию пеноматериала 5. Периодическая характеристика W_3 толщины D_3 и периодическая характеристика W_3^* твердости H или, соответственно, модуля упругости пеноматериала 5 способствуют тому, что внутренняя стенка 2 сминается в складки, направленные радиально наружу, т.е. в материал пены 5, преимущественно на участках 9 с минимальной толщиной D_3 пеноматериала 5, как показано складками 10 на фиг. 5.

Согласно альтернативной форме осуществления (не показана) третьего варианта исполнения с гофрой внутренней стенки возможно как удлинение внутренней стенки вдоль осевого направления трубы, так и ее укорочение. В этом случае внутренняя стенка 2 на наружной стороне кривизны трубы не ведет себя как центральная линия согнутой трубы 1". Напротив, длина дуги срединной линии М изгиба или приблизительной траектории прохождения срединной линии внутри изгиба трубы теперь имеет такую же величину, как соответствующая длина центральной линии в прямом состоянии трубы 1. Т.е. срединная линия изгиба или, соответственно, пересекающая плоскость чертежа плоскость М изгиба представляет собой воображаемую, невещественную «центральную линию» или "нейтральную поверхность» внутри трубы 1. Обе линии пересечения этой невещественной нейтральной средней плоскости М изгиба со стенкой трубы представляют собой вещественные, то есть материальные центральные линии в противоположных друг другу областях изогнутой стенки трубы.

На фиг. 6 показаны профиль, продольное сечение, поперечное сечение и перспективное изображение четвертого варианта исполнения трубы 1* согласно изобретению. Труба 1* имеет внутреннюю стенку 2, наружную стенку 4, окружающую внутреннюю стенку, а также промежуток 3 между внутренней стенкой 2 и наружной стенкой 4. Промежуток 3 заполнен звукопоглощающим пеноматериалом 5. Кроме того, внутренняя стенка 2 в трубе 1* с винтообразной или, соответственно, спиралевидной арматурой 7', которая проходит соосно по отношению к внутренней стенке 2 и к наружной стенке 4 вдоль осевого направления трубы 1*. Винтообразная арматура 7' с образованием связи материалов соединена с радиально внешней поверхностью внутренней стенки 2 и с пеноматериалом 5, то есть сварена и/или склеена с ними. Спиралевидная арматура 7' способствует устойчивости формы трубы 1*. Аналогично дистанцирующему элементу 6, упомянутому выше при описании второго варианта исполнения, арматура 7' имеет более высокую жесткость в радиальном направлении трубы 1*, чем в осевом направлении трубы 1*. Вследствие этого обеспечивается возможность сгибания трубы 1* с относительно малым расходом энергии (пары сил), в то же время для сжатия трубы 1*, т.е. уменьшения площади ее поперечного сечения, требуется высокий расход энергии.

На фиг. 7 показано продольное сечение пятого варианта исполнения трубы 1** согласно изобретению в прямом, т.е. не изогнутом состоянии трубы 1** . Труба 1** имеет внутреннюю стенку 2, наружную стенку 4, окружающую внутреннюю стенку, а также промежуток 3 между внутренней стенкой 2 и наружной стенкой 4. Промежуток 3 заполнен звукопоглощающим пеноматериалом 5. Кроме того, в трубе 1** наружная стенка 4 соединена с винтообразной или, соответственно, спиралевидной арматурой 7', которая проходит соосно по отношению к внутренней стенке 2 и к наружной стенке 4 вдоль осевого направления трубы 1**. Винтообразная арматура 7' представляет собой спиралеобразно намотанный прут 7', который заделан в наружную

стенку 4. Между участками спиралеобразно намотанного прутка 7' проходит винтообразный гребень 4а волны наружной стенки 4. В противоположность наружной стенке 4, внутренняя стенка 2 в прямом состоянии трубы 1** не имеет гофры, то есть не имеет ни гребней волны, ни впадин волны. Аналогично арматуре 7', упомянутой выше при описании четвертого варианта исполнения, арматура 7' в данном случае также имеет более высокую жесткость в радиальном направлении трубы 1*, чем в осевом направлении трубы 1*. Вследствие этого обеспечивается возможность сгибания трубы 1** с относительно малым расходом энергии (пары сил), в то же время для сжатия трубы 1**, т.е. уменьшения ее поперечного сечения, требуется высокий расход энергии.

Согласно альтернативному осуществлению (не показано) пятого варианта исполнения внутренняя стенка 2 имеет гофру.

На фиг. 8 показано продольное сечение стенки трубы по пятому варианту исполнения трубы 1** согласно изобретению в изогнутом состоянии трубы 1**. Аналогично изображению на фиг. 5, видна сжатая или, соответственно, смятая в результате изгиба трубы стенка трубы на внутренней стороне изгиба трубы. Поскольку внутренняя стенка 2 очень тонка и образована из материала с большой твердостью или, соответственно, с высоким модулем упругости, внутренняя стенка 2 почти не растяжима вдоль осевого направления трубы 1**, в то же время, однако, она очень гибкая. Аналогично третьему варианту исполнения на фиг. 5, это приводит к тому, что длина дуги внутренней стенки 2 изогнутой трубы 1**, измеренная в осевом направлении на внутренней стороне кривизны трубы, меньше, чем измеренная в осевом направлении соответствующая длина внутренней стенки 2 в прямом состоянии трубы 1**. С другой стороны, это приводит к тому, что на наружной стороне кривизны трубы длина дуги наружной стенки 2 изогнутой трубы 1**, измеренная в осевом направлении, практически такая же, как измеренная в осевом направлении соответствующая длина внутренней стенки 2 в прямом состоянии трубы 1**. Иначе говоря,

