



(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 127 675**⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **B 60 G 17/06, 17/08, F 16 F**
9/48, 9/50

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98114638/28, 27.07.1998

(46) Дата публикации: 20.03.1999

(56) Ссылки: DE 4139746 A1 09.06.93. RU 2031275 C1 20.03.95. RU 2020320 C1 30.09.94. SU 1153142 A 30.04.85. SU 1397640 A1 23.05.88. SU 1173090 A 15.08.85. WO 92/02382 A1 20.02.92. DE 4406350 A1 07.09.95. US 4936425 A 26.07.90. FR 2594756 A 28.08.87. US 5004079 A 02.04.91. GB 2150258 A 26.06.85. GB 2011018 A 04.07.79. US 4076225 A 28.02.78. EP 0386433 A2 26.01.90. WO 97/08476 A1 06.03.97. FR 2241727 A 21.03.75. DE 3534298 A1 02.04.87. DE 4036613 A1 23.05.91. DE 3518327 A1 27.11.86. DE 4226051 A 02.11.93. EP 0335016 A1 04.10.89. EP 0039499 A3 11.11.81. EP 0275368 A2 16.10.87. DE 2911768 A 02.10.80. WO 85/00209, A1 17.01.85. US 4057129 A1 08.11.77.

(98) Адрес для переписки:
456787, Озерск, Российская Федерация,
Челябинской обл., а/я 2233, Терновскому
Евгению Ивановичу

(71) Заявитель:

Терновский Евгений Иванович,
Туров Владимир Григорьевич

(72) Изобретатель: Терновский Е.И.,
Туров В.Г.

(73) Патентообладатель:

Стравинский Игорь Александрович,
Терновский Евгений Иванович,
Туров Владимир Григорьевич

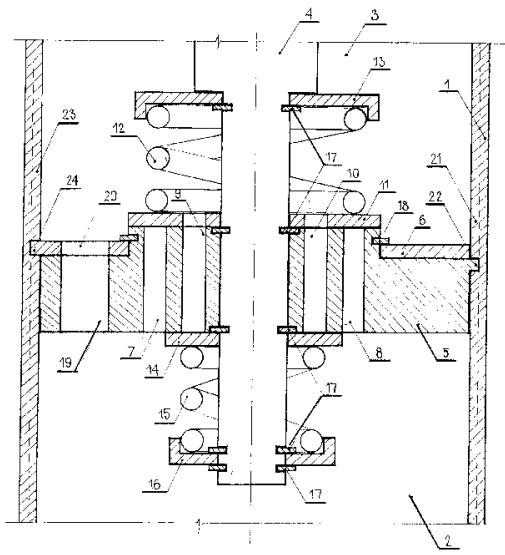
(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ДЕМПФЕРА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ /ВАРИАНТЫ/

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для использования в подвеске транспортного средства. Изобретение решает задачу автоматического изменения в широких пределах характеристики сопротивления демпфера в зависимости от амплитуды неровностей дорожного покрытия. Изобретение позволяет уменьшить амплитуду колебаний подрессоренной массы и уменьшить действующую на нее силу. Предлагаемый способ заключается в том, что кроме изменения проходного сечения канала, который связывает полости демпфера в зависимости от разницы давлений между этими полостями преобразуют движение поршня демпфера в перемещение детали демпфера, положение которой влияет на величину проходного сечения канала. При этом каждому положению поршня ставят в

соответствие положение этой детали и величину проходного сечения канала, соответствующую постоянной разнице давлений. Способ может быть осуществлен с помощью демпфера, который имеет установленную на поршне подвижную заслонку, которая перекрывает постоянный дроссель, или подводный канал клапана, или канал, через который разность давлений действует на запорный элемент клапана. Демпфер имеет элемент, на котором вдоль всего хода поршня выполнены винтообразная направляющая (или прямая направляющая с переменной глубиной профиля). При движении поршня подвижная заслонка, взаимодействуя с направляющей, совершает поворот (или движение вдоль радиуса поршня) и изменяет соответствующее сечение. 4 с. и 13 з.п.ф.-лы, 36 ил.

RU 2127675 C1



Фиг. 1.

RU 2127675 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 127 675** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **B 60 G 17/06, 17/08, F 16 F**
9/48, 9/50

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98114638/28, 27.07.1998

(46) Date of publication: 20.03.1999

(98) Mail address:
 456787, Ozersk, Rossijskaja Federatsija,
 Cheljabinskij obl., a/ja 2233, Ternovskomu
 Evgeniju Ivanovichu

(71) Applicant:
 Ternovskij Evgenij Ivanovich,
 Turov Vladimir Grigor'evich

(72) Inventor: Ternovskij E.I.,
 Turov V.G.

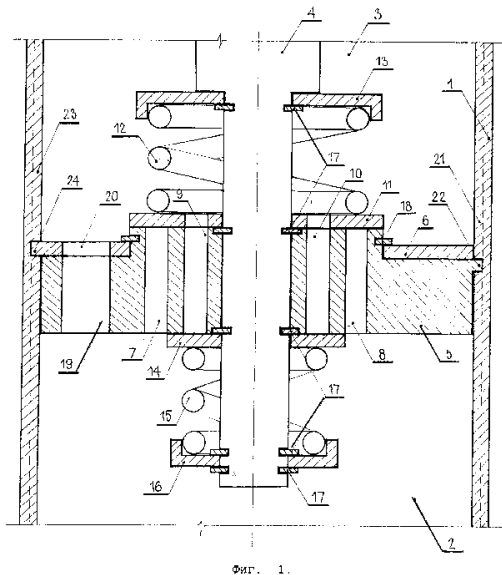
(73) Proprietor:
 Stravinskij Igor' Aleksandrovich,
 Ternovskij Evgenij Ivanovich,
 Turov Vladimir Grigor'evich

(54) **METHOD OF AND DEVICE TO CONTROL RESISTANCE FORCE OF HYDRAULIC DAMPER (DESIGN VERSIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: transport engineering; vehicle suspensions. SUBSTANCE: according to proposed method, in addition to changing of passage area of channel connecting damper spaces depending on pressure difference between the spaces, damper piston movement is converted into displacement of damper part whose position influence the value of channel passage area. Position of part and value of passage area of channel corresponding to constant pressure difference is set to each position of piston. Proposed method can be implemented by means of damper provided with movable shutter installed on piston which overlaps constant throttle, or valve inlet channel, or channel through which pressure difference acts onto valve shutoff member. Damper has member with screw-type guide (or straight guide with variable profile depth) made along piston stroke. With piston moving, shutter engaging with guide executes turn (or moves along piston radius), thus changing the section. EFFECT: provision of automatic change of damper resistance within wide range depending on amplitude of

irregularities of road coating; reduced amplitudes of oscillation of sprung mass, reduced force acting onto sprung mass. 17 cl, 36 dwg



Фиг. 1.

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

Изобретение относится к области транспортного машиностроения, а более точно к способу регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, устанавливаемого в подвеску транспортного средства, а также к устройству для осуществления этого способа. Наиболее успешно настоящее изобретение может быть использовано в подвесках колесных транспортных средств. Кроме того, оно может быть использовано в подвесках снегоходов или транспортных средств на гусеничном ходу, а также в шасси летательных аппаратов.

Для эффективного предотвращения развития резонансных явлений во время вынужденных колебаний подрессоренной и неподрессоренной масс и обеспечения эффективного затухания колебаний этих масс в подвеску транспортного средства включают гидравлический демпфер. Демпфер преобразует кинетическую энергию подрессоренной и неподрессоренной масс, которую они приобретают во время вертикальных колебаний, и излишек потенциальной энергии, который запасается в упругом элементе подвески, в тепловую энергию и рассеивает ее в окружающую среду. Полость демпфера разделена по меньшей мере на две камеры. Объем одной из этих камер, камеры сжатия (растяжения), уменьшается, а объем другой, камеры растяжения (сжатия), увеличивается из-за перемещения разделяющего их поршня во время поступательного (возвратного) движения этого поршня в рабочем цилиндре демпфера. В результате изменения объема в камере сжатия (растяжения) образуется избыточное по отношению к другим полостям демпфера давление. Под действием избыточного давления рабочая жидкость перетекает через канал сжатия (растяжения), который во время поступательного (возвратного) движения поршня связывает камеру сжатия (растяжения) с другими полостями демпфера. Действие избыточного давления рабочей жидкости на детали демпфера, через которые демпфер взаимодействует с подрессоренной и неподрессоренной массами транспортного средства, создает силу сопротивления демпфера. На совершение работы по преодолению силы сопротивления демпфера расходуется механическая энергия, затрачиваемая на перемещение поршня. Абсолютная величина силы сопротивления демпфера имеет обратную зависимость от величины проходного сечения канала сжатия (растяжения) и прямую зависимость от скорости изменения объема полостей демпфера и, соответственно, от скорости движения поршня. Зависимость силы сопротивления демпфера от скорости движения его поршня называется характеристикой сопротивления демпфера. Характеристика сопротивления демпфера, имеющая в рабочем диапазоне скоростей движения поршня большие значения абсолютной величины силы сопротивления, называется жесткой. Характеристика сопротивления демпфера, имеющая в рабочем диапазоне скоростей движения поршня малые значения абсолютной величины силы сопротивления, называется мягкой.

Для уменьшения амплитуды колебаний подрессоренной массы и уменьшения силы, действующей на подрессоренную массу, необходимо увеличивать абсолютную величину силы сопротивления демпфера во время затухания колебаний подрессоренной массы и во время действия на транспортное средство внешних возмущений (неровностей дороги), частота следования которых приблизительно совпадает с собственной циклической частотой свободных колебаний подрессоренной массы.

Для уменьшения амплитуды колебаний подрессоренной массы и уменьшения силы, действующей на подрессоренную массу, необходимо уменьшать абсолютную величину силы сопротивления демпфера во время действия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых больше собственной циклической частоты свободных колебаний подрессоренной массы.

Выполнение указанных требований осуществляют путем регулирования силы сопротивления, создаваемой демпфером.

Из выложенной заявки Германии DE 4139746 A1 известен способ регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера. Этот способ основан на различии скоростей движения поршня демпфера и, соответственно, различии величин образующегося в камере сжатия (растяжения) избыточного давления рабочей жидкости, характерных для высокочастотных вынужденных колебаний подрессоренной массы и свободных колебаний подрессоренной массы. Способ заключается в том, что изменяют проходное сечение канала сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления в камере сжатия (растяжения). При этом текущее значение проходного сечения канала сжатия (растяжения) складывается из сечения постоянного дросселя, который постоянно связывает камеру сжатия (растяжения) с другими полостями демпфера, и текущего сечения щели клапана сжатия (растяжения). В случае отсутствия постоянного дросселя текущее значение проходного сечения канала сжатия (растяжения) равно текущему сечению щели клапана сжатия (растяжения). Изменение сечения канала сжатия (растяжения) обеспечивают тем, что силу, с которой избыточное давление действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели клапана, уравновешивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана. Подвижным элементом клапана может быть любой конструктивный элемент, который перекрывает выходное отверстие канала, подводящего рабочую жидкость. Таким элементом может быть, например, тарелка, шарик или плунжер.

Устройство для осуществления описанного способа также известно из выложенной заявки Германии DE 4139746 A1. Это устройство представляет собой гидравлический демпфер, имеющий камеры сжатия и растяжения, образованные в результате деления полости демпфера поршнем, который закреплен на конце штока. Поршень состоит по меньшей мере из двух

элементов. Канал сжатия (растяжения) состоит из постоянного дросселя и клапана сжатия (растяжения). Постоянный дроссель расположен в теле поршня и постоянно связывает камеры сжатия и растяжения. Постоянный дроссель может отсутствовать. В этом случае канал сжатия (растяжения) включает в себя только клапан сжатия (растяжения). Клапан сжатия (растяжения) включает в себя:

а) подводящий канал, который выполнен в теле поршня и имеет по меньшей мере одно входное отверстие, расположенное со стороны камеры сжатия (растяжения), и по меньшей мере одно выходное отверстие, расположенное со стороны камеры растяжения (сжатия);

б) тарелку, которая перекрывает выходное отверстие подводящего канала со стороны камеры растяжения (сжатия);

в) упругий элемент, действие силы упругости которого на тарелку направлено в сторону поршня;

г) опору упругого элемента, которая фиксирует положение противоположного поршню конца упругого элемента вдоль продольной оси демпфера относительно седла клапана.

Тарелка клапана сжатия (растяжения) и его упругий элемент могут быть конструктивно совмещены в одном элементе, в котором сила упругости возникает при его изгибе относительно плоскости сопряжения этого элемента с седлом клапана.

При избыточном давлении рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения), сила действия которого на тарелку клапана сжатия (растяжения) меньше силы упругости упругого элемента этого клапана, действующей на тарелку в отсутствие избыточного давления в камере сжатия (растяжения), выходное отверстие подводящего канала клапана сжатия (растяжения) перекрыто тарелкой и проходное сечение канала сжатия (растяжения) равно сечению постоянного дросселя или, в случае отсутствия постоянного дросселя, отсутствует. При увеличении избыточного давления тарелка открывает выходное отверстие подводящего канала клапана сжатия (растяжения) и проходное сечение канала сжатия (растяжения) увеличивается в прямой зависимости от величины избыточного давления до максимального значения, которое равно сумме сечения постоянного дросселя и сечения подводящего канала клапана сжатия (растяжения) или равно сечению подводящего канала клапана сжатия (растяжения) в случае отсутствия постоянного дросселя.

Известный способ не позволяет в достаточной степени регулировать силу сопротивления демпфера из-за отсутствия различия между скоростями хода поршня при колебаниях большой амплитуды с частотой, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний подрессоренной массы и при колебаниях малой и средней амплитуды с частотой, которая в несколько раз больше собственной циклической частоты свободных колебаний подрессоренной массы.

Поэтому для значительного уменьшения амплитуды колебаний подрессоренной массы и уменьшения силы, действующей на

подрессоренную массу во время воздействия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых приблизительно совпадает с собственной циклической частотой свободных колебаний подрессоренной массы, демпфер должен иметь достаточно жесткую характеристику сопротивления. Однако во втором случае такой демпфер вызывает увеличение амплитуды колебаний подрессоренной массы и увеличение силы, действующей на нее, по сравнению с демпфером, который имеет мягкую характеристику сопротивления.

Для уменьшения амплитуды колебаний подрессоренной массы и уменьшения силы, действующей на подрессоренную массу во время действия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых в несколько раз больше собственной циклической частоты свободных колебаний подрессоренной массы, демпфер должен иметь достаточно мягкую характеристику сопротивления. Однако в первом случае такой демпфер рассеивает недостаточное количество энергии и вызывает увеличение амплитуды колебаний подрессоренной массы и увеличение силы, действующей на нее, по сравнению с демпфером, который имеет жесткую характеристику сопротивления.

Изобретение решает задачу автоматического изменения характеристики сопротивления демпфера в зависимости от амплитуды внешнего возмущения (автоматического адаптирования демпфера к характеру дорожного покрытия), которое позволяет достичь:

а) уменьшения силы, действующей на подрессоренную массу, и уменьшения амплитуды ее колебаний во время действия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых по меньшей мере в два раза больше собственной циклической частоты свободных колебаний подрессоренной массы по сравнению с демпфером, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет жесткую характеристику сопротивления;

б) уменьшения силы, действующей на подрессоренную массу, и уменьшения амплитуды ее колебаний во время действия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых приблизительно совпадает с собственной циклической частотой свободных колебаний подрессоренной массы по сравнению с демпфером, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления.

Технический результат от использования каждого из вариантов настоящего изобретения выражается в:

а) уменьшении силы, действующей на подрессоренную массу, и уменьшении амплитуды ее колебаний во время действия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых по меньшей мере в два раза больше собственной циклической частоты свободных колебаний подрессоренной массы по сравнению с демпфером, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и

который имеет жесткую характеристику сопротивления;

б) уменьшении силы, действующей на подрессоренную массу, и уменьшении амплитуды ее колебаний во время действия на транспортное средство внешних возмущений, частота следования которых приблизительно совпадает с собственной циклической частотой свободных колебаний подрессоренной массы по сравнению с демпфером, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления;

в) уменьшении силы, действующей на подрессоренную массу, и уменьшении амплитуды ее колебаний при действии на транспортное средство однократного внешнего возмущения.

Предлагаемый способ регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера включает в себя регулирование, которое осуществляется в известном способе, и дополнительное регулирование в зависимости от текущего положения поршня в рабочем цилиндре демпфера, за счет которого и осуществляется автоматическое адаптивное регулирование демпфера к характеру дорожного покрытия.

Предлагаемый способ заключается в том, что, как и в известном способе, изменяют проходное сечение канала сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления в камере сжатия (растяжения). Соответствие величины сечения канала сжатия (растяжения) текущей величине избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения) обеспечивают тем, что силу, с которой избыточное давление действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели клапана, уравновешивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана.

Предлагаемый способ имеет следующие отличия от известного способа. Для осуществления дополнительного регулирования обеспечивают управляемое перемещение по меньшей мере одной детали демпфера, положение которой относительно другой детали демпфера влияет на величину проходного сечения канала сжатия (растяжения). Поступательное (возвратное) движение поршня в рабочем цилиндре демпфера преобразуют в изменение положения этих деталей относительно друг друга. При этом каждому положению поршня в рабочем цилиндре ставят в соответствие положение этих деталей относительно друг друга, а каждому такому положению деталей ставят в соответствие величину проходного сечения канала сжатия (растяжения), которая соответствует постоянной величине избыточного давления.

Предлагаемый способ имеет семь нижеперечисленных основных вариантов исполнения, а также производные варианты исполнения, представляющие собой различные сочетания основных вариантов.

Вариант 1. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в поворот детали демпфера, перекрывающей постоянный дроссель, относительно детали

демпфера, в которой выполнено отверстие постоянного дросселя. Каждому углу поворота этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия постоянного дросселя подвижной деталью и, соответственно, проходное сечение постоянного дросселя.

Вариант 2. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение детали демпфера, перекрывающей постоянный дроссель, относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие постоянного дросселя. Каждому положению этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия постоянного дросселя подвижной деталью и, соответственно, проходное сечение постоянного дросселя.

Вариант 3. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в поворот детали демпфера, перекрывающей подводящий канал клапана сжатия (растяжения), относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие этого подводящего канала. Каждому углу поворота этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия подводящего канала подвижной деталью и, соответственно, проходное сечение подводящего канала клапана сжатия (растяжения).