внутренняя стенка 2 на наружной стороне кривизны трубы ведет себя как центральная линия или, соответственно, центральная плоскость выгнутой трубы 1**. Поэтому длина дуги срединной линии изгиба или, соответственно, срединной плоскости М изгиба во внутренней части кривизны трубы короче, чем соответствующая длина центральной линии в прямом состоянии трубы 1" (фиг. 7). Вследствие неразъемного соединения между внутренней стенкой 2 и материалом пены 5 и из-за высокой гибкости внутренней стенки 2 она может повторять любую деформацию пеноматериала 5. Периодическая характеристика W3 толщины D3 и периодическая характеристика W3* твердости Н или, соответственно, модуля упругости пеноматериала 5 способствуют тому, что внутренняя стенка 2 сминается в складки, направленные радиально наружу, т.е. в материал пены 5, преимущественно на участках 9 с минимальной толщиной D3 пеноматериала 5, как показано складками 10 на фиг. 8.

Согласно альтернативному осуществлению (не показано) пятого варианта исполнения с гофрами внутренней стенки возможно как удлинение внутренней стенки вдоль осевого направления трубы, так и ее укорочение. В этом случае внутренняя стенка 2 на наружной стороне кривизны трубы не ведет себя как центральная линия согнутой трубы 1". Напротив, длина дуги срединной линии изгиба или, соответственно, плоскости М изгиба внутри изгиба трубы теперь имеет такую же величину, как соответствующая длина срединной линии в прямом состоянии трубы 1. Т.е. срединная линия изгиба или, соответственно, плоскость М изгиба представляет собой воображаемую, невещественную «центральную линию» или «нейтральную поверхность».

На фиг. 9 показано продольное сечение стенки трубы по шестому варианту исполнения трубы 1'''. Труба 1''' имеет внутреннюю стенку 2, наружную стенку 4, окружающую внутреннюю стенку, а также промежуток 3 между внутренней стенкой 2 и наружной стенкой 4. Промежуток 3 заполнен звукопоглощающим материалом 5. Наружная

стенка 4 представляет собой гофрированную трубу 4а, 4b с проходящими вдоль окружного направления гребнями 4а волны и впадинами 4b волны. Внутренняя стенка 2 также представляет собой гофрированную трубу 2а, 2b с проходящими вдоль окружного направления гребнями 2а волны и впадинами 2b волны.

Дистанцирующий элемент 6 также представляет собой гофрированную трубу 6а, 6b с проходящими вдоль окружного направления гребнями 6а волны и впадинами 6b волны. Гофра W2 внутренней стенки 2 и гофра W4 наружной стенки 4 имеет соответственно меньшую амплитуду A2 или, соответственно, A4, чем амплитуда A6 гофры W6 дистанцирующего элемента 6. Длина L6 волны гофры W6 дистанцирующего элемента 6 кратна длине L2 волны гофры W2 внутренней стенки 2. Длина L6 волны гофры W6 дистанцирующего элемента 6 кратна длине L4 волны гофры W4 наружной стенки 4.

Предпочтительно действуют следующие соотношения:

$$2 < A6 / A2 < 15$$

$$2 < A6 / A4 < 15$$

$$1 < L6 / L2 < 20$$

$$1 < L6 / L4 < 20$$

На фиг. 10 показана первая характеристика обоих параметров трубы, «толщина D3 пеноматериала» и «твердость Н пеноматериала» (модуль упругости) как функций от осевой координаты x вдоль осевого направления трубы согласно изобретению. D3 и Н в данном случае проходят, совпадая по фазе.

На фиг. 11 показана вторая характеристика обоих параметров трубы, «толщина D3 пеноматериала» и «твердость Н пеноматериала» (модуль упругости) как функций от осевой координаты x вдоль осевого направления трубы согласно изобретению. В этом случае D3 и Н находятся в противофазе.

Наряду с совпадением по фазе (фиг. 10) между характеристикой W_3 толщины D_3 и характеристикой W_3^* твердости H (модуля упругости) или, соответственно, их нахождением в противофазе (фиг. 11) могут выбираться также другие фазовые соотношения (от 0 до 180°) между характеристикой W_3 и характеристикой W_3^* .

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Труба (1; 1'; 1"; 1'''; 1*; 1**), в частности, для системы распределения воздуха в зданиях или их частях, имеющая внутреннюю стенку (2), наружную стенку (4), окружающую внутреннюю стенку, а также имеющей промежуток (3) между внутренней стенкой (2) и наружной стенкой (4), отличающаяся тем, что промежуток (3) по меньшей мере на участках заполнен звукопоглощающим материалом (5).
2. Труба по п. 1, отличающаяся тем, что звукопоглощающий материал (5) заполняет весь промежуток (3).
3. Труба по п. 1, отличающаяся тем, что звукопоглощающий материал (5) заполняет промежуток (3) на участках трубы, проходящих в аксиальном направлении.
4. Труба по одному из пп. 1-3, отличающаяся тем, что наружная стенка (4) выполнена в виде гофрированной трубы (4а, 4b), имеющей гребни (4а) волны и впадины (4b) волны, проходящие вдоль окружного направления.
5. Труба по одному из пп. 1-4, отличающаяся тем, что внутренняя стенка (2) выполнена в виде гофрированной трубы (2а, 2b), имеющей гребни (2а) волны и впадины (2b) волны, проходящие вдоль окружного направления.
6. Труба по одному из пп. 1-5, отличающаяся тем, что звукопоглощающий материал (5) содержит пеноматериал.
7. Труба по одному из пп. 1-5, отличающаяся тем, что наружная стенка (4) содержит полимерный материал.

8. Труба по одному из пп. 1-6, отличающаяся тем, что внутренняя стенка (2) содержит полимерный материал.

9. Труба по одному из пп. 6-8, отличающаяся тем, что пеноматериал содержит полимер, в частности эластомер.

10. Труба (1; 1') по одному из пп. 1-9, отличающаяся тем, что труба в промежутке (3) содержит дистанцирующий элемент (6; 7), проходящий от внутренней стенки (2) до наружной стенки (4).

11. Труба (1; 1') по п. 10, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (6; 7) имеет в радиальном направлении трубы более высокую жесткость, чем в осевом направлении трубы.

12. Труба (1) по одному из пп. 10-11, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (6) выполнен в виде гофрированной трубы (6а, 6b), имеющей гребни (6а) волны и впадины (6b) волны, проходящие вдоль окружного направления.

13. Труба (1) по п. 12, отличающаяся тем, что гребни (2а) волны и впадины (2b) волны внутренней стенки (2), гребни (4а) волны и впадины (4b) волны наружной стенки (4), а также гребни (6а) волны и впадины (6b) волны дистанцирующего элемента (6) находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы (гофры W2, W4, W6 совпадают по фазе).

14. Труба (1) по одному из пп. 12-13, отличающаяся тем, что гофра W2 внутренней стенки (2) и гофра W4 наружной стенки (4) соответственно имеют меньшую амплитуду (A2, A4), чем амплитуда (A6) гофры W6 дистанцирующего элемента (6) ($A_2 < A_6$, $A_4 < A_6$).

15. Труба (1) по одному из пп. 12-14, отличающаяся тем, что внутренняя стенка (2) и наружная стенка (4) имеют соответственно

меньшую толщину (D_2 , D_4) стенки, чем толщина (D_6) стенки дистанцирующего элемента (6) (т.е. $D_2 < D_6$, $D_4 < D_6$).

16. Труба (1) по одному из пп. 12-15, отличающаяся тем, что гофра W_2 внутренней стенки (2), гофра W_4 наружной стенки (4) и гофра W_6 дистанцирующего элемента (6) имеют каждая одну и ту же длину L волны в осевом направлении трубы ($L_2 = L_4 = L_6 = L$).

17. Труба (1) по одному из пп. 12-15, отличающаяся тем, что гофра W_2 внутренней стенки (2) и/или гофра W_4 наружной стенки (4) имеет меньшую длину (L_2 , L_4) волны в осевом направлении трубы, чем длина (L_6) волны гофры W_6 дистанцирующего элемента (6) ($L_2 < L_6$, $L_4 < L_6$).

18. Труба (1'') по п. 17, отличающаяся тем, что длина (L_6) волны гофры W_6 дистанцирующего элемента (6) кратна длине (L_2) волны гофры W_2 внутренней стенки (2), т.е. $L_6 = n \cdot L_2$, где $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 20$.

19. Труба (1''') по одному из пп. 17-18, отличающаяся тем, что длина (L_6) волны гофры W_6 дистанцирующего элемента (6) кратна длине (L_4) волны гофры W_4 наружной стенки (4), т.е. $L_6 = n \cdot L_4$, причем $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 20$.

20. Труба (1) по одному из пп. 12-19, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (6) имеет толщину (D_6) стенки от 0,2 мм до 3 мм, а предпочтительно от 0,5 мм до 1,5 мм.

21. Труба (1) по одному из пп. 12-20, отличающаяся тем, что промежутки (3а, 3б) между внутренней стенкой (2), наружной стенкой (4) и дистанцирующим элементом (6) заполнены вспененным звукопоглощающим материалом (5), в частности вспененной меламиновой смолой.

22. Труба (1') по одному из пп. 10-11, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (7) выполнен в виде винтообразной (спиралевидной) перегородки (7), которая проходит в промежутке (3) вдоль осевого направления соосно по отношению к внутренней стенке (2) и к наружной стенке (4).

23. Труба (1') по п. 22, отличающаяся тем, что, с одной стороны, гребни (2a) волны внутренней стенки (2) и впадины (4b) волны наружной стенки (4) находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы, и, с другой стороны, впадины (2b) волны внутренней стенки (2) и гребни (4a) волны наружной стенки (4) находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы (гофры W2, W4 находятся в противофазе).

24. Труба (1') по одному из пп. 22-23, отличающаяся тем, что, с одной стороны, гребни (2a) волны внутренней стенки (2) и впадины (4b) волны наружной стенки (4) выступают в промежуток (3) между винтообразной перегородкой (7), и, с другой стороны, впадины (2b) волны внутренней стенки (2) проходят вдоль радиально внутренней стороны (7a) винтообразной перегородки (7), а гребни (4a) волны наружной стенки (4) проходят вдоль радиально внешней стороны (7b) винтообразной перегородки (7).

25. Труба (1') по одному из пп. 22-24, отличающаяся тем, что радиально внутренняя сторона (7a) и радиально внешняя сторона (7b) винтообразной перегородки (7) соответственно являются выпуклыми и выступают во впадины (2b) волны внутренней стенки (2) или, соответственно, в гребни (4a) волны наружной стенки (4).

26. Труба (1) по одному из пп. 22-25, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (7) имеет толщину от 0,2 мм до 5 мм, а предпочтительно от 1 мм до 3 мм.

27. Труба по одному из пп. 10-26, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (6; 7) содержит полимерный материал.