Вариант 4. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение детали демпфера, перекрывающей подводящий канал клапана сжатия (растяжения), относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие этого подводящего канала. Каждому положению этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия подводящего канала подвижной деталью и, соответственно, проходное сечение подводящего канала клапана сжатия (растяжения).

Вариант 5. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в поворот детали демпфера относительно другой детали демпфера, которая вместе с первой деталью образует седло клапана сжатия (растяжения). Каждому углу поворота этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину площади, ограниченной седлом клапана сжатия (растяжения), и силу, с которой избыточное давление рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения) действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана, и, следовательно, ставят в соответствие величину сечения щели клапана сжатия (растяжения), соответствующую постоянной величине избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения).

Вариант 6. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение детали демпфера относительно другой детали демпфера, которая вместе с первой деталью образует седло клапана сжатия (растяжения). Каждому положению этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину площади, ограниченной седлом клапана сжатия

(растяжения), и силу, с которой избыточное давление рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения) действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана, и, следовательно, ставят в соответствие величину сечения щели клапана сжатия (растяжения), соответствующую постоянной величине избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения).

Вариант 7. Поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) относительно седла этого клапана. Каждому положению опоры относительно седла ставят в соответствие величину упругой деформации упругого элемента клапана сжатия (растяжения) и силу упругости, с которой упругий элемент действует на подвижный элемент клапана, текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана. Таким образом, каждому положению опоры относительно седла клапана сжатия (растяжения) ставят в соответствие величину сечения щели этого клапана, соответствующую постоянной величине избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения).

Устройство для осуществления первого и третьего основных вариантов исполнения предлагаемого способа представляет собой гидравлический демпфер, который имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока и состоит по меньшей мере из двух элементов. При поступательном (возвратном) движении поршня в рабочем цилиндре демпфера переток рабочей жидкости из камеры сжатия (растяжения) в камеру растяжения (сжатия) происходит через канал сжатия (растяжения), который включает в себя по меньшей мере клапан сжатия (растяжения). Клапан сжатия (растяжения) имеет:

а) подводящий канал, который выполнен в теле поршня и имеет по меньшей мере одно входное отверстие, расположенное со стороны камеры сжатия (растяжения), и по меньшей мере одно выходное отверстие, расположенное со стороны камеры растяжения (сжатия);

б) тарелку, которая перекрывает выходное отверстие подводящего канала со стороны камеры растяжения (сжатия);

в) упругий элемент, действие силы упругости которого на тарелку направлено в сторону поршня.

Предлагаемое устройство имеет нижеперечисленные отличия от известного устройства, предназначенного для осуществления известного способа.

По меньшей мере два элемента поршня имеют возможность раздельного поворота вокруг продольной оси рабочего цилиндра демпфера. Устройство имеет соосный со штоком демпфера цилиндрический конструктивный элемент. На участке поверхности этого элемента, совпадающем с ходом поршня, выполнены по меньшей мере две продольные направляющие. По меньшей мере одна из этих направляющих выполнена

винтообразной. В каждой точке хода поршня центральный угол между этими направляющими задает угол поворота первого элемента поршня относительно второго элемента поршня. На боковой поверхности как первого, так и второго элементов поршня, обращенной к цилиндрическому конструктивному элементу, расположен по меньшей мере один конструктивный элемент, через который первый элемент поршня взаимодействует с одной из направляющих цилиндрического конструктивного элемента, а второй элемент поршня взаимодействует с другой направляющей цилиндрического конструктивного элемента. Таким конструктивным элементом может быть любой элемент, который передает усилие, возникающее в пятне его контакта с направляющей, на элемент поршня. Этот конструктивный элемент может быть выполнен, например, в виде выступа на боковой поверхности элемента поршня или в виде шара, имеющего гнездо на боковой поверхности элемента поршня. По меньшей мере два отверстия, одно из которых выполнено в первом элементе поршня, а другое выполнено во втором элементе поршня, образуют сквозной канал в теле поршня. В положении поршня, соответствующем минимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения), проходное сечение сквозного канала, образованного отверстиями первого и второго элементов поршня, по большей мере меньше проходного сечения этого же сквозного канала в положении поршня, соответствующем максимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения).

Предлагаемое устройство может иметь два варианта исполнения, отличающиеся тем, что:

а) направляющие, с которыми взаимодействуют элементы поршня, выполнены на внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера;

б) шток демпфера выполнен полым, направляющие, с которыми взаимодействуют элементы поршня, выполнены на внешней поверхности штока, который закреплен на дне камеры сжатия и который при поступательном движении поршня вдвигается в полость штока.

Устройство для осуществления третьего и пятого основных вариантов исполнения предлагаемого способа имеет нижеперечисленные отличия от устройства, предназначенного для осуществления первого и третьего основных вариантов исполнения предлагаемого способа.

Поршень демпфера имеет третий элемент, который аналогичен первым двум элементам и расположен со стороны камеры сжатия или камеры растяжения. На поверхности цилиндрического конструктивного элемента выполнена дополнительная направляющая, аналогичная другим направляющим. С дополнительной направляющей взаимодействует третий элемент поршня. В каждой точке хода поршня центральный угол между этой направляющей и направляющей, взаимодействующей с

элементом поршня, расположенным в середине поршня, задает угол поворота этих элементов поршня относительно друг друга. Подводящий канал клапана сжатия (растяжения) образован по меньшей мере тремя отверстиями. Каждое из этих отверстий выполнено в одном из трех элементов поршня. Все эти отверстия имеют форму сектора кольца с центром на продольной оси рабочего цилиндра демпфера и имеют одинаковые внешние и внутренние радиусы. Радиальная сторона отверстия подводящего канала клапана сжатия (растяжения), выполненного в элементе поршня, расположенном в середине поршня, которая во время уменьшения проходного сечения этого подводящего канала сближается с радиальной стороной выходного отверстия этого же подводящего канала, ограничена выступом элемента поршня. Этот выступ имеет форму сектора кольца с центром на продольной оси рабочего цилиндра демпфера и выступает сквозь выходное отверстие подводящего канала клапана сжатия (растяжения). Этот выступ вместе с поверхностью элемента поршня, которая ограничивает выходное отверстие со стороны камеры растяжения (сжатия), образует седло клапана сжатия (растяжения). В каждой точке хода поршня проходное сечение, образованное входным отверстием подводящего канала клапана сжатия (растяжения) и отверстием этого же подводящего канала, которое выполнено в элементе поршня, расположенном в середине поршня, по меньшей мере равно проходному сечению, образованному последним отверстием и выходным отверстием подводящего канала клапана сжатия (растяжения).

Устройство для осуществления второго и четвертого основных вариантов исполнения предлагаемого способа представляет собой гидравлический демпфер, который имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока. При поступательном (возвратном) движении поршня в рабочем цилиндре демпфера переток рабочей жидкости из камеры сжатия (растяжения) в камеру растяжения (сжатия) происходит через канал сжатия (растяжения), который включает в себя по меньшей мере клапан сжатия (растяжения).

Клапан сжатия (растяжения) имеет:

а) подводящий канал, который выполнен в теле поршня и имеет по меньшей мере одно входное отверстие, расположенное со стороны камеры сжатия (растяжения), и по меньшей мере одно выходное отверстие, расположенное со стороны камеры растяжения (сжатия);

б) тарелку, которая перекрывает выходное отверстие подводящего канала со стороны камеры растяжения (сжатия);

в) упругий элемент, действие силы упругости которого на тарелку направлено в сторону поршня.

Предлагаемое устройство имеет нижеперечисленные отличия от известного устройства, предназначенного для осуществления известного способа.

По меньшей мере одно сквозное отверстие в поршне перекрыто подвижной заслонкой. Устройство имеет продольный

конструктивный элемент. На участке поверхности этого конструктивного элемента, по меньшей мере совпадающем с ходом поршня, выполнена по меньшей мере одна продольная направляющая. Подвижная заслонка прижата к направляющей упругим элементом. Поперечный профиль этой направляющей задает в каждой точке ходе поршня положение подвижной заслонки относительно перекрываемого ею отверстия. В положении поршня, соответствующем минимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения), проходное сечение канала, образованного подвижной заслонкой и перекрываемым ею отверстием, по большей мере меньше проходного сечения этого же канала в положении поршня, соответствующем максимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения).

Предлагаемое устройство может иметь два варианта исполнения, отличающиеся тем, что:

а) направляющая, с которой взаимодействует подвижная заслонка, выполнена на внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера;

б) шток демпфера выполнен полым, направляющая, с которой взаимодействует подвижная заслонка, выполнена на внешней поверхности штока, который закреплен на дне камеры сжатия и который при поступательном движении поршня вдвигается в полость штока.

Устройство для осуществления четвертого и шестого основных вариантов исполнения предлагаемого способа имеет нижеперечисленные отличия от устройства, предназначенного для осуществления второго и четвертого основных вариантов исполнения предлагаемого способа.

Перекрываемое подвижной заслонкой отверстие образует подводящий канал клапана сжатия (растяжения). Размер этого отверстия, который перпендикулярен направлению движения заслонки, является неизменным. Подвижная заслонка имеет выступ, который перпендикулярен направлению ее движения. Этот выступ проходит сквозь перекрываемое заслонкой отверстие и вместе с поверхностью поршня, которая ограничивает это отверстие со стороны камеры растяжения (сжатия), образует седло клапана сжатия (растяжения).

Устройство для осуществления седьмого основного варианта исполнения предлагаемого способа представляет собой гидравлический демпфер, который имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока. При поступательном (возвратном) движении поршня в рабочем цилиндре демпфера переток рабочей жидкости из камеры сжатия (растяжения) в камеру растяжения (сжатия) происходит через канал сжатия (растяжения), который включает в себя по меньшей мере клапан сжатия (растяжения).

Клапан сжатия (растяжения) имеет:

а) подводящий канал, который выполнен в теле поршня и имеет по меньшей мере одно входное отверстие, расположенное со стороны камеры сжатия (растяжения), и по

меньшей мере одно выходное отверстие, расположенное со стороны камеры растяжения (сжатия);

б) тарелку, которая перекрывает выходное отверстие подводящего канала со стороны камеры растяжения (сжатия);

в) упругий элемент, упругая деформация которого происходит вдоль продольной оси рабочего цилиндра демпфера;

г) опору упругого элемента, которая фиксирует положение противоположного поршню конца упругого элемента относительно седла клапана.

Предлагаемое устройство имеет нижеперечисленные отличия от известного устройства, предназначенного для осуществления известного способа.

Поршень демпфера и опора упругого элемента клапана сжатия (растяжения) имеют возможность раздельного поворота вокруг продольной оси рабочего цилиндра демпфера. На внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера на участке, совпадающем с ходом поршня, выполнены по меньшей мере две продольные направляющие. По меньшей мере одна из этих направляющих выполнена винтообразной. В каждой точке хода поршня центральный угол между этими направляющими задает угол поворота опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) относительно поршня. На боковой поверхности поршня, обращенной к внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера, расположен конструктивный элемент, через который поршень взаимодействует с одной из направляющих. На боковой поверхности опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения), обращенной к внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера, расположен конструктивный элемент, через который эта опора взаимодействует с другой направляющей. Опора упругого элемента клапана сжатия (растяжения) имеет возможность перемещения вдоль цилиндрического хвостовика поршня, ось которого совпадает с продольной осью рабочего цилиндра демпфера. На внешней поверхности этого хвостовика выполнена по меньшей мере одна продольная винтообразная направляющая. Эта направляющая задает продольное положение опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) на цилиндрическом хвостовике поршня для каждого угла поворота этой опоры относительно поршня. На боковой поверхности опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения), обращенной к цилиндрическому хвостовику поршня, расположен конструктивный элемент, через который эта опора взаимодействует с направляющей, расположенной на хвостовике поршня. Конструктивный элемент, через который опора упругого элемента клапана сжатия (растяжения) взаимодействует с направляющей, выполненной на рабочем цилиндре демпфера, имеет возможность перемещения вдоль этой опоры в направлении продольной оси рабочего цилиндра демпфера на величину, по меньшей мере равную максимальной величине перемещения этой опоры вдоль цилиндрического хвостовика поршня.

Изобретение содержит чертежи устройств,

которые иллюстрируют возможность осуществления предлагаемого способа регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, и диаграммы, которые подтверждают возможность получения заявленного технического результата при использовании предлагаемого способа.

На фиг. 1 изображено устройство для осуществления первого основного варианта исполнения предлагаемого способа.

На фиг. 2 - вид сверху на деталь 6 и деталь 5 устройства, изображенного на фиг.1.

На фиг. 3 - развертка внутренней поверхности детали 1 устройства, изображенного на фиг.1.

На фиг. 4 - устройство для осуществления третьего и пятого основных вариантов исполнения предлагаемого способа.

На фиг. 5 - вид сверху на деталь 6, деталь 5 и деталь 25 устройства, изображенного на фиг.4.

На фиг. 6 - развертка внутренней поверхности детали 1 устройства, изображенного на фиг.4.

На фиг. 7 - устройство для осуществления второго основного варианта исполнения предлагаемого способа.

На фиг. 8 - устройство для осуществления четвертого и шестого основных вариантов исполнения предлагаемого способа.

На фиг. 9 - устройство для осуществления седьмого основного варианта исполнения предлагаемого способа.

На фиг. 10 - вид сверху на деталь 13 и деталь 5 устройства, изображенного на фиг.9.

На фиг. 11-36 - диаграммы, которые подтверждают возможность получения заявленного технического результата при использовании предлагаемого способа. На каждой фигуре, за исключением фиг. 11 и 12, изображены три диаграммы, каждая из которых соответствует:

а) демпферу, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления (эти диаграммы изображены пунктирной линией);

б) демпферу, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет жесткую характеристику сопротивления (эти диаграммы изображены тонкой сплошной линией);

в) демпферу, в котором используется предлагаемый способ регулирования силы сопротивления (эти диаграммы изображены толстой сплошной линией).

На фиг. 11 - зависимость силы сопротивления, создаваемой демпфером, в зависимости от абсолютной величины скорости перемещения поршня демпфера (характеристика сопротивления). На данной фигуре изображены характеристики сопротивления демпфера, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления (пунктирная линия), и демпфера, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет жесткую характеристику сопротивления (сплошная линия). Силы, создаваемые при поступательном движении поршня (сжатии) подвески транспортного

средства), изображены на отрицательной ветви оси ординат. Силы, создаваемые при возвратном движении поршня (растяжении подвески транспортного средства), изображены на положительной ветви оси ординат.

На фиг. 12 - зависимость демпфирования поддрессоренной массы от скорости перемещения поршня демпфера для демпфера, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления (пунктирная линия), и для демпфера, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет жесткую характеристику сопротивления (сплошная линия). Демпфирование рассчитано по формуле

$$D = 0,5 \cdot (F_e/V + F_a/V) / (2 \cdot (C \cdot M)^{1/2})$$

где D - демпфирование поддрессоренной массы;

F_e - сила сопротивления демпфера при поступательном движении поршня;

F_a - сила сопротивления демпфера при возвратном движении поршня;

V - абсолютная величина скорости движения поршня;

C - жесткость упругого элемента подвески транспортного средства;

M - величина поддрессоренной массы транспортного средства.

Демпфирование рассчитано при условии, что кинематическое передаточное отношение равно единице.

На фиг. 13 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 20 мм и частотой следования, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 14 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 20 мм и частотой следования, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 15 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 20 мм и частотой следования, приблизительно равной удвоенной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 16 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 20 мм и частотой следования, приблизительно равной удвоенной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 17 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 50 мм и частотой следования, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 18 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 50 мм и частотой следования, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний

поддрессоренной массы.

На фиг. 19 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 50 мм и частотой следования, приблизительно равной удвоенной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 20 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 50 мм и частотой следования, приблизительно равной удвоенной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 21 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 80 мм и частотой следования, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 22 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 80 мм и частотой следования, приблизительно равной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 23 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 80 мм и частотой следования, приблизительно равной удвоенной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 24 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при синусоидальных внешних возмущениях с амплитудой 80 мм и частотой следования, приблизительно равной удвоенной собственной циклической частоте свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 25 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 20 мм и длительностью, приблизительно равной периоду свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 26 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 20 мм и длительностью, приблизительно равной периоду свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 27 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 20 мм и длительностью, приблизительно равной половине периода свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 28 - временная диаграмма силы, действующей на поддрессоренную массу при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 20 мм и длительностью, приблизительно равной половине периода свободных колебаний поддрессоренной массы.

На фиг. 29 - временная диаграмма колебаний поддрессоренной массы при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 50 мм и

длительностью, приблизительно равной периоду свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 30 - временная диаграмма силы, действующей на подрессоренную массу при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 50 мм и длительностью, приблизительно равной периоду свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 31 - временная диаграмма колебаний подрессоренной массы при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 50 мм и длительностью, приблизительно равной половине периода свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 32 - временная диаграмма силы, действующей на подрессоренную массу при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 50 мм и длительностью, приблизительно равной половине периода свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 33 - временная диаграмма колебаний подрессоренной массы при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 80 мм и длительностью, приблизительно равной периоду свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 34 - временная диаграмма силы, действующей на подрессоренную массу при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 80 мм и длительностью, приблизительно равной периоду свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 35 - временная диаграмма колебаний подрессоренной массы при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 80 мм и длительностью, приблизительно равной половине периода свободных колебаний подрессоренной массы.

На фиг. 36 - временная диаграмма силы, действующей на подрессоренную массу при однократном внешнем возмущении синусоидальной формы с амплитудой 80 мм и длительностью, приблизительно равной половине периода свободных колебаний подрессоренной массы.

Первый основной вариант исполнения предлагаемого способа может быть осуществлен следующим образом. Поршень демпфера выполняют из двух элементов. В теле каждого из этих элементов поршня выполняют по одному отверстию, которые вместе образуют постоянный дроссель. В состав демпфера включают конструктивный элемент, с помощью которого осуществляют управление поворотом одного из элементов поршня относительно другого элемента поршня. Во время поступательного (возвратного) движения поршня в рабочем цилиндре демпфера изменяют величину сечения щели клапана сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения). Для этого силу, с которой избыточное давление действует на тарелку клапана сжатия (растяжения), уравновешивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана. Кроме того, с

помощью конструктивного элемента, который управляет поворотом одного из элементов поршня, преобразуют движение поршня в поворот этого элемента поршня относительно другого элемента поршня. При этом каждому положению поршня в демпфере ставят в соответствие угол поворота элементов поршня относительно друг друга. А каждому такому углу поворота ставят в соответствие величину перекрытия подвижным элементом поршня отверстия, образующего постоянный дроссель и выполненного в другом элементе поршня. Таким образом, каждому углу поворота элементов поршня относительно друг друга ставят в соответствие величину проходного сечения постоянного дросселя.

Для осуществления первого основного варианта исполнения предлагаемого способа может быть использовано устройство, которое изображено на фиг. 1. Это устройство представляет собой гидравлический демпфер. Устройство имеет цилиндрический корпус 1, который одновременно является и рабочим цилиндром демпфера камеры сжатия 2 и растяжения 3, которые образованы в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока 4 и состоит из двух элементов: элемента 5 и элемента 6. Оба этих элемента поршня имеют возможность раздельного поворота вокруг продольной оси демпфера. В теле элемента 5 выполнены отверстия 7 и 8, которые образуют подводящий канал клапана сжатия, и отверстия 9 и 10, которые образуют подводящий канал клапана растяжения. Клапан сжатия включает в себя тарелку 11, которая перекрывает отверстия 7 и 8, упругий элемент 12 и опору 13 упругого элемента. Клапан растяжения включает в себя тарелку 14, которая перекрывает отверстия 9 и 10, упругий элемент 15 и опору 16 упругого элемента. Детали клапанов и элемент 5 закреплены на штоке 4 стопорными кольцами 17. Элемент 6 закреплен на элементе 5 стопорным кольцом 18. В теле элемента 5 выполнено отверстие 19. В теле элемента 6 выполнено отверстие 20. Отверстия 19 и 20 образуют постоянный дроссель, который связывает камеру сжатия 2 и камеру растяжения 3. На внутренней поверхности корпуса 1 на участке, совпадающем с ходом поршня, выполнены две продольные направляющие. Направляющая 21 выполнена прямолинейной и через боковой выступ 22 элемента 5 взаимодействует с элементом 5. Направляющая 23 выполнена винтообразной и через боковой выступ 24 элемента 6 взаимодействует с элементом 6. В каждой точке хода поршня центральный угол между направляющей 21 и направляющей 23 задает угол поворота элемента 6 относительно элемента 5. На среднем участке хода поршня, который в данном устройстве соответствует максимальному проходному сечению постоянного дросселя, центральный угол между направляющей 21 и направляющей 23 равен 180° . Отверстия 19 и 20 имеют одинаковые угловые размеры и одинаковые минимальное и максимальное радиальное удаление от продольной оси демпфера. В элементе 5 центральный угол между выступом 22 и центром отверстия 19 равен 180° . В элементе 6 аналогичный центральный угол отсутствует.

В положении статического равновесия,

когда вес подрессоренной массы транспортного средства уравновешен силой упругости упругого элемента подвески, поршень демпфера находится в середине участка своего хода. В этой точке участка хода поршня величина центрального угла между направляющей 21 и направляющей 23 равна 180° . При этом положение отверстия 19 и положение отверстия 20 полностью совпадают и величина проходного сечения постоянного дросселя максимальна. В положении статического равновесия избыточное давление рабочей жидкости в полостях демпфера отсутствует и клапаны сжатия и растяжения закрыты. При сжатии (растяжении) подвески транспортного средства происходит поступательное (возвратное) движение поршня в корпусе 1, и в камере сжатия 2 (растяжения 3) образуется избыточное давление рабочей жидкости, под действием которого рабочая жидкость перетекает через постоянный дроссель из камеры сжатия 2 (растяжения 3) в камеру растяжения 3 (сжатия 2). Одновременно с этим избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14) клапана сжатия (растяжения) и вызывает перемещение этой тарелки и упругую деформацию упругого элемента 12 (упругого элемента 15). Возникающая при этом сила упругости упругого элемента компенсирует силу, с которой избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14). В результате этого происходит фиксация тарелки клапана в некотором положении. Это положение тарелки определяет величину сечения щели этого клапана, соответствующую текущей величине избыточного давления. Кроме того, когда поршень перемещается вдоль корпуса 1, происходит поворот элемента 6 относительно элемента 5 вследствие взаимодействия этих элементов с направляющими 23 и 21. Угол этого поворота в каждой точке участка хода поршня определяется величиной центрального угла между направляющей 21 и направляющей 23. При этом отверстие 20 смещается относительно отверстия 19 на такой же угол и происходит изменение проходного сечения постоянного дросселя.

Третий основной вариант исполнения предлагаемого способа может быть осуществлен следующим образом. Поршень демпфера выполняют из трех элементов. В теле каждого из этих элементов поршня выполняют по два отверстия, расположенных на различном удалении от продольной оси демпфера. Отверстия трех элементов поршня, которые имеют большее удаление от продольной оси демпфера, используют в качестве подводящего канала клапана сжатия. Отверстия, которые имеют меньшее удаление от продольной оси демпфера, используют в качестве подводящего канала клапана растяжения. В состав демпфера включают конструктивный элемент, с помощью которого осуществляют управление поворотом крайних элементов поршня относительно элемента, расположенного в середине поршня. Во время поступательного (возвратного) движения поршня в рабочем цилиндре демпфера изменяют величину сечения щели клапана сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления рабочей жидкости в

камере сжатия (растяжения). Для этого силу, с которой избыточное давление действует на тарелку клапана сжатия (растяжения), уравновешивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана. Кроме того, с помощью конструктивного элемента, который осуществляет управление поворотом крайних элементов поршня, преобразуют движение поршня в поворот одного крайнего элемента поршня относительно среднего элемента поршня, а также в поворот другого крайнего элемента поршня относительно среднего элемента поршня. При этом каждому положению поршня в демпфере ставят в соответствие угол поворота одного крайнего элемента поршня относительно среднего элемента поршня и угол поворота другого крайнего элемента поршня относительно среднего элемента поршня. Углу поворота элемента поршня, расположенного со стороны камеры растяжения, ставят в соответствие величину перекрытия отверстий, образующих подводящий канал клапана сжатия, и, соответственно, величину проходного сечения этого канала. Углу поворота элемента поршня, расположенного со стороны камеры сжатия, ставят в соответствие величину перекрытия отверстий, образующих подводящий канал клапана растяжения, и, соответственно, величину проходного сечения этого канала.

Осуществление пятого основного варианта исполнения предлагаемого способа аналогично осуществлению третьего основного варианта исполнения и имеет по сравнению с ним следующие дополнения. Все отверстия, образующие подводящие каналы клапанов сжатия и растяжения, выполняют в форме секторов кольца. Одну радиальную сторону каждого из отверстий, выполненных в среднем элементе поршня, ограничивают выступом. Этот выступ проходит сквозь выходное отверстие подводящего канала клапана сжатия (растяжения) и вместе с поверхностью крайнего элемента поршня, которая ограничивает это выходное отверстие, образует седло клапана сжатия (растяжения). При повороте крайнего элемента поршня относительно среднего элемента поршня изменяют не только величину перекрытия отверстий, образующих подводящий канал соответствующего клапана, и проходное сечение этого канала, но и площадь, ограниченную седлом этого клапана. Таким образом, каждому углу поворота крайнего элемента поршня ставят в соответствие силу, с которой избыточное давление рабочей жидкости действует на тарелку клапана и, соответственно, величину сечения щели этого клапана при постоянном избыточном давлении.

Для осуществления третьего и пятого основных вариантов исполнения предлагаемого способа может быть использовано устройство, которое изображено на фиг. 4. Это устройство представляет собой гидравлический демпфер. Устройство имеет цилиндрический корпус 1, который одновременно является и рабочим цилиндром демпфера, камеры сжатия 2 и растяжения 3, которые образованы в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока 4 и состоит из трех элементов: элемента 5,

элемента 25 и элемента 6. Все три элемента поршня имеют возможность раздельного поворота вокруг продольной оси демпфера. В телах этих элементов поршня выполнены отверстия 20, 7 и 26, которые образуют подводящий канал клапана сжатия, и отверстия 27, 10 и 28, которые образуют подводящий канал клапана растяжения. Все эти отверстия имеют форму сектора кольца. Клапан сжатия включает в себя тарелку 11, которая перекрывает отверстие 20, упругий элемент 12 и опору упругого элемента 13. Клапан растяжения включает в себя тарелку 14, которая перекрывает отверстие 27, упругий элемент 15 и опору упругого элемента 16. Детали клапанов и элементы поршня закреплены на штоке 4 стопорными кольцами 17. Отверстие 7 ограничено по одной радиальной стороне выступом 29, который проходит сквозь отверстие 20 и вместе с поверхностью элемента поршня 6 образует седло клапана сжатия. Отверстие 10 ограничено по одной радиальной стороне выступом 30, который проходит сквозь отверстие 27 и вместе с поверхностью элемента поршня 25 образует седло клапана растяжения. На участке внутренней поверхности корпуса 1, совпадающем с ходом поршня, выполнены три продольные направляющие. Направляющая 21 выполнена прямолинейной и через боковой выступ 22 элемента 5 взаимодействует с элементом 5. Направляющая 23 выполнена винтообразной и через боковой выступ 24 элемента 6 взаимодействует с элементом 6. Направляющая 31 выполнена винтообразной через боковой выступ 32 элемента 25 взаимодействует с элементом 25. В каждой точке хода поршня центральный угол между направляющей 23 и направляющей 21 задает угол поворота элемента 6 относительно элемента 5, а центральный угол между направляющей 31 и направляющей 21 задает угол поворота элемента 25 относительно элемента 5. На среднем участке хода поршня, который в данном устройстве соответствует максимальным проходным сечениям подводящих каналов клапанов сжатия и растяжения, центральные углы между направляющими 23 и 21 и между направляющими 31 и 21 равны 90° . Отверстия 20, 7 и 26 имеют одинаковые минимальное и максимальное удаление от продольной оси демпфера. Отверстия 28, 10 и 27 также имеют одинаковые минимальное и максимальное удаление от продольной оси демпфера. При этом минимальное удаление отверстий первой группы больше максимального удаления отверстий второй группы. Когда поршень находится на среднем участке своего хода, отверстия 20 и 7 и отверстия 27 и 10 совпадают. При этом проходные сечения подводящих каналов клапанов сжатия и растяжения максимальны. Площадь седла клапана сжатия и площадь седла клапана растяжения также имеют в этом положении поршня максимальные значения.

В положении статического равновесия, когда вес подрессоренной массы транспортного средства уравновешен силой упругости упругого элемента подвески, поршень демпфера находится в середине участка своего хода. В этой точке участка хода поршня центральные углы между

направляющей 21 и направляющей 23 и между направляющей 31 и направляющей 21 равны 90° . При этом положение отверстия 7 и положение отверстия 20 совпадают и величина проходного сечения подводящего канала клапана сжатия максимальна. Положение отверстия 10 и положение отверстия 27 также совпадают и величина проходного сечения подводящего канала клапана растяжения максимальна. Кроме того, в этом положении поршня площадь седла клапана сжатия и площадь седла клапана растяжения имеют максимальные значения. В положении статического равновесия избыточное давление рабочей жидкости в полостях демпфера отсутствует и клапаны сжатия и растяжения закрыты. При сжатии (растяжении) подвески транспортного средства происходит поступательное (возвратное) движение поршня в корпусе 1, и в камере сжатия 2 (растяжения 3) образуется избыточное давление рабочей жидкости, которое действует на тарелку 11 (тарелку 14) клапана сжатия (растяжения) и вызывает перемещение этой тарелки и упругую деформацию упругого элемента 12 (упругого элемента 15). Возникающая при этом сила упругости упругого элемента компенсирует силу, с которой избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14). В результате этого происходит фиксация тарелки клапана в некотором положении, которое определяет величину сечения щели этого клапана, соответствующую текущей величине избыточного давления. Кроме того, когда поршень перемещается вдоль корпуса 1, происходит поворот элемента 6 относительно элемента 5 и поворот элемента 25 относительно элемента 5 вследствие взаимодействия этих элементов с направляющими 23, 21 и 31. Углы этих поворотов в каждой точке участка хода поршня определяются величиной соответственно центрального угла между направляющей 23 и направляющей 21 и центрального угла между направляющей 31 и направляющей 21. При этом отверстие 20 смещается относительно отверстия 7 и происходит изменение проходного сечения подводящего канала клапана сжатия, а отверстие 27 смещается относительно отверстия 10 и происходит изменение проходного сечения подводящего канала клапана растяжения. Кроме того, происходит смещение выступа 29 в отверстии 20 и смещение выступа 30 в отверстии 27. Вследствие этого происходит изменение площади седла клапана сжатия и площади седла клапана растяжения. Изменение площади седла клапана сжатия приводит к изменению силы, с которой избыточное давление в камере сжатия 2 действует на тарелку 11, что в свою очередь приводит к изменению высоты щели клапана сжатия и, соответственно, к изменению сечения этой щели. Изменение площади седла клапана растяжения приводит к изменению силы, с которой избыточное давление в камере растяжения 3 действует на тарелку 14, что в свою очередь приводит к изменению высоты щели клапана растяжения и, соответственно, к изменению сечения этой щели. Увеличенный угловой размер отверстия 26 при любом возможном угле поворота элемента 25 относительно элемента 5

обеспечивает поступление в подводящий канал клапана сжатия такого количества рабочей жидкости, которое соответствует максимальному проходному сечению клапана сжатия. Увеличенный угловой размер отверстия 28 при любом возможном угле поворота элемента 6 относительно элемента 5 обеспечивает поступление в подводящий канал клапана растяжения такого количества рабочей жидкости, которое соответствует максимальному проходному сечению клапана растяжения.

Второй основной вариант исполнения предлагаемого способа может быть осуществлен следующим образом. В состав поршня демпфера включают подвижную заслонку, которая вследствие своего перемещения относительно поршня перекрывает отверстие, образующее постоянный дроссель. В состав демпфера включают конструктивный элемент, с помощью которого осуществляют управление перемещением подвижной заслонки относительно поршня. Во время поступательного (возвратного) движения поршня в рабочем цилиндре демпфера изменяют величину сечения щели клапана сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения). Для этого силу, с которой избыточное давление действует на тарелку клапана сжатия (растяжения), уравнивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана. Кроме того, с помощью конструктивного элемента, который управляет перемещением подвижной заслонки, преобразуют движение поршня в перемещение подвижной заслонки относительно поршня. При этом каждому положению поршня в демпфере ставят в соответствие положение заслонки относительно поршня. А каждому такому положению заслонки ставят в соответствие величину перекрытия этой заслонкой отверстия, образующего постоянный дроссель, и, соответственно, величину проходного сечения постоянного дросселя.

Для осуществления второго основного варианта исполнения предлагаемого способа может быть использовано устройство, которое изображено на фиг. 7. Это устройство представляет собой гидравлический демпфер. Устройство имеет цилиндрический корпус 1, который одновременно является и рабочим цилиндром демпфера, камеры сжатия 2 и растяжения 3, которые образованы в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока 4 и состоит из основного элемента 5 и подвижной заслонки 33. Подвижная заслонка 33 расположена в выемке основного элемента поршня 5 и имеет возможность перемещения вдоль этой выемки. В теле элемента 5 выполнены отверстия 7 и 8, которые образуют подводящий канал клапана сжатия, и отверстия 9 и 10, которые образуют подводящий канал клапана растяжения. Клапан сжатия включает в себя тарелку 11, которая перекрывает отверстия 7 и 8, упругий элемент 12 и опору упругого элемента 13. Клапан растяжения включает в себя тарелку 14, которая перекрывает отверстия 9 и 10, упругий элемент 15 и опору упругого элемента 16. Детали клапанов и элемент 5

закреплены на штоке 4 стопорными кольцами 17. В теле элемента 5 выполнено отверстие 19, которое образует постоянный дроссель, связывающий камеру сжатия 2 и камеру растяжения 3. На внутренней поверхности корпуса 1 на участке, совпадающем с ходом поршня, выполнена прямолинейная продольная направляющая 21, которая взаимодействует с заслонкой 33. Для обеспечения постоянного контакта с направляющей 21 заслонка 33 поджата к ней упругим элементом 34. Направляющая 21 имеет переменный поперечный профиль. В каждой точке хода поршня поперечный профиль направляющей 21 задает положение заслонки 33 относительно элемента поршня 5. На среднем участке хода поршня, который в данном устройстве соответствует максимальному проходному сечению постоянного дросселя, направляющая 21 имеет поперечный профиль максимальной глубины.

В положении статического равновесия, когда вес поддрессоренной массы транспортного средства уравновешен силой упругости упругого элемента подвески, поршень демпфера находится в середине участка своего хода. В этой точке участка хода поршня направляющая 21 имеет поперечный профиль максимальной глубины. При этом заслонка 33 полностью открывает отверстие 19, и величина проходного сечения постоянного дросселя максимальна. В положении статического равновесия избыточное давление рабочей жидкости в полостях демпфера отсутствует, и клапаны сжатия и растяжения закрыты. При сжатии (растяжении) подвески транспортного средства происходит поступательное (возвратное) движение поршня в корпусе 1 и в камере сжатия 2 (растяжения 3) образуется избыточное давление рабочей жидкости, под действием которого рабочая жидкость перетекает через постоянный дроссель из камеры сжатия 2 (растяжения 3) в камеру растяжения 3 (сжатия 2). Одновременно с этим избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14) клапана сжатия (растяжения) и вызывает перемещение этой тарелки и упругую деформацию упругого элемента 12 (упругого элемента 15). Возникающая при этом сила упругости упругого элемента компенсирует силу, с которой избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14). В результате этого происходит фиксация тарелки клапана в некотором положении, которое определяет величину сечения щели этого клапана, соответствующую текущей величине избыточного давления. Кроме того, когда поршень перемещается вдоль корпуса 1, происходит перемещение заслонки 33 относительно элемента поршня 5 вследствие взаимодействия заслонки с направляющей 21. Величина этого перемещения в каждой точке участка хода поршня определяется поперечным профилем направляющей 21. Вследствие перемещения заслонки 33 перекрывает своим телом отверстие 19, и происходит изменение проходного сечения постоянного дросселя.