28. Труба по одному из пп. 10-27, отличающаяся тем, что дистанцирующий элемент (6; 7) содержит минеральные волокна и/или металлические волокна.

29. Труба (1") по одному из пп. 4-11, отличающаяся тем, что промежуток (3) между наружной стенкой (4), выполненной в виде гофрированной трубы (4а, 4b), и внутренней стенкой (2) заполнен вспененным пеноматериалом (5), который имеет периодически изменяющуюся характеристику W_3 толщины D_3 стенки пеноматериала вдоль осевого направления.

30. Труба по п. 29, отличающаяся тем, что пеноматериал (5) соединен с образованием связи материалов с радиально внутренней поверхностью наружной стенки (4), в частности приклеен и/или приварен.

31. Труба по п. 29 или 30, отличающаяся тем, что пеноматериал (5) соединен с образованием связи материалов, в частности склеен и/или сварен, с радиально внешней поверхностью внутренней стенки (2).

32. Труба по одному из пп. 29-31, отличающаяся тем, что пеноматериал (5) имеет периодически изменяющуюся характеристику (W_3^*) твердости/модуля упругости пеноматериала вдоль осевого направления.

33. Труба по п. 32, отличающаяся тем, что характеристики W_3 и W_3^* совпадают по фазе, т.е. максимумы (W_3^*a) и минимумы (W_3^*b) характеристики W_3^* твердости H пеноматериала и максимумы (W_3a) и минимумы (W_3b) характеристики W_3 толщины D_3 стенки пеноматериала

находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы.

34. Труба по п. 32, отличающаяся тем, что характеристики $W3$ и $W3^*$ находятся в противофазе, т.е. минимумы ($W3^*b$) и максимумы ($W3^*a$) характеристики $W3^*$ твердости H пеноматериала и максимумы ($W3a$) и минимумы ($W3b$) характеристики $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала находятся соответственно в одних и тех же местах вдоль осевого направления трубы.

35. Труба по одному из пп. 32-34, отличающаяся тем, что периодически изменяющаяся характеристика $W3^*$ твердости пеноматериала и/или периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала имеют меньшую длину ($L3^*$, $L3$) волны, чем длина ($L4$) волны гофры $W4$ наружной стенки (4) ($L3^* < L4$, $L3 < L4$).

36. Труба по п. 35, отличающаяся тем, что длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки (4) кратна длине $L3$ волны гофры $W3$ периодически изменяющейся характеристики толщины $D3$ стенки пеноматериала, т.е. $L4 = n \cdot L3$, где $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 10$.

37. Труба по п. 35 или 36, отличающаяся тем, что длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки (4) кратна длине $L3^*$ волны гофры $W3^*$ периодически изменяющейся характеристики твердости пеноматериала, т.е. $L4 = n \cdot L3^*$, где $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 10$.

38. Труба по одному из пп. 29-37, отличающаяся тем, что периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала вдоль осевого направления определена гофрой $W4$ наружной стенки (4).

39. Труба по одному из пп. 29-38, отличающаяся тем, что периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала вдоль осевого направления определена гофрой $W2$ внутренней стенки (2).

40. Труба по п. 39, отличающаяся тем, что гофра $W4$ наружной стенки (4) и гофра $W2$ внутренней стенки (2) совпадают по фазе.

41. Труба по п. 39, отличающаяся тем, что гофра $W4$ наружной стенки (4) и гофра $W2$ внутренней стенки (2) находятся в противофазе.

42. Труба по одному из пп. 39-41, отличающаяся тем, что длина $L4$ волны гофры $W4$ наружной стенки (4) кратна длине $L2$ волны гофры $W2$ внутренней стенки (2), т.е. $L4 = n \cdot L2$, где $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 10$.

43. Труба по одному из пп. 29-38, отличающаяся тем, что периодически изменяющаяся характеристика $W3$ толщины $D3$ стенки пеноматериала вдоль осевого направления определена только гофрой $W4$ наружной стенки (4), т.е. внутренняя стенка (2) при прямой, неизогнутой трубе не имеет гофр.

44. Труба (1*; 1**) по одному из пп. 1-9, отличающаяся тем, что внутренняя стенка (2) и/или наружная стенка (4) соединена с винтообразной (спиралевидной) арматурой (7'), которая проходит соосно по отношению к внутренней стенке (2) и к наружной стенке (4) вдоль осевого направления трубы.

45. Труба по п. 44, отличающаяся тем, что винтообразная арматура (7') встроена в наружную стенку (4).

46. Труба по п. 44 или 45, отличающаяся тем, что винтообразная арматура (7') соединена с образованием связи материалов, в частности

сварена и/или склеена, с радиально внутренней поверхностью наружной стенки (4) и с пеноматериалом (5).

47. Труба сваривает по одному из пп. 44-46, отличающаяся тем, что винтообразная арматура (7') соединена с образованием связи материалов, в частности сварена и/или склеена, с радиально внешней поверхностью внутренней стенки (2) и с пеноматериалом (5).

48. Труба по одному из пп. 44-47, отличающаяся тем, что винтообразная арматура (7') представляет собой спиралеобразно намотанный пруток (7').

49. Труба по одному из пп. 44-48, отличающаяся тем, что пруток (7') имеет поперечное сечение в форме прямоугольника, причем длинная сторона LS прямоугольника ориентирована параллельно продольному направлению трубы, причем, в частности, отношение длины длинной стороны LS к длине короткой стороне KS прямоугольника находится в пределах от 1:1 до 10:1, т.е. $1 < LS/KS < 10$.