Четвертый основной вариант исполнения предлагаемого способа может быть осуществлен следующим образом. В состав поршня демпфера включают две подвижные

заслонки, одна из которых вследствие своего перемещения относительно поршня перекрывает подводящий канал клапана сжатия, а другая вследствие аналогичного перемещения перекрывает подводящий канал клапана растяжения. В состав демпфера включают конструктивный элемент, с помощью которого осуществляют управление перемещением подвижных заслонок относительно поршня. Во время поступательного (возвратного) движения поршня в рабочем цилиндре демпфера изменяют величину сечения щели клапана сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения). Для этого силу, с которой избыточное давление действует на тарелку клапана сжатия (растяжения), уравнивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана. Кроме того, с помощью конструктивного элемента, который управляет перемещением подвижных заслонок, преобразуют движение поршня в перемещение этих подвижных заслонок относительно поршня. При этом каждому положению поршня в демпфере ставят в соответствие положение первой (второй) заслонки относительно поршня. А каждому такому положению ставят в соответствие величину перекрытия первой (второй) заслонкой подводящего канала клапана сжатия (растяжения) и, соответственно, величину проходного сечения подводящего канала клапана сжатия (растяжения).

Осуществление шестого основного варианта исполнения предлагаемого способа аналогично осуществлению четвертого основного варианта исполнения и имеет по сравнению с ним следующие дополнения. Отверстия, образующие подводящие каналы клапанов сжатия и растяжения, выполняют в форме прямоугольников. Подвижные заслонки снабжают выступами, которые проходят сквозь отверстия подводящих каналов на противоположную сторону поршня и вместе с поверхностью поршня, ограничивающей отверстия подводящего канала, образуют седла клапанов сжатия и растяжения. При перемещении первой (второй) заслонки относительно поршня изменяют не только проходное сечение подводящего канала клапана сжатия (растяжения) но и площадь, ограниченную седлом этого клапана. Таким образом, каждому положению первой (второй) подвижной заслонки относительно поршня ставят в соответствие силу, с которой избыточное давление рабочей жидкости действует на тарелку клапана сжатия (растяжения), и, соответственно, величину сечения щели этого клапана при постоянном избыточном давлении.

Для осуществления четвертого и шестого основных вариантов исполнения предлагаемого способа может быть использовано устройство, которое изображено на фиг.8. Это устройство представляет собой гидравлический демпфер. Устройство имеет цилиндрический корпус 1, который одновременно является и рабочим цилиндром демпфера, камеры сжатия 2 и растяжения 3, которые образованы в результате разделения полости демпфера

поршнем. Поршень закреплен на конце штока 4 и состоит из основного элемента 5, подвижной заслонки 33 и подвижной заслонки 35. Подвижные заслонки 33 и 35 расположены в выемках основного элемента поршня 5 и имеют возможность перемещения вдоль этих выемок. В теле элемента 5 выполнено отверстие 7, которое образует подводящий канал клапана сжатия, и отверстие 9, которое образует подводящий канал клапана растяжения. Клапан сжатия включает в себя тарелку 11, которая перекрывает отверстие 7, упругий элемент 12 и опору упругого элемента 13. Клапан растяжения включает в себя тарелку 14, которая перекрывает отверстие 9, упругий элемент 15 и опору упругого элемента 16. В хвостовиках элемента поршня 5 выполнены продольные пазы, которые предотвращают поворот тарелок 11 и 14 относительно элемента 5. Детали клапанов и поршень закреплены на штоке 4 стопорным кольцом 17. На внутренней поверхности корпуса 1 на участке, совпадающем с ходом поршня, выполнены прямолинейная продольная направляющая 21, которая взаимодействует с заслонкой 33, и прямолинейная направляющая 36, которая взаимодействует с заслонкой 35. Для обеспечения постоянного контакта с направляющими 21 и 36 заслонки 33 и 35 поджаты к ним упругими элементами 34 и 37. Направляющие 21 и 36 имеют переменный поперечный профиль. В каждой точке хода поршня поперечный профиль направляющей 21 задает положение заслонки 33 относительно элемента поршня 5. В каждой точке хода поршня поперечный профиль направляющей 36 задает положение заслонки 35 относительно элемента поршня 5. На среднем участке хода поршня, который в данном устройстве соответствует максимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения), направляющие 21 и 36 имеют поперечный профиль максимальной глубины. Заслонка 33 имеет выступ, который проходит сквозь отверстие 7 и вместе с поверхностью элемента 5 образует седло клапана сжатия. Заслонка 35 имеет выступ, который проходит сквозь отверстие 9 и вместе с поверхностью элемента 5 образует седло клапана растяжения.

В положении статического равновесия, когда вес поддрессоренной массы транспортного средства уравновешен силой упругости упругого элемента подвески, поршень демпфера находится в середине участка своего хода. В этой точке участка хода поршня направляющие 21 и 36 имеют поперечный профиль максимальной глубины. При этом заслонки 33 и 35 полностью открывают отверстия 7 и 9. В этом положении проходные сечения подводящих каналов клапанов сжатия и растяжения, а также площади седел этих клапанов максимальны. В положении статического равновесия избыточное давление рабочей жидкости в полостях демпфера отсутствует и клапаны сжатия и растяжения закрыты. При сжатии (растяжении) подвески транспортного средства происходит поступательное (возвратное) движение поршня в корпусе 1, и в камере сжатия 2 (растяжения 3) образуется избыточное давление рабочей жидкости, которое действует на тарелку 11 (тарелку 14)

клапана сжатия (растяжения) и вызывает перемещение этой тарелки и упругую деформацию упругого элемента 12 (упругого элемента 15). Возникающая при этом сила упругости упругого элемента компенсирует силу, с которой избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14). В результате этого происходит фиксация тарелки клапана в некотором положении, которое определяет величину сечения щели этого клапана, соответствующую текущей величине избыточного давления. Кроме того, когда поршень перемещается вдоль корпуса 1, происходит перемещение заслонок 33 и 35 относительно элемента поршня 5 вследствие взаимодействия заслонок с направляющими 21 и 36. В каждой точке участка хода поршня положение заслонки 33 определяется поперечным профилем направляющей 21, а положение заслонки 35 определяется поперечным профилем направляющей 36. Вследствие перемещения заслонки 33 (заслонка 35) перекрывает своим телом отверстие 7 (отверстие 9) и происходит изменение проходного сечения подводящего канала клапана сжатия (растяжения). Кроме того, за счет перемещения выступа заслонки изменяется площадь седла этого клапана. Изменение площади седла клапана сжатия приводит к изменению силы, с которой избыточное давление в камере сжатия 2 действует на тарелку 11, что в свою очередь приводит к изменению высоты щели клапана сжатия и, соответственно, к изменению сечения этой щели. Изменение площади седла клапана растяжения приводит к изменению силы, с которой избыточное давление в камере растяжения 3 действует на тарелку 14, что в свою очередь приводит к изменению высоты щели клапана растяжения и, соответственно, к изменению сечения этой щели.

Седьмой основной вариант исполнения предлагаемого способа может быть осуществлен следующим образом. В состав демпфера включают конструктивный элемент, который управляет линейным перемещением опор упругих элементов клапанов сжатия и растяжения вдоль продольной оси рабочего цилиндра относительно седел этих клапанов. Во время поступательного (возвратного) движения поршня в рабочем цилиндре демпфера изменяют величину сечения щели клапана сжатия (растяжения) в прямой зависимости от величины избыточного давления рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения). Для этого силу, с которой избыточное давление действует на тарелку клапана сжатия (растяжения), уравновешивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана. Кроме того, с помощью конструктивного элемента, который управляет перемещением опор упругих элементов клапанов, преобразуют движение поршня в линейное перемещение этих опор относительно седел соответствующих клапанов. Каждому положению поршня в рабочем цилиндре демпфера ставят в соответствие линейное положение опор упругого элемента клапана сжатия (растяжения) относительно седла этого клапана, а каждому такому положению опор ставят в соответствие величину упругой деформации упругого элемента этого клапана

и силу упругости, которую он создает. Таким образом, каждому положению опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) ставят в соответствие величину сечения щели этого клапана, соответствующую постоянному избыточному давлению в камере сжатия (растяжения).

Для осуществления седьмого основного варианта исполнения предлагаемого способа может быть использовано устройство, изображенное на фиг. 9. Это устройство представляет собой гидравлический демпфер. Устройство имеет цилиндрический корпус 1, который одновременно является и рабочим цилиндром демпфера, камеры сжатия 2 и растяжения 3, которые образованы в результате разделения полости демпфера поршнем. Поршень закреплен на конце штока 4 и состоит из основного элемента, который имеет цилиндрические хвостовики. В теле элемента 5 выполнены отверстия 7 и 8, которые образуют подводящий канал клапана сжатия, и отверстия 9 и 10, которые образуют подводящий канал клапана растяжения. Клапан сжатия включает в себя тарелку 11, которая перекрывает отверстия 7 и 8, упругий элемент 12 и опору упругого элемента 13. Клапан растяжения включает в себя тарелку 14, которая перекрывает отверстия 9 и 10, упругий элемент 15 и опору упругого элемента 16. Детали клапанов и элемент 5 закреплены на штоке 4 стопорным кольцом 17. На участке внутренней поверхности корпуса 1, совпадающем с ходом поршня, выполнены три продольные направляющие. Направляющая 21 выполнена прямолинейной и через боковой выступ 22 элемента 5 взаимодействует с элементом 5. Направляющая 23 выполнена винтообразной и через штифт 38, который установлен в опоре 13, взаимодействует с опорой 13. Направляющая 31 выполнена винтообразной и через штифт 39, который установлен в опоре 16, взаимодействует с опорой 16. Развертка внутренней поверхности рабочего цилиндра 1 аналогична развертке, изображенной на фиг. 6. В каждой точке хода поршня центральный угол между направляющей 23 и направляющей 21 задает угол поворота опоры 13 относительно элемента 5, а центральный угол между направляющей 31 и направляющей 21 задает угол поворота опоры 16 относительно элемента 5. На среднем участке хода поршня, который в данном устройстве соответствует максимальным сечениям щелей клапанов сжатия и растяжения при постоянной величине избыточного давления рабочей жидкости, центральные углы между направляющими 23 и 21 и между направляющими 31 и 21 равны 90°. На внешней поверхности каждого хвостовика элемента 5 выполнена винтообразная направляющая. С направляющей 40 через боковой выступ 41 взаимодействует опора 13. С направляющей 42 через боковой выступ 43 взаимодействует опора 16. Для каждого угла поворота опоры 13 относительно элемента 5 направляющая 40 задает линейное положение опоры 13 относительно седла клапана сжатия. Для каждого угла поворота опоры 16 относительно элемента 5 направляющая 42 задает линейное положение опоры 16 относительно седла клапана растяжения. Для предотвращения

заклинивания в направляющей 23 штифт 38 имеет возможность продольного перемещения в опоре 13 на величину, равную продольному размеру направляющей 40. Для предотвращения заклинивания в направляющей 31 штифт 39 имеет возможность продольного перемещения в опоре 16 на величину, равную продольному размеру направляющей 42.

В положении статического равновесия, когда вес подрессоренной массы транспортного средства уравновешен силой упругости упругого элемента подвески, поршень демпфера находится в середине участка своего хода. В этой точке участка хода поршня центральные углы между направляющей 21 и направляющей 23 и между направляющей 31 и направляющей 21 равны 90°. В этом положении опоры 13 и 16 максимально удалены от седел клапанов сжатия и растяжения. В положении статического равновесия избыточное давление рабочей жидкости в полостях демпфера отсутствует, и клапаны сжатия и растяжения закрыты. При сжатии (растяжении) подвески транспортного средства происходит поступательное (возвратное) движение поршня в корпусе 1, и в камере сжатия 2 (растяжения 3) образуется избыточное давление рабочей жидкости, которое действует на тарелку 11 (тарелку 14) клапана сжатия (растяжения) и вызывает перемещение этой тарелки и упругую деформацию упругого элемента 12 (упругого элемента 15). Возникающая при этом сила упругости упругого элемента компенсирует силу, с которой избыточное давление действует на тарелку 11 (тарелку 14). В результате этого происходит фиксация тарелки клапана в некотором положении, которое определяет величину щели этого клапана, соответствующую текущей величине избыточного давления. Кроме того, когда поршень перемещается вдоль корпуса 1, происходит поворот опоры 13 относительно элемента 5 и поворот опоры 16 относительно элемента 5 вследствие взаимодействия опор с направляющими 23 и 31. Угол поворота опоры 13 в каждой точке участка хода поршня определяется центральным углом между направляющей 23 и направляющей 21. Угол поворота опоры 16 в каждой точке участка хода поршня определяется центральным углом между направляющей 31 и направляющей 21. В процессе поворота относительно поршня опора 13 перемещается вдоль винтообразной направляющей 40 и изменяет свое положение относительно седла клапана сжатия. При этом происходит изменение упругой деформации упругого элемента 12 и изменение создаваемой им силы упругости. В результате изменения силы упругости изменяется положение тарелки 11 и сечение щели клапана сжатия, соответствующие постоянно избыточному давлению в камере сжатия 2. В процессе поворота относительно поршня опора 16 перемещается вдоль винтообразной направляющей 42 и изменяет свое положение относительно седла клапана растяжения. При этом происходит изменение упругой деформации упругого элемента 15 и изменение создаваемой им силы упругости. В результате изменения силы упругости изменяется положение тарелки 14 и сечение

щели клапана растяжения, соответствующие постоянно избыточному давлению в камере растяжения 3.

Сведения, подтверждающие возможность получения при осуществлении предлагаемого способа заявленных технических результатов, представлены на фиг. 13-36 в виде временных диаграмм колебаний подрессоренной массы транспортного средства и временных диаграмм силы, действующей на подрессоренную массу во время ее вынужденных колебаний, которые вызваны внешними возмущениями различной амплитуды и частоты следования. Каждая фигура содержит три диаграммы и позволяет сравнить колебания подрессоренной массы или силы, действующей на нее, для случаев применения в подвеске транспортного средства:

а) демпфера, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления;

б) демпфера, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет жесткую характеристику сопротивления;

в) демпфера, в котором используется предлагаемый способ регулирования силы сопротивления.

Представленные временные диаграммы получены путем математического моделирования процесса вынужденных колебаний подрессоренной массы, приведенной к одному колесу транспортного средства. Используемая математическая модель учитывает влияние оказываемое демпфером, упругим элементом подвески, буфером сжатия, буфером растяжения, упругостью и демпфированием шины, изменением неподрессоренной массы в процессе сжатия (растяжения) подвески.

Для более полной оценки степени влияния сравниваемых демпферов на колебательный процесс на фиг. 11 изображены характеристики сопротивления сравниваемых демпферов, в которых используется известный способ регулирования силы сопротивления, а на фиг. 12 изображено демпфирование, которое обеспечивают эти демпферы в моделируемой колебательной системе.

Формула изобретения:

1. Способ регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, полость которого разделена по меньшей мере на две камеры, объем одной из которых, камеры сжатия (растяжения), уменьшается, а объем другой, камеры растяжения (сжатия), увеличивается при поступательном (возвратном) движении разделяющего их поршня в рабочем цилиндре демпфера, при этом под действием образующегося в камере сжатия (растяжения) избыточного по отношению к другим полостям демпфера давления рабочая жидкость перетекает через канал сжатия (растяжения), который во время поступательного (возвратного) движения поршня связывает камеру сжатия (растяжения) с другими полостями демпфера, действие избыточного давления рабочей жидкости на детали демпфера создает силу сопротивления демпфера, на совершение работы по преодолению которой расходуется

механическая энергия, затрачиваемая на перемещение поршня, при котором для регулирования силы сопротивления демпфера изменяют проходное сечение канала сжатия (растяжения) в зависимости от величины избыточного давления, для чего силу, с которой избыточное давление действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана, уравнивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана, отличающийся тем, что обеспечивают управляемое перемещение по меньшей мере одной детали демпфера, положение которой относительно другой детали демпфера влияет на величину проходного сечения канала сжатия (растяжения), поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в изменение положения этих деталей относительно друг друга, при этом каждому положению поршня в рабочем цилиндре демпфера ставят в соответствие положение этих деталей относительно друг друга, а каждому такому положению деталей ставят в соответствие величину проходного сечения канала сжатия (растяжения), соответствующую постоянной величине избыточного давления.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в поворот детали демпфера, перекрывающей постоянный дроссель, относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие постоянного дросселя, каждому углу поворота этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия постоянного дросселя подвижной деталью.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение детали демпфера, перекрывающей постоянный дроссель, относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие постоянного дросселя, каждому положению этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия постоянного дросселя подвижной деталью.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в поворот детали демпфера, перекрывающей подводный канал клапана сжатия (растяжения), относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие этого подводного канала, каждому углу поворота этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия подводного канала подвижной деталью.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение детали демпфера, перекрывающей подводный канал клапана сжатия (растяжения), относительно детали демпфера, в которой выполнено отверстие этого подводного канала, каждому положению этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину перекрытия отверстия подводного канала подвижной деталью.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что

поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в поворот детали демпфера относительно другой детали демпфера, которая вместе с первой деталью образует седло клапана сжатия (растяжения), каждому углу поворота этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину площади, ограниченной седлом клапана сжатия (растяжения), и силу, с которой избыточное давление рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения) действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана.

7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение детали демпфера относительно другой детали демпфера, которая вместе с первой деталью образует седло клапана сжатия (растяжения), каждому положению этих деталей относительно друг друга ставят в соответствие величину площади, ограниченной седлом клапана сжатия (растяжения), и силу, с которой избыточное давление рабочей жидкости в камере сжатия (растяжения) действует на подвижный элемент клапана сжатия (растяжения), текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что поступательное (возвратное) движение поршня преобразуют в линейное перемещение опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) относительно седла этого клапана, каждому положению опоры относительно седла ставят в соответствие величину упругой деформации упругого элемента клапана сжатия (растяжения) и силу упругости, с которой упругий элемент действует на подвижный элемент клапана, текущее положение которого определяет текущий линейный размер щели этого клапана.

9. Устройство для регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, которое представляет собой гидравлический демпфер и имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем, который закреплен на штоке и состоит по меньшей мере из двух элементов, канал сжатия (растяжения), через который при поступательном (возвратном) движении поршня в рабочем цилиндре демпфера происходит переток рабочей жидкости из камеры сжатия (растяжения) в камеру растяжения (сжатия) и который включает в себя по меньшей мере клапан сжатия (растяжения), который имеет выполненный в теле поршня подводный канал, тарелку, перекрывающую со стороны камеры растяжения (сжатия) выходное отверстие подводного канала, и упругий элемент, действие силы упругости которого на тарелку направлено в сторону поршня, отличающееся тем, что по меньшей мере два элемента поршня имеют возможность раздельного поворота вокруг продольной оси рабочего цилиндра демпфера, имеет соосный со штоком демпфера цилиндрический конструктивный элемент, на участке

поверхности которого, совпадающем с ходом поршня, выполнены по меньшей мере две продольные направляющие, по меньшей мере одна из которых выполнена винтообразной, в каждой точке хода поршня центральный угол между направляющими задает угол поворота первого элемента поршня относительно второго элемента, на боковой поверхности как первого, так и второго элементов поршня, обращенной к цилиндрическому конструктивному элементу, расположен по меньшей мере один конструктивный элемент, через который первый элемент поршня взаимодействует с одной из направляющих цилиндрического конструктивного элемента, а второй элемент поршня взаимодействует с другой направляющей цилиндрического конструктивного элемента, по меньшей мере два отверстия, образующие сквозной канал в теле поршня, одно из которых выполнено в первом элементе поршня, а другое выполнено во втором элементе поршня, в положении поршня, соответствующем минимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения), проходное сечение канала, образованного этими отверстиями, по большей мере меньше проходного сечения этого же канала в положении поршня, соответствующем максимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения).

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что направляющие, с которыми взаимодействуют элементы поршня, выполнены на внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера.

11. Устройство по п. 9, отличающееся тем, что шток демпфера выполнен полым, направляющие, с которыми взаимодействуют элементы поршня, выполнены на внешней поверхности штока, который закреплен на дне камеры сжатия и который при поступательном движении поршня вдвигается в полость штока.

12. Устройство по п.10 или 11, отличающееся тем, что поршень демпфера имеет третий элемент, который аналогичен первым двум элементам и расположен со стороны камеры сжатия или камеры растяжения, на поверхности цилиндрического конструктивного элемента выполнена дополнительная продольная направляющая, аналогичная другим направляющим, с дополнительной направляющей взаимодействует третий элемент поршня, в каждой точке хода поршня центральный угол между этой направляющей и направляющей, взаимодействующей с элементом поршня, расположенным в середине поршня, задает угол поворота этих элементов поршня относительно друг друга, подводный канал клапана сжатия (растяжения) образован по меньшей мере тремя отверстиями, каждое из которых выполнено в одном из трех элементов поршня, эти отверстия имеют форму сектора кольца с центром на продольной оси рабочего цилиндра демпфера и имеют одинаковые внешние и внутренние радиусы, радиальная сторона отверстия подводного канала клапана сжатия (растяжения) выполненного в элементе поршня, расположенном в середине

поршня, которая во время уменьшения проходного сечения этого подводного канала сближается с радиальной стороной выходного отверстия этого же подводного канала, ограничена выступом элемента поршня, который имеет форму сектора кольца с центром на продольной оси рабочего цилиндра демпфера и выступает сквозь выходное отверстие подводного канала клапана сжатия (растяжения), этот выступ вместе с поверхностью элемента поршня, которая ограничивает выходное отверстие со стороны камеры растяжения (сжатия), образует седло клапана сжатия (растяжения), в каждой точке хода поршня проходное сечение, образованное входным отверстием подводного канала клапана сжатия (растяжения) и отверстием этого же подводного канала, которое выполнено в элементе поршня, расположенном в середине поршня, по меньшей мере равно проходному сечению, образованному последним отверстием и выходным отверстием подводного канала клапана сжатия (растяжения).

13. Устройство для регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, которое представляет собой гидравлический демпфер и имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем, который закреплен на штоке, канал сжатия (растяжения), через который во время поступательного (возвратного) движения поршня в рабочем цилиндре демпфера происходит переток рабочей жидкости из камеры сжатия (растяжения) в камеру растяжения (сжатия), состоящий по меньшей мере из клапана сжатия (растяжения), в составе которого есть тарелка, перекрывающая со стороны камеры растяжения (сжатия) выходное отверстие подводного канала этого клапана, упругий элемент, упругая деформация которого происходит вдоль продольной оси рабочего цилиндра демпфера, и опора упругого элемента, которая фиксирует положение противоположного поршню конца упругого элемента относительно седла клапана сжатия (растяжения), отличающееся тем, что поршень демпфера и опора упругого элемента клапана сжатия (растяжения) имеют возможность раздельного поворота вокруг продольной оси рабочего цилиндра демпфера, на внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера, на участке совпадающем с ходом поршня, выполнены по меньшей мере две продольные направляющие, по меньшей мере одна из которых выполнена винтообразной, в каждой точке хода поршня центральный угол между направляющими задает угол поворота опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) относительно поршня, на боковой поверхности поршня, обращенной к внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера, расположен конструктивный элемент, через который поршень взаимодействует с одной из направляющих, на боковой поверхности опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения), обращенной к внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера, расположен конструктивный элемент, через который эта опора взаимодействует с другой

направляющей, опора упругого элемента клапана сжатия (растяжения) имеет возможность перемещения вдоль цилиндрического хвостовика поршня, ось которого совпадает с продольной осью рабочего цилиндра демпфера и на внешней поверхности которого выполнена по меньшей мере одна продольная винтообразная направляющая, эта направляющая задает продольное положение опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) на цилиндрическом хвостовике поршня для каждого угла поворота этой опоры относительно поршня, на боковой поверхности опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения), обращенной к цилиндрическому хвостовику поршня, расположен конструктивный элемент, через который эта опора взаимодействует с направляющей, расположенной на хвостовике поршня, конструктивный элемент, через который опора упругого элемента клапана сжатия (растяжения) взаимодействует с направляющей, выполненной на рабочем цилиндре демпфера, имеет возможность перемещения вдоль этой опоры в направлении продольной оси рабочего цилиндра демпфера на величину, по меньшей мере равную максимальной величине перемещения этой опоры вдоль цилиндрического хвостовика поршня.

14. Устройство для регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, которое представляет собой гидравлический демпфер и имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем, который закреплен на штоке, канал сжатия (растяжения), через который при поступательном (возвратном) движении поршня в рабочем цилиндре демпфера происходит переток рабочей жидкости из камеры сжатия (растяжения) в камеру растяжения (сжатия) и который включает в себя по меньшей мере клапан сжатия (растяжения), который имеет выполненный в теле поршня подводный канал, тарелку, перекрывающую со стороны камеры растяжения (сжатия) выходное отверстие подводного канала, и упругий элемент, действие силы упругости которого на тарелку направлено в сторону поршня, отличающееся

тем, что по меньшей мере одно сквозное отверстие в поршне перекрыто подвижной заслонкой, имеет продольный конструктивный элемент, на участке поверхности которого, совпадающем с ходом поршня, выполнена по меньшей мере одна продольная направляющая, подвижная заслонка прижата к продольной направляющей упругим элементом, поперечный профиль продольной направляющей задает в каждой точке хода поршня положение подвижной заслонки относительно перекрываемого ею отверстия, в положении поршня, соответствующем минимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения), проходное сечение канала, образованного подвижной заслонкой и перекрываемым ею отверстием, по большей мере меньше проходного сечения этого же канала в положении поршня, соответствующем максимальному проходному сечению канала сжатия (растяжения) при полностью открытом клапане сжатия (растяжения).

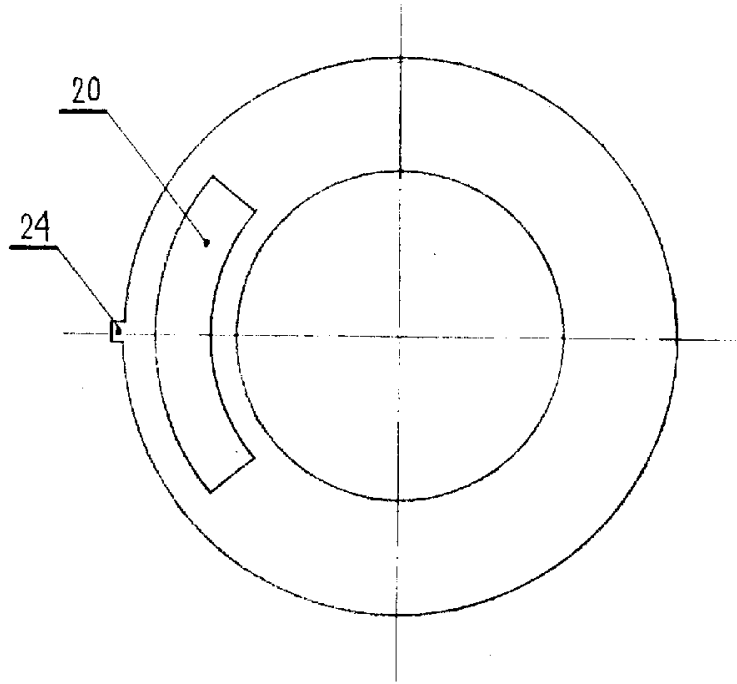
15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что направляющая, с которой взаимодействует подвижная заслонка, выполнена на внутренней поверхности рабочего цилиндра демпфера.

16. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что шток демпфера выполнен полым, направляющая, с которой взаимодействует подвижная заслонка, выполнена на внешней поверхности штока, который закреплен на дне камеры сжатия и который при поступательном движении поршня вдвигается в полость штока.

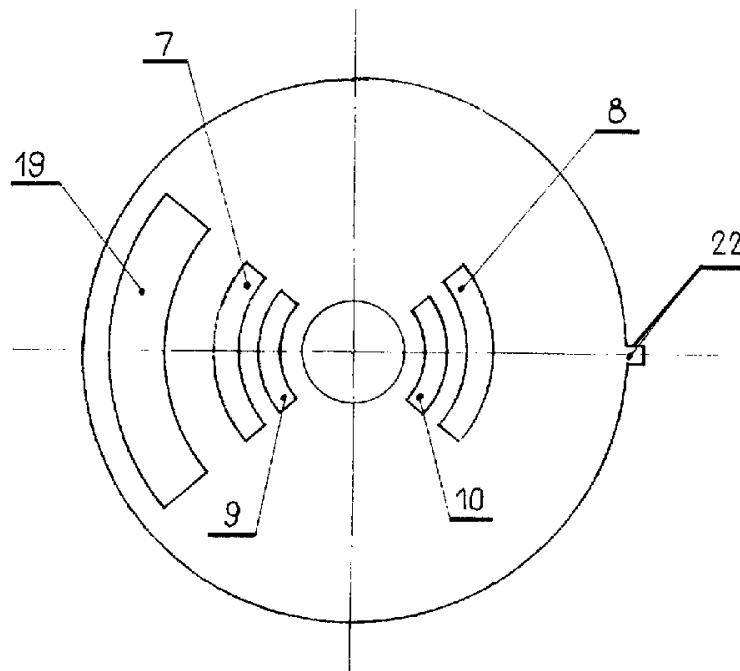
17. Устройство по п.15 или 16, отличающееся тем, что перекрываемое подвижной заслонкой отверстие образует подводный канал клапана сжатия (растяжения) и имеет неизменный размер, который перпендикулярен направлению движения подвижной заслонки, подвижная заслонка имеет перпендикулярный направлению ее движения выступ, который проходит сквозь перекрываемое ею отверстие и вместе с поверхностью поршня, которая ограничивает это отверстие со стороны камеры растяжения (сжатия), образует седло клапана сжатия (растяжения).

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

Деталь 6



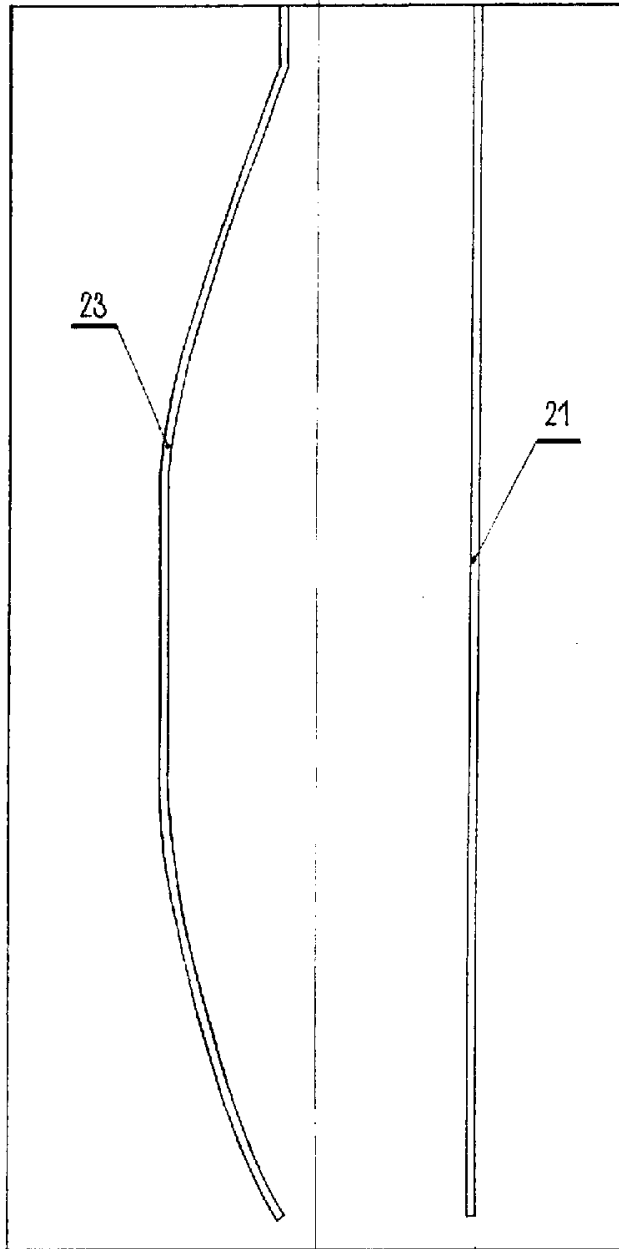
Деталь 5



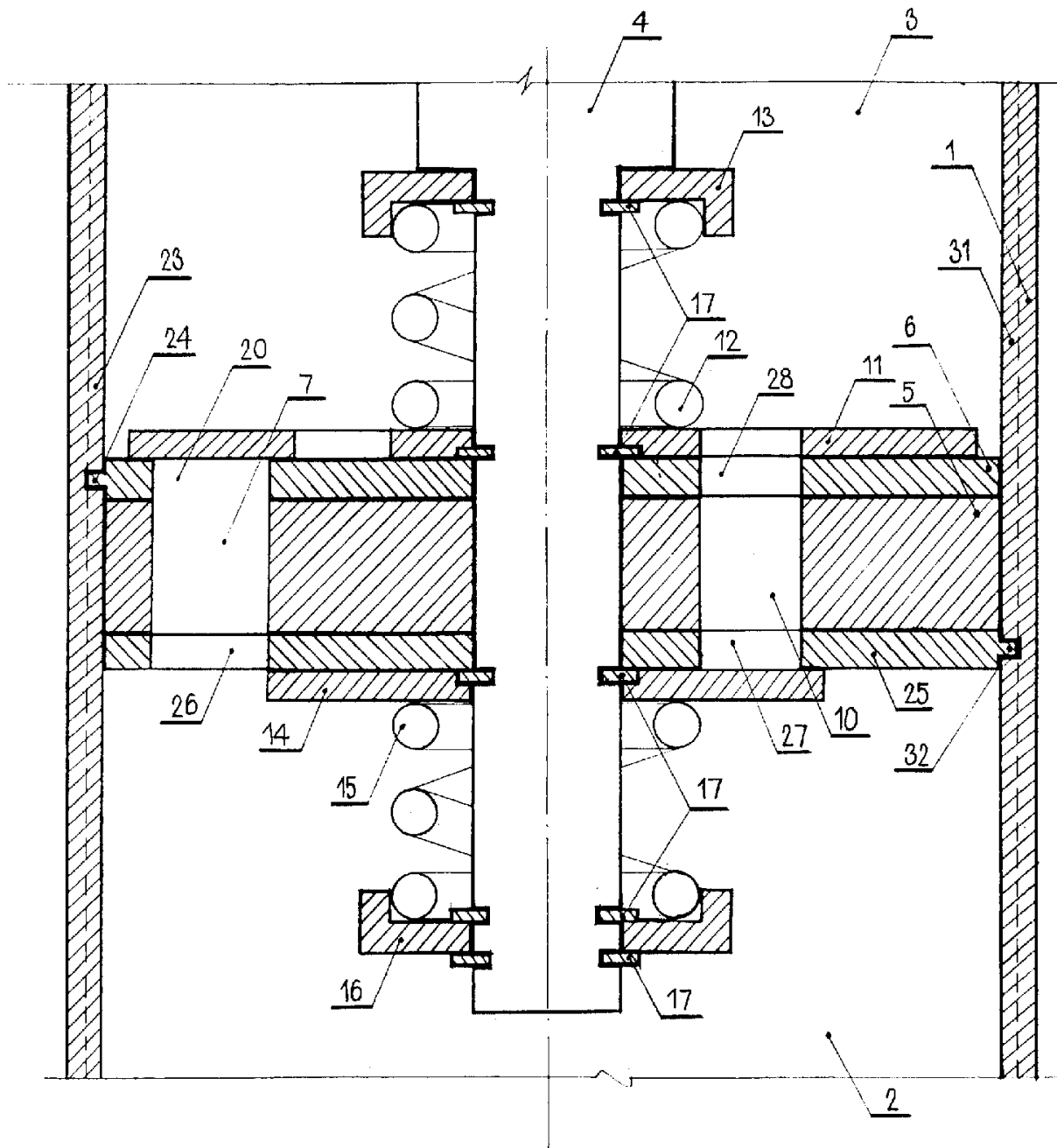
Фиг. 2.