50. Труба по одному из пп. 44-48, отличающаяся тем, что пруток (7') имеет овальное поперечное сечение, причем длинная диагональ LD овала ориентирована параллельно продольному направлению трубы, причем, в частности, отношение длины длинной диагонали LD к длине короткой диагонали KD овала находится в пределах от 1:1 до 10:1, т.е. $1 < LD/KD < 10$.

51. Труба по одному из пп. 44-50, отличающаяся тем, что арматура (8) содержит полимерный материал и/или металл.

52. Труба по одному из пп. 44-51, отличающаяся тем, что арматура (8) содержит минеральные волокна и/или металлические волокна.

53. Труба (1; 1'; 1"; 1''') по одному из пп. 1-52, отличающаяся тем, что толщина (D4) наружной стенки (4) трубы больше, чем толщина (D2) внутренней стенки (2) трубы ($D4 > D2$).

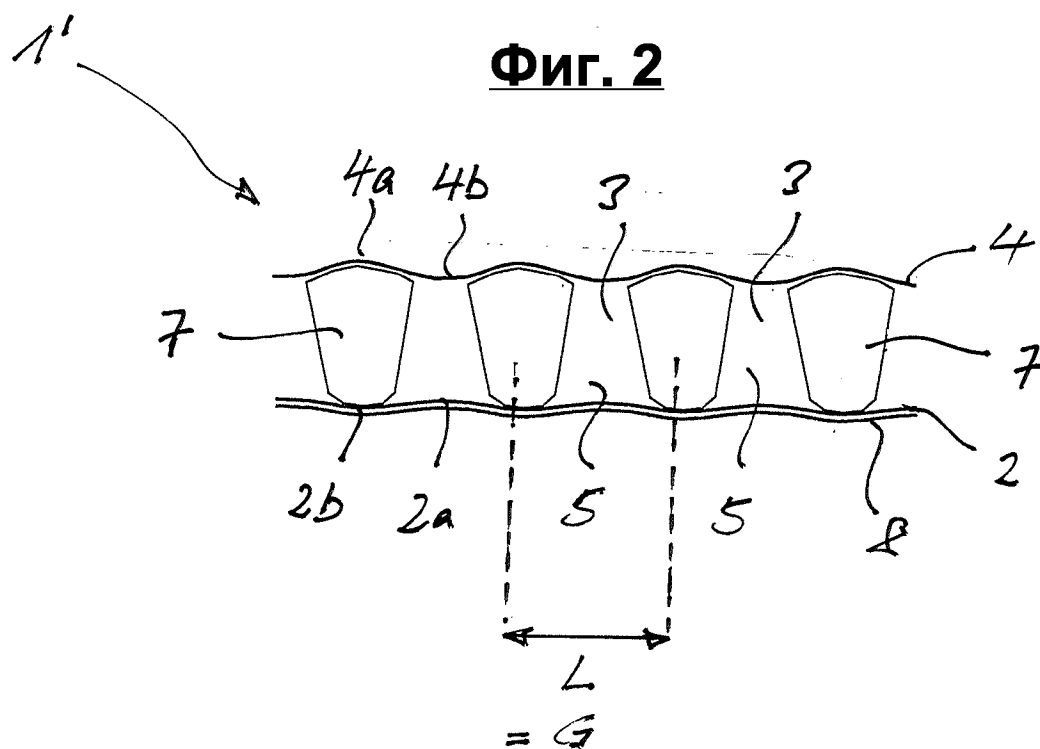
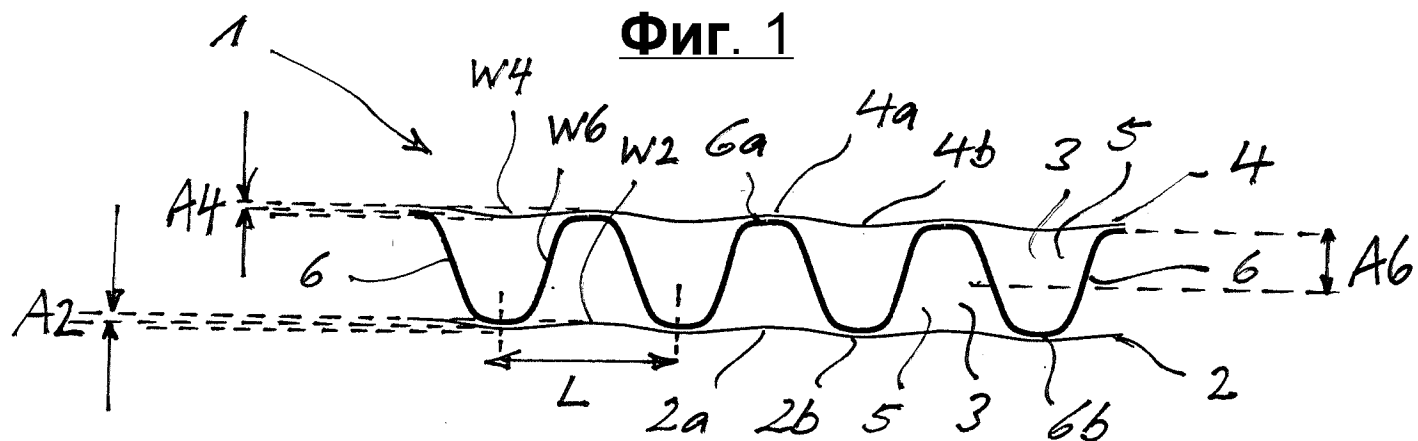
54. Труба по одному из пп. 1-53, отличающаяся тем, что внутренняя стенка (2) имеет толщину (D2) стенки от 0,05 мм до 0,3 мм, а наружная стенка (4) имеет толщину (D4) стенки от 0,2 мм до 1,2 мм.

55. Труба по одному из пп. 1-54, отличающаяся тем, что внутренняя стенка (2) на своей радиально внутренней поверхности имеет содержащее алюминий покрытие (8).

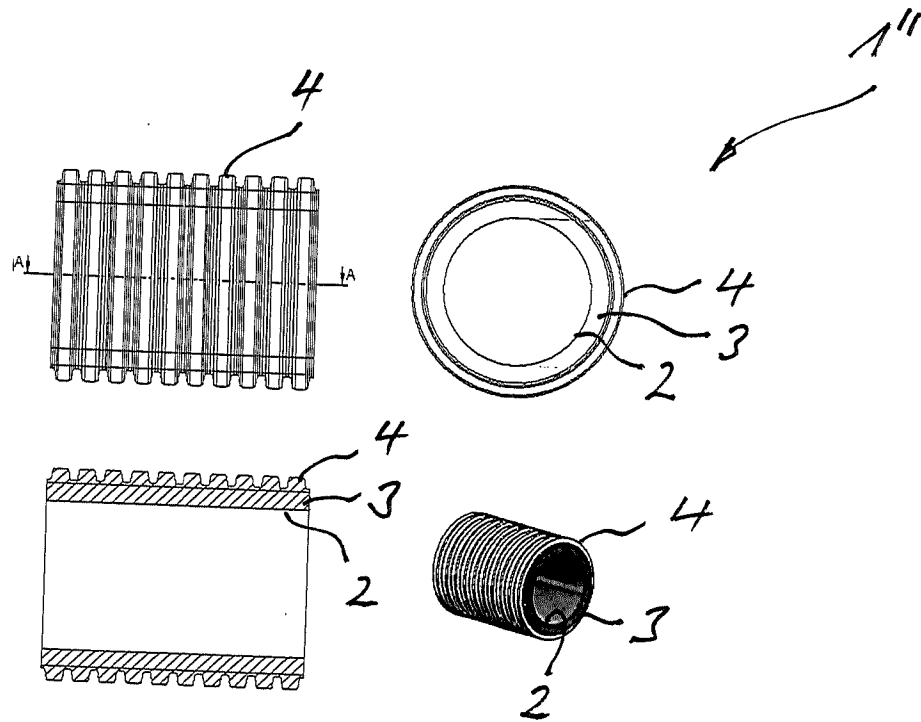
56. Труба по одному из пп. 1-55, отличающаяся тем, что она имеет круглое поперечное сечение.

57. Труба по одному из пп. 1-55, отличающаяся тем, что она имеет поперечное сечение прямоугольной формы.

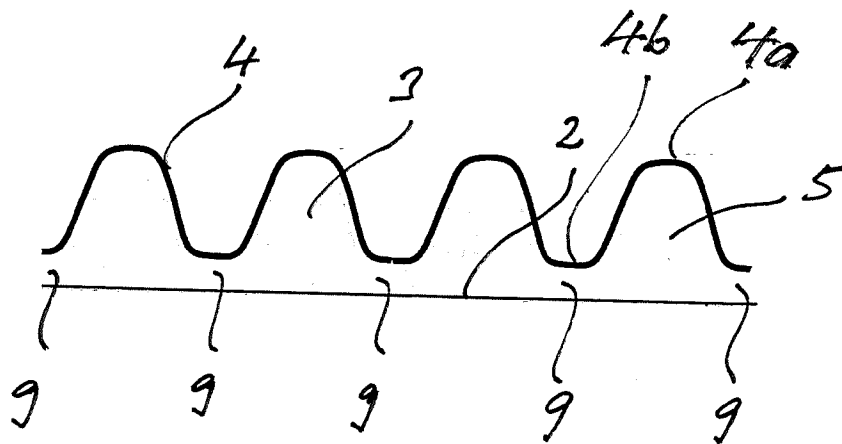
58. Труба по одному из пп. 1-55, отличающаяся тем, что она имеет поперечное сечение в форме многоугольника, в частности, шестиугольное поперечное сечение.