RU 2127675 C1

RU 2127675 C1

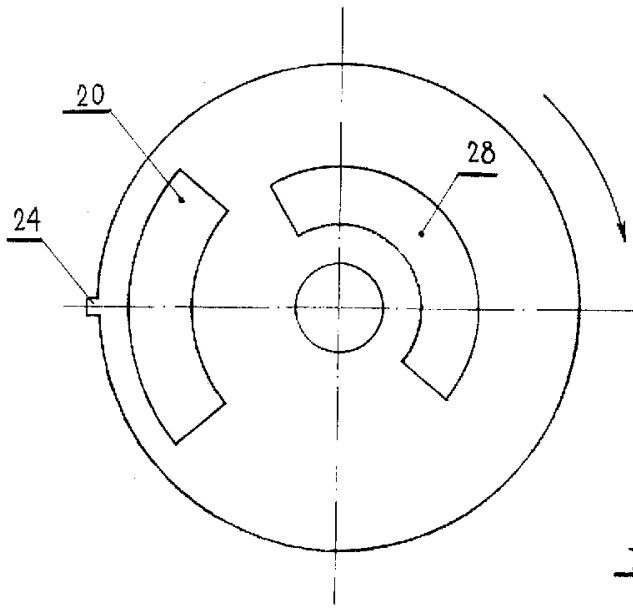


Фиг. 3.



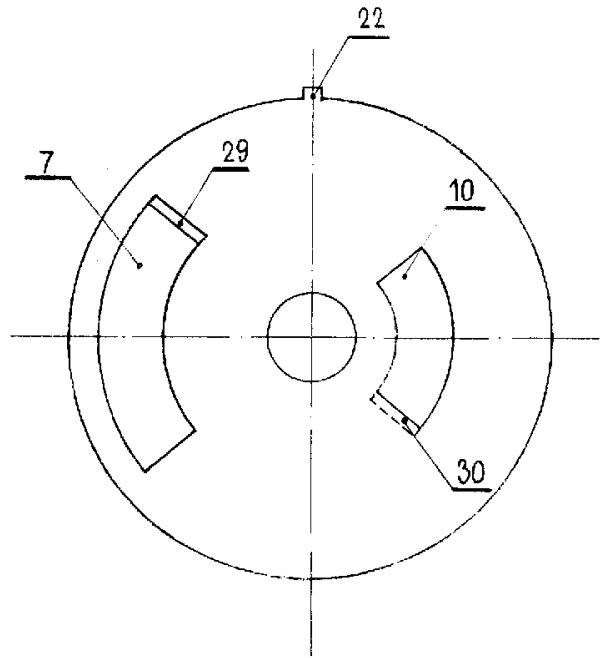
Фиг. 4.

Деталь 6

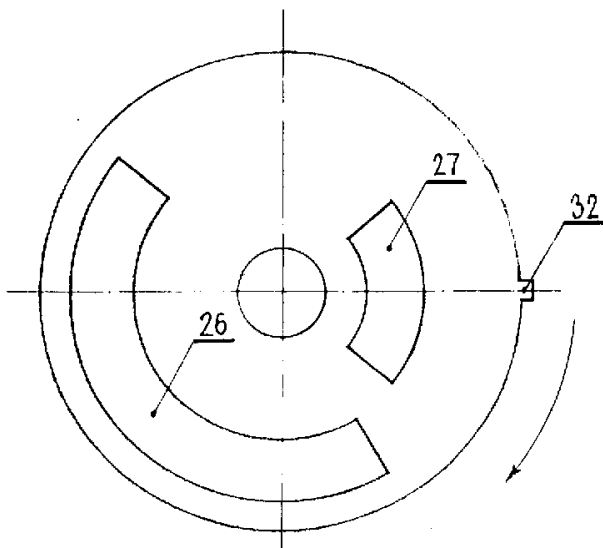


Направление поворота при
уменьшении проходного сечения
подводящего канала клапана
сжатия

Деталь 5



Деталь 25

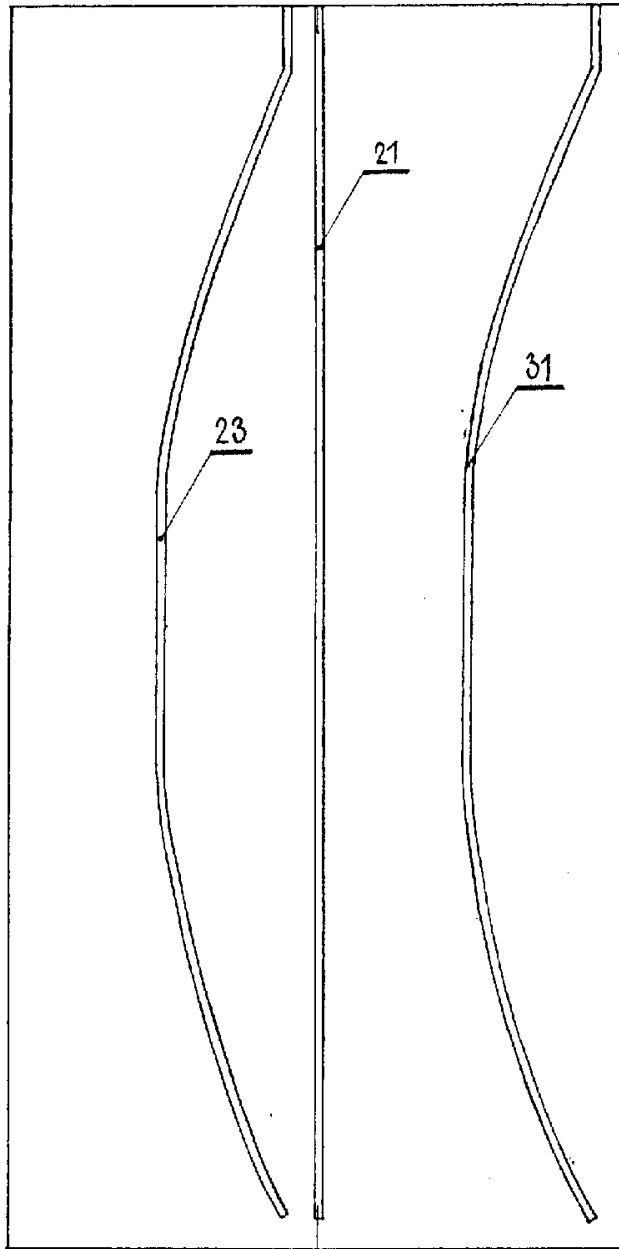


Направление поворота при
уменьшении проходного сечения
подводящего канала клапана
растяжения

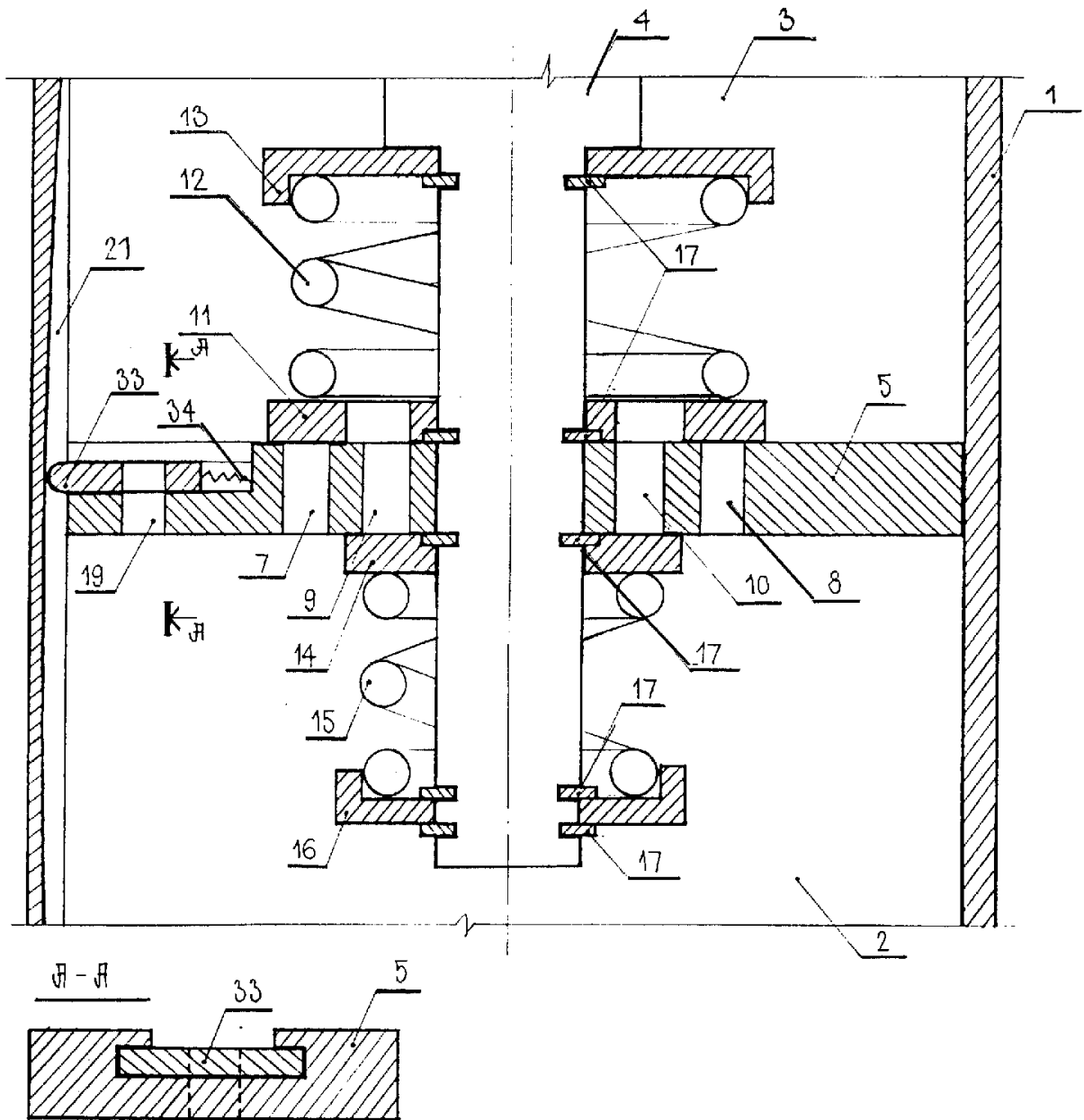
Фиг. 5.

RU 2127675 C1

RU 2127675 C1



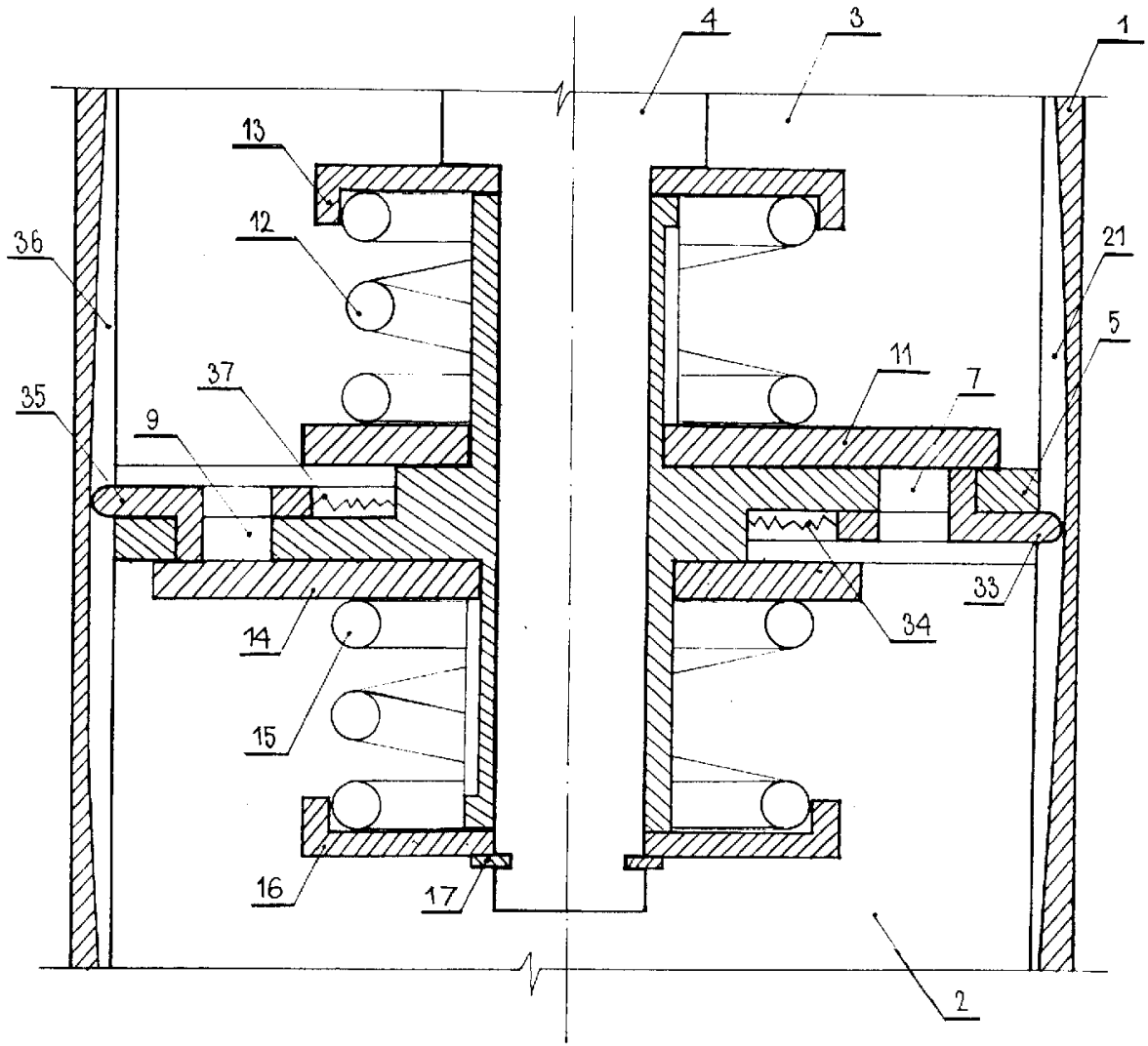
Фиг. 6.



Фиг. 7.

RU 2127675 C1

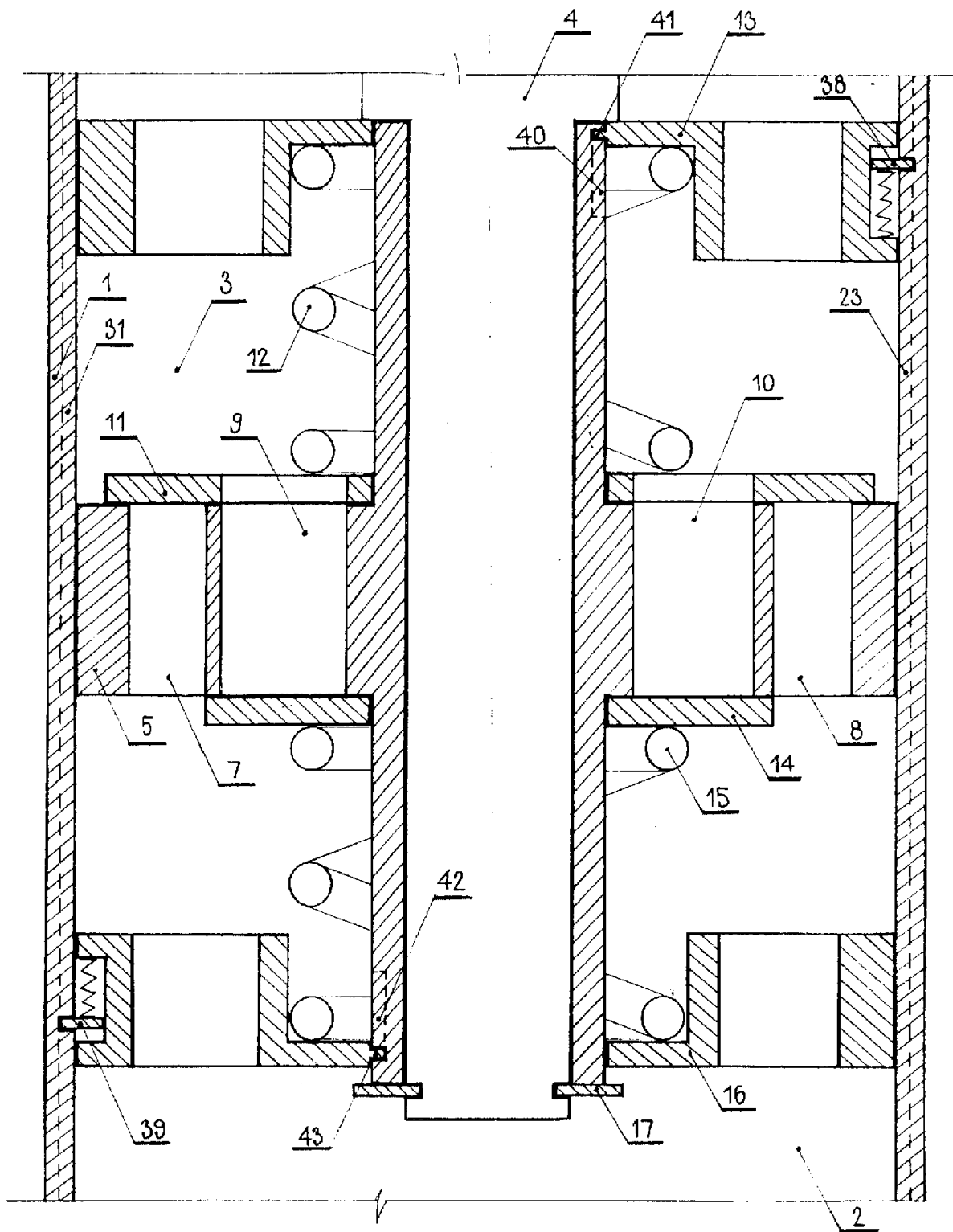
RU 2127675 C1



ФИГ. 8.