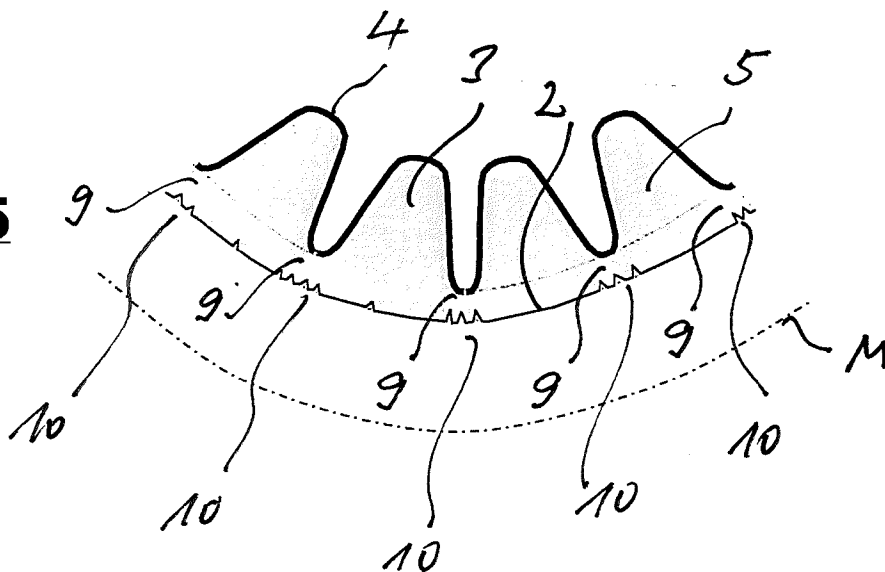
Фиг. 3



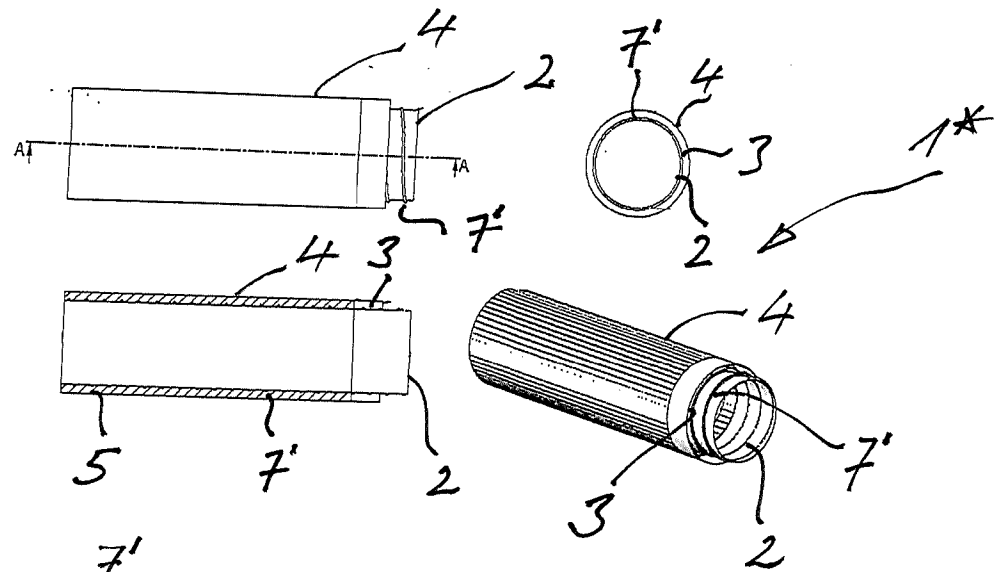
Фиг. 4



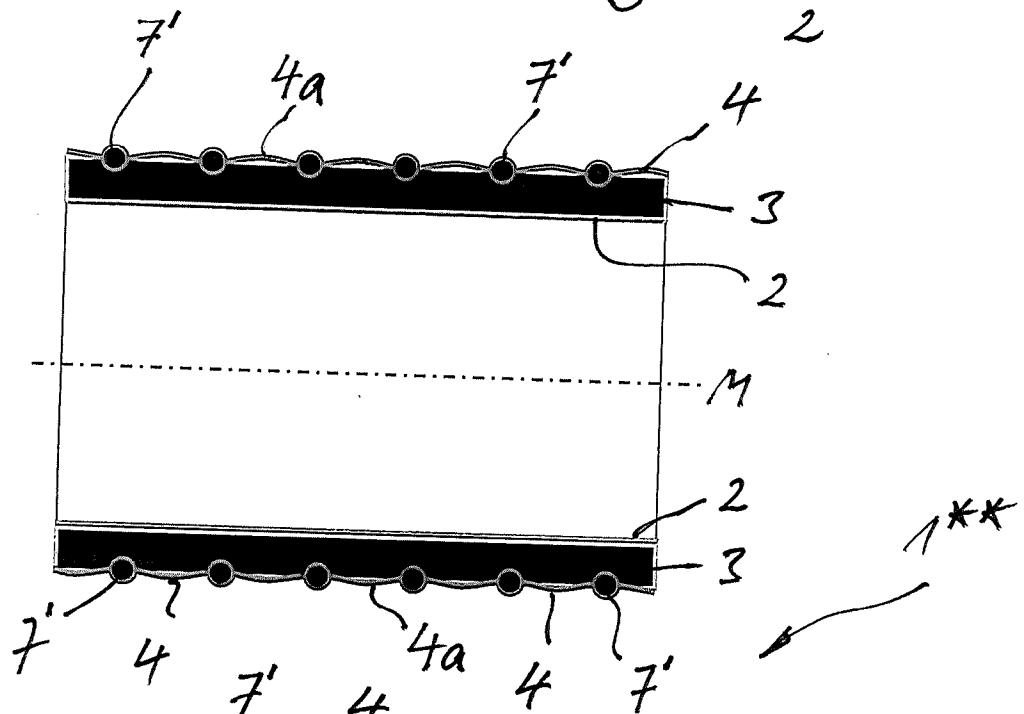
Фиг. 5



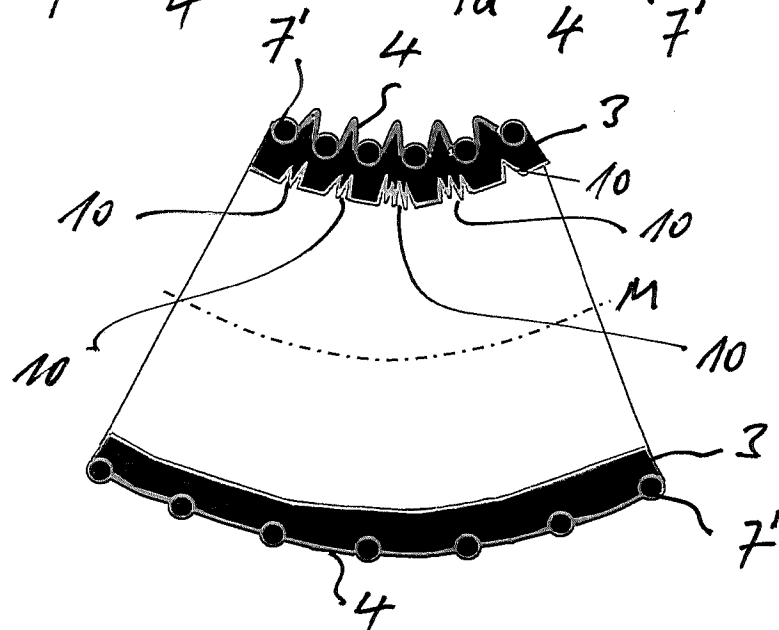
Фиг. 6

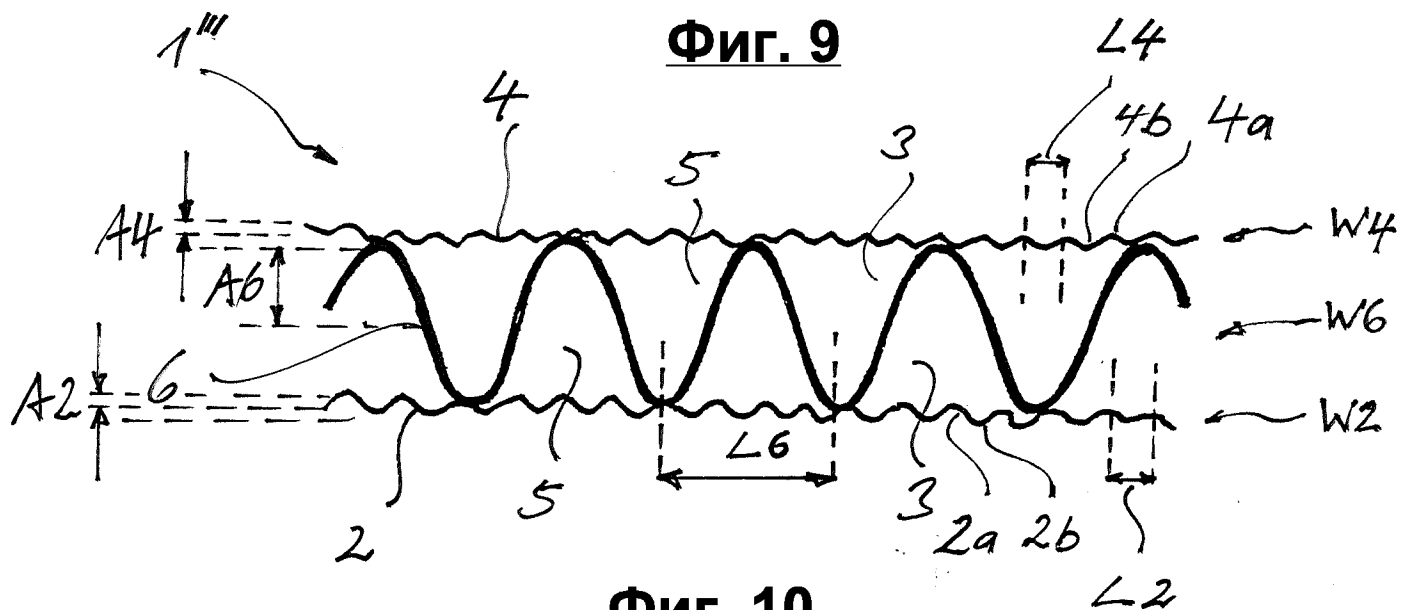
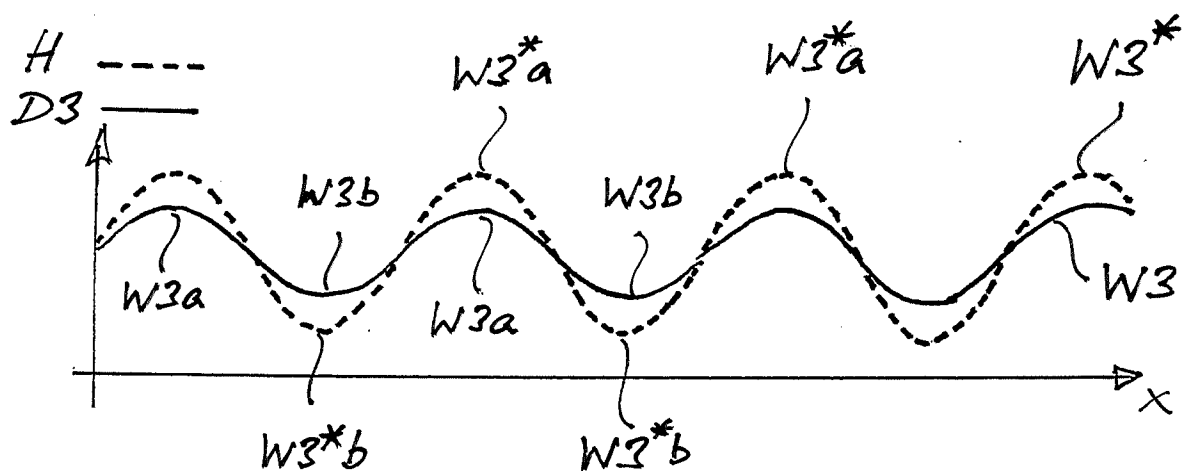


Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9**Фиг. 10****Фиг. 11**