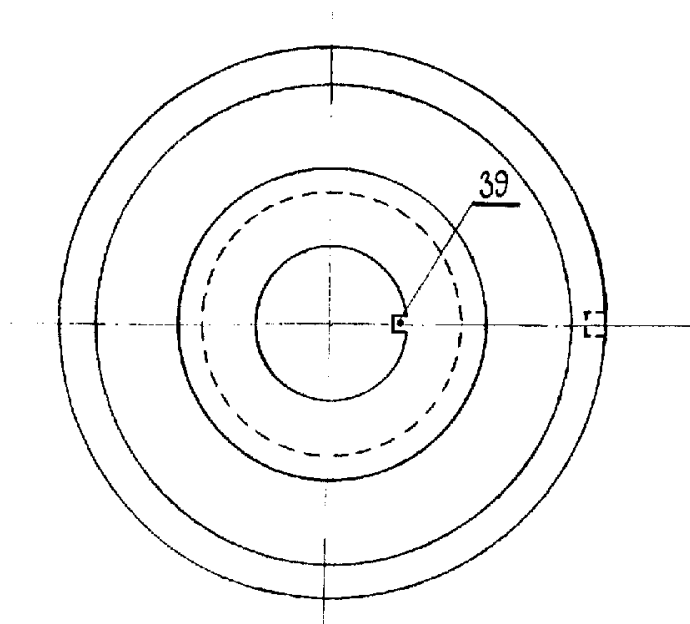
RU 2127675 C1

RU 2127675 C1

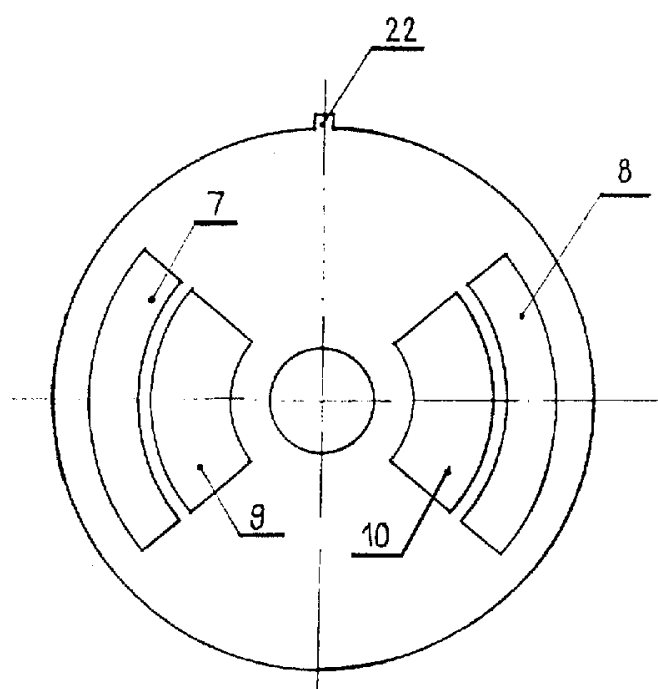


Фиг. 9.

Деталь 13



Деталь 5

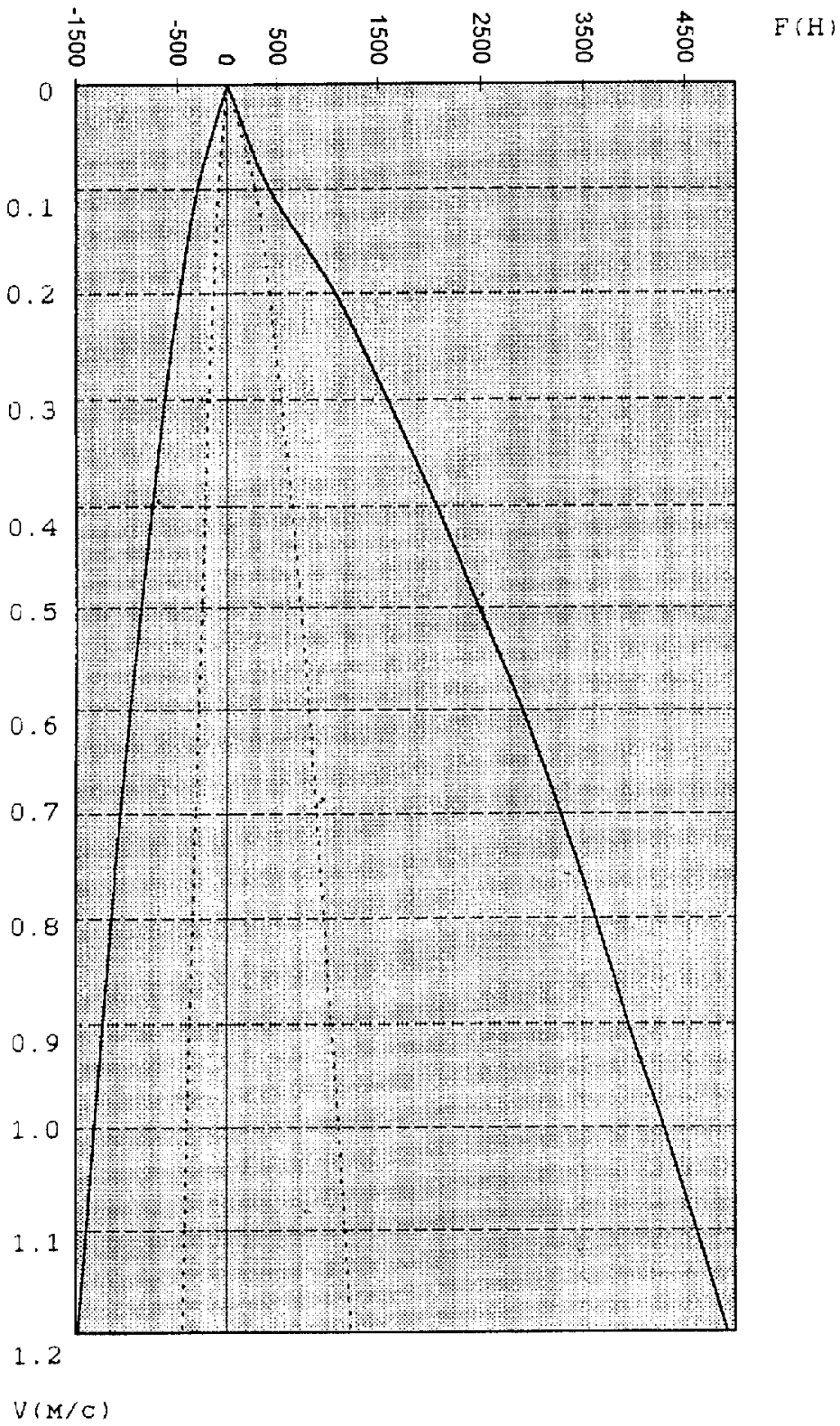


Фиг. 10.

RU 2127675 C1

RU 2127675 C1

RU 2127675 C1

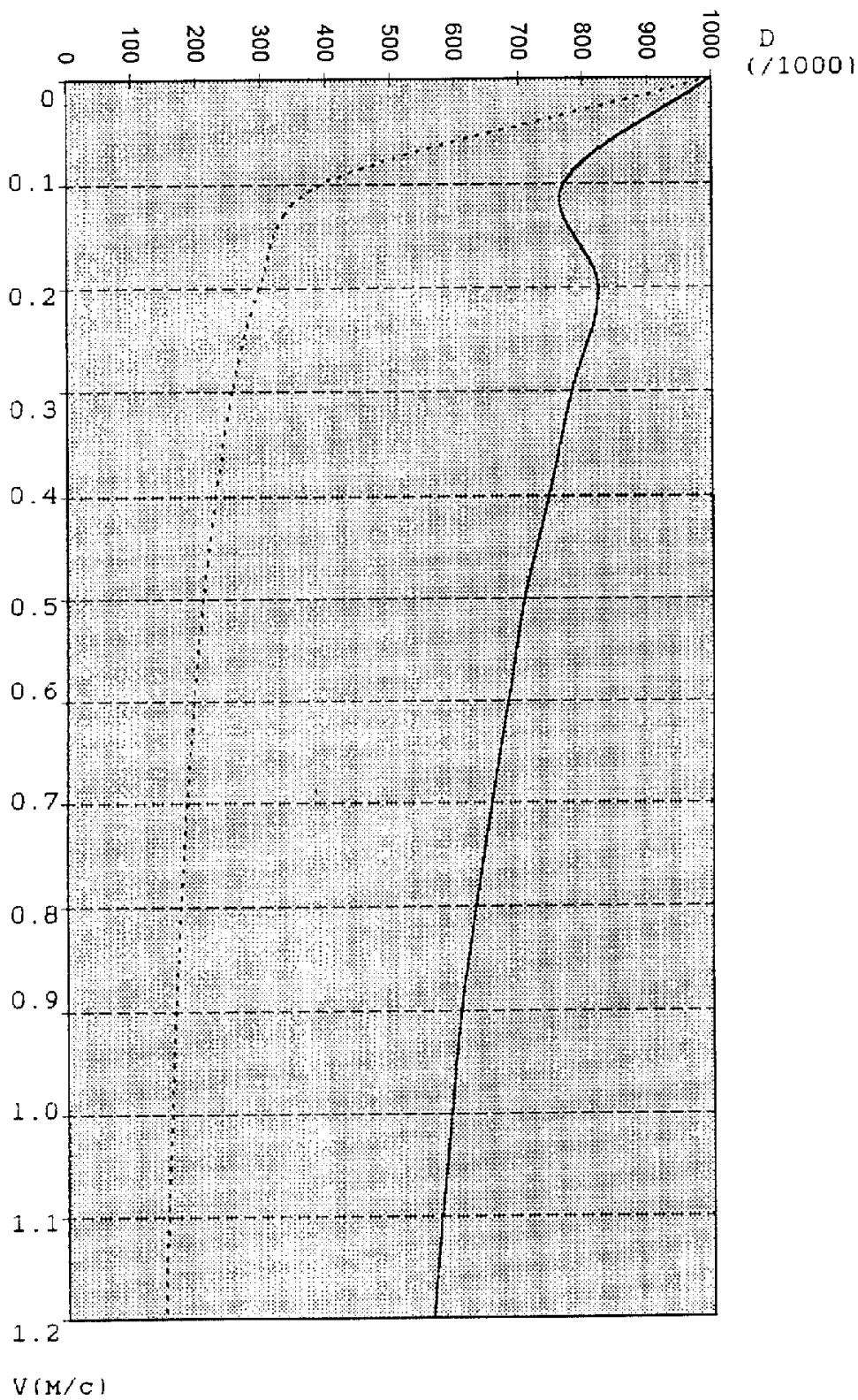


Фиг. 11.

RU 2127675 C1

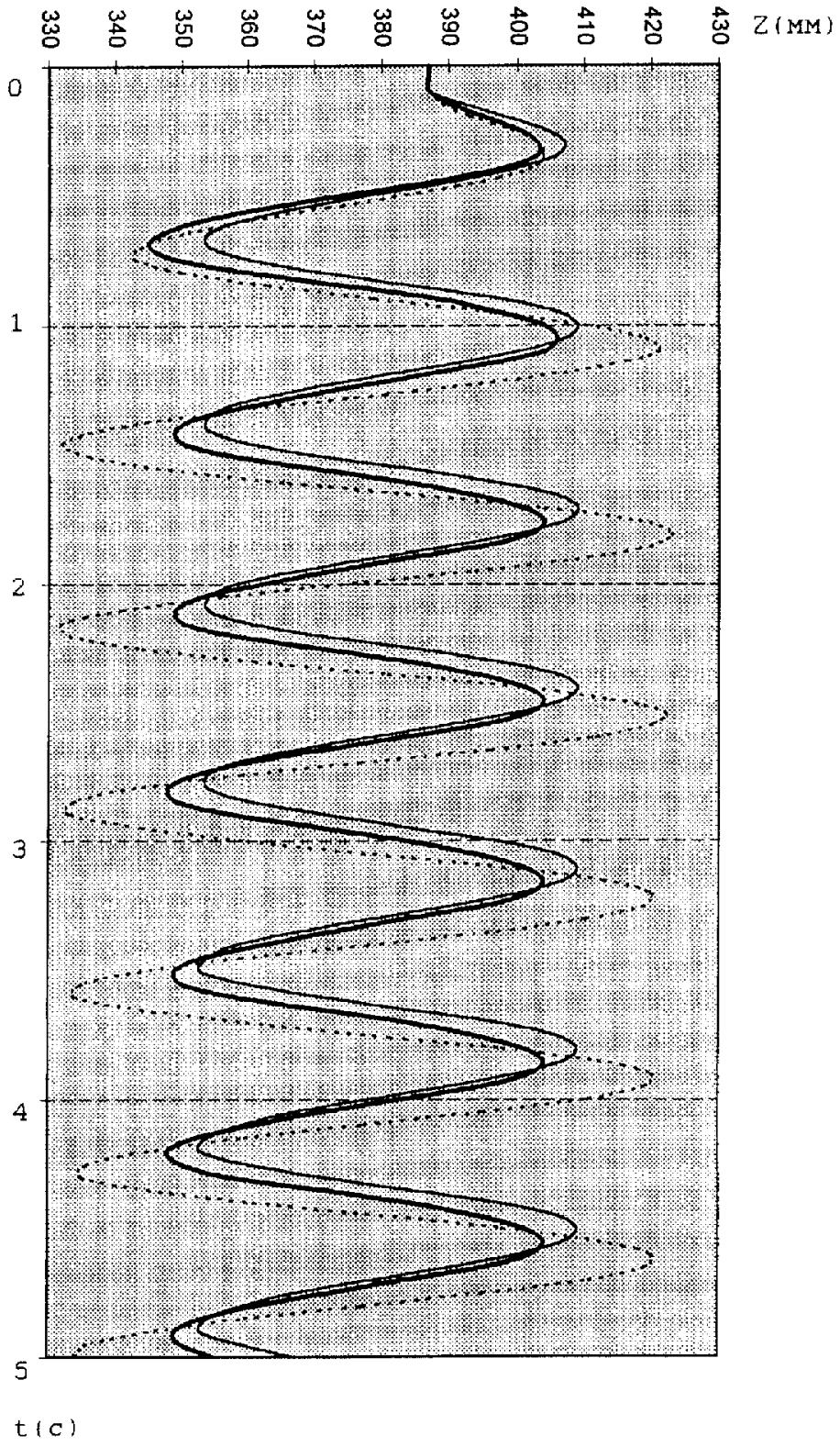
RU 2127675 C1

RU 227675 C1



Фиг. 12.

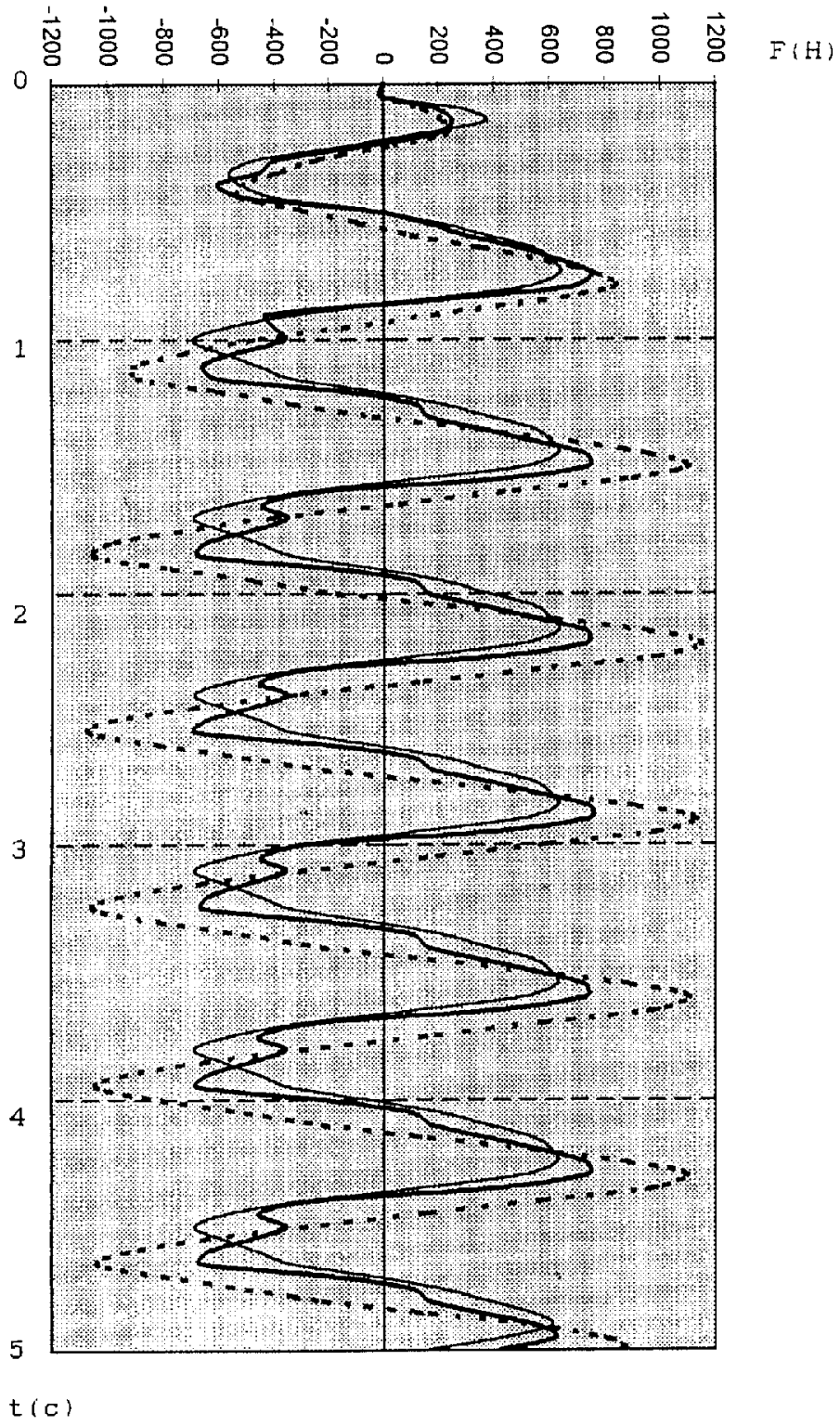
1 0 5 7 9 7 2 1 2 RU



Фиг. 13.

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

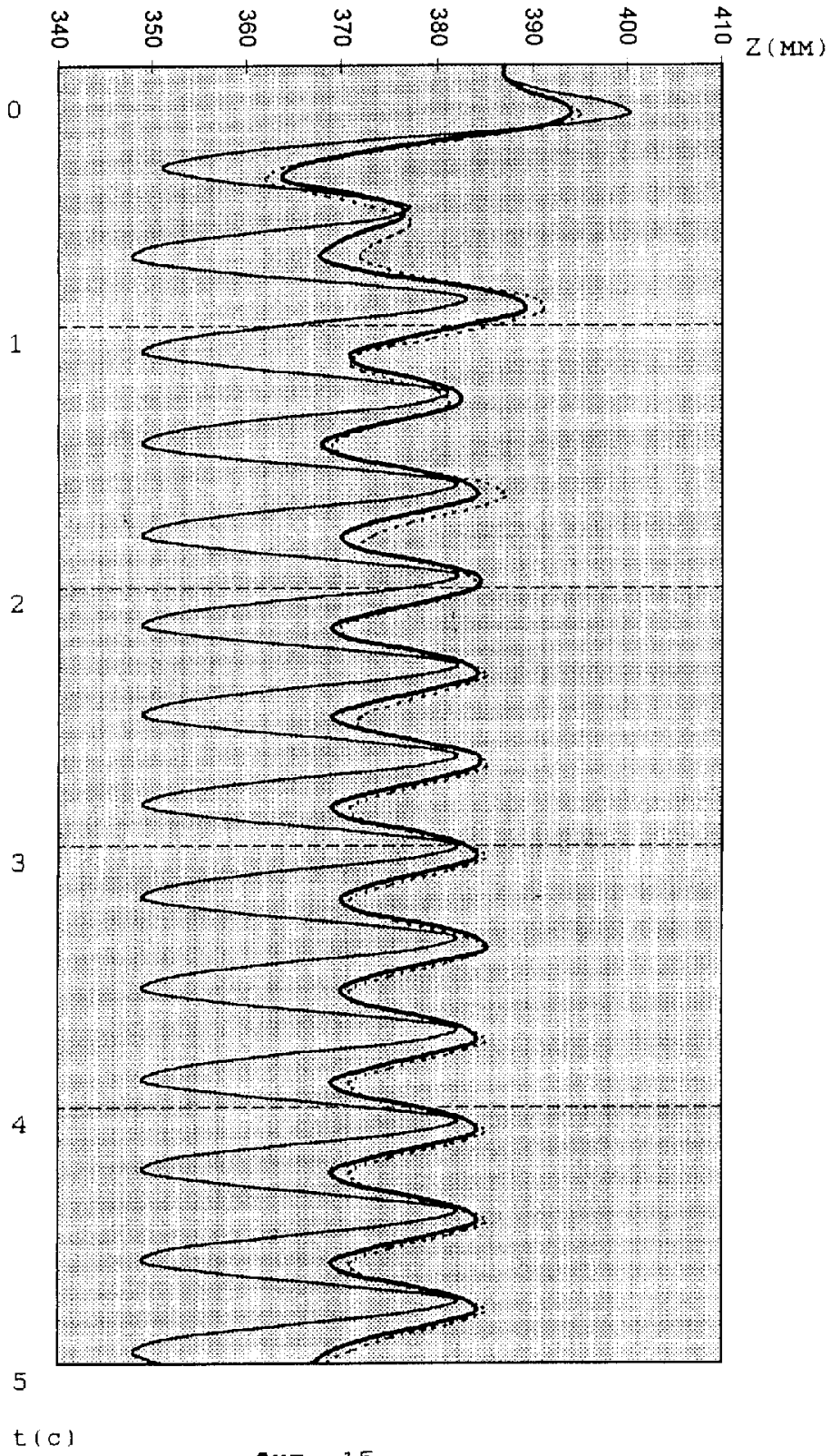
1 0 5 7 2 6 7 5 C 1
R U ? 2 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 14.

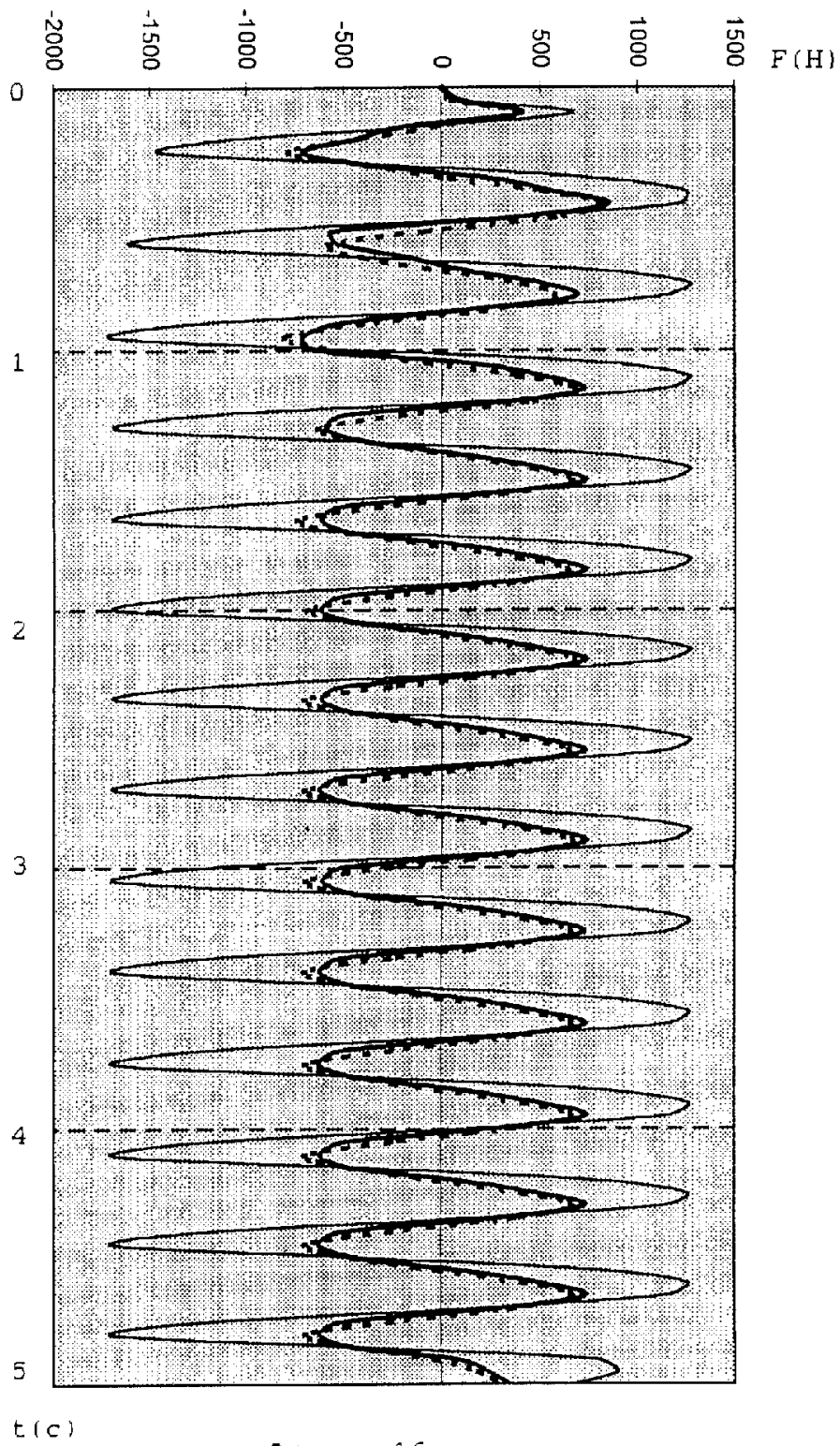
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

RU 227675 C1



Фиг. 15.

RU 2127675 C1

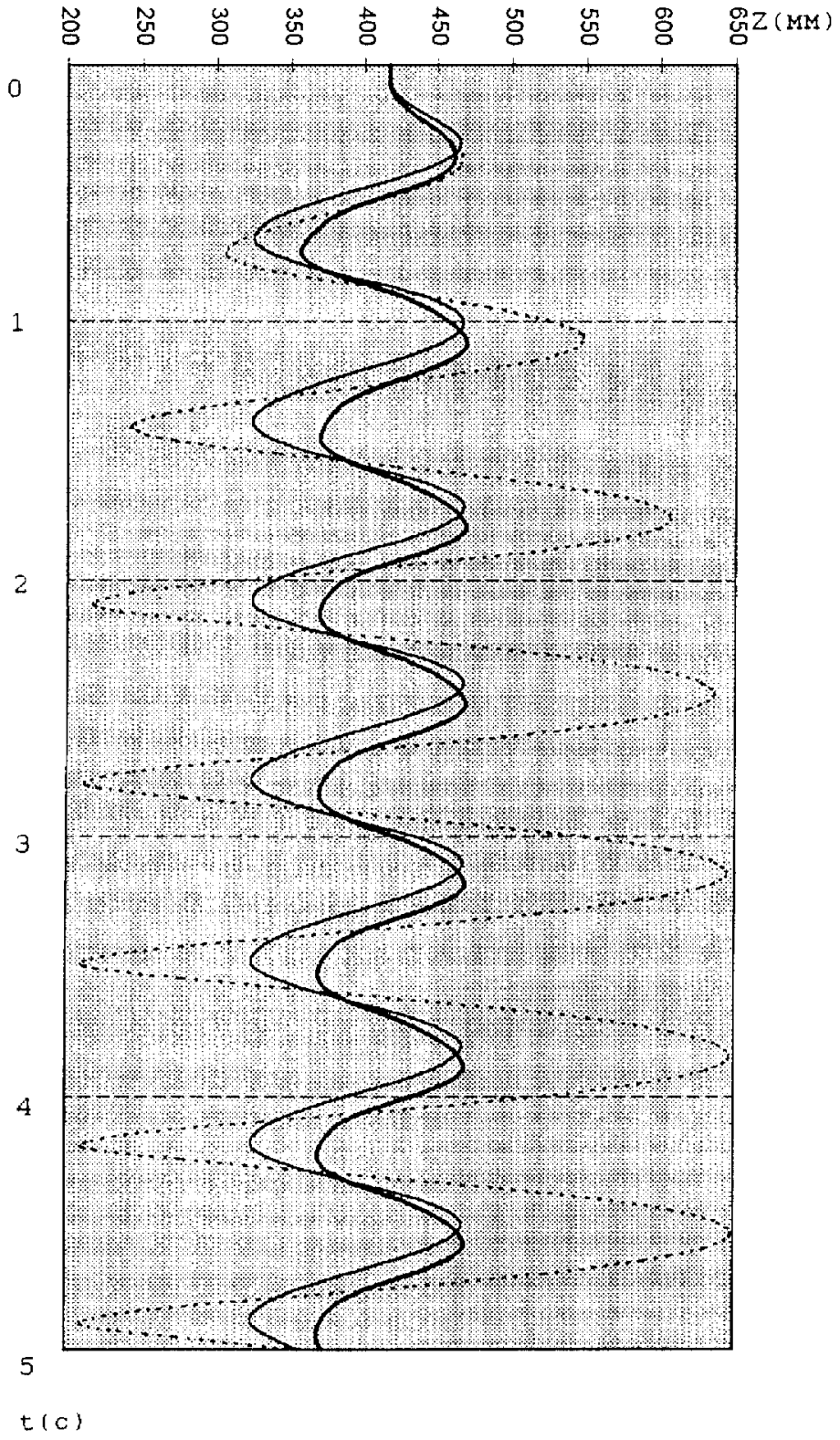


Фиг. 16.

RU 2127675 C1

RU 2127675 C1

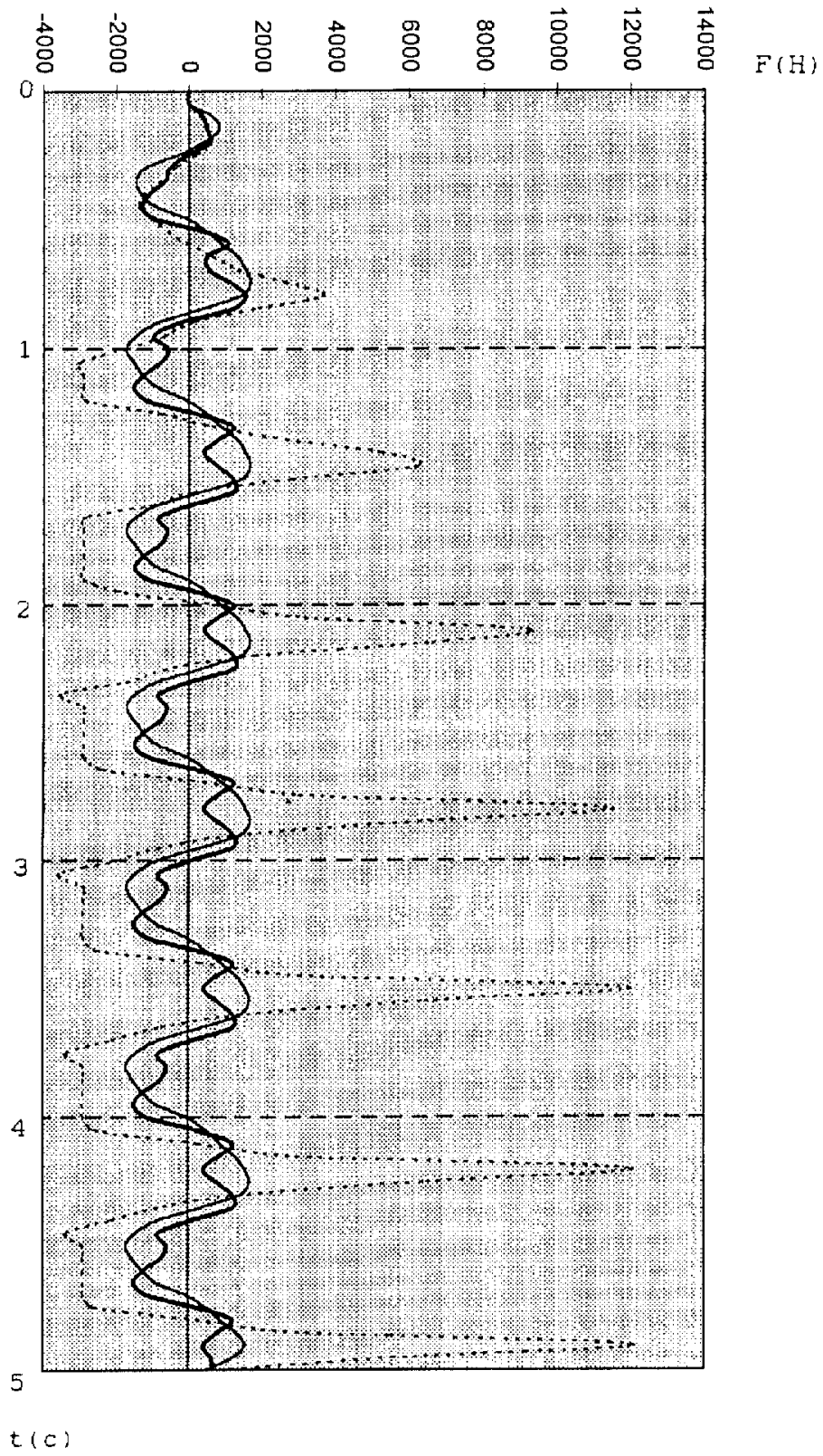
RU 227675 C1



Фиг. 17.

RU 2127675 C1

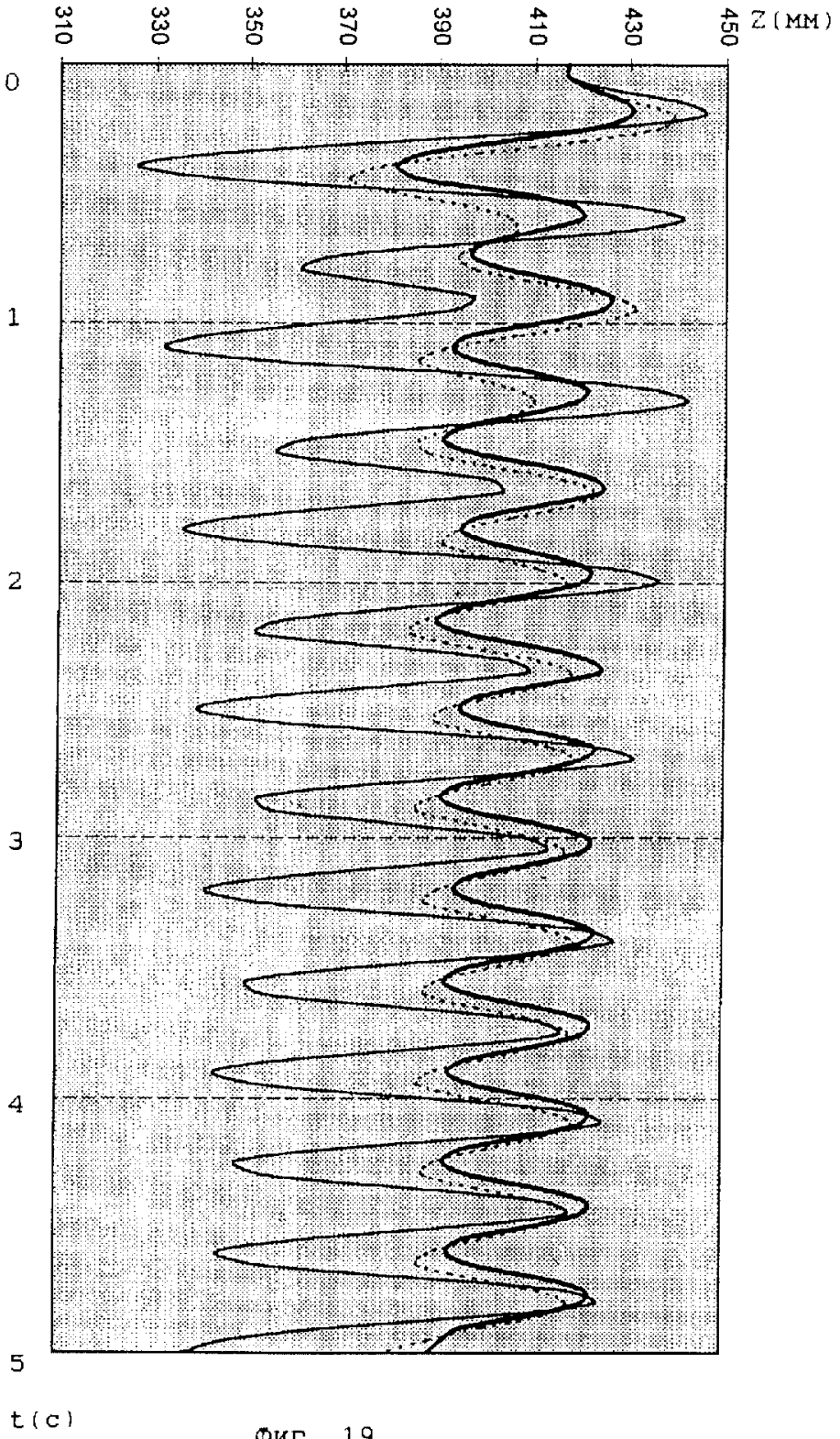
1 0 5 7 9 2 7 6 1 1 2 5 RU ? 2 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 18.

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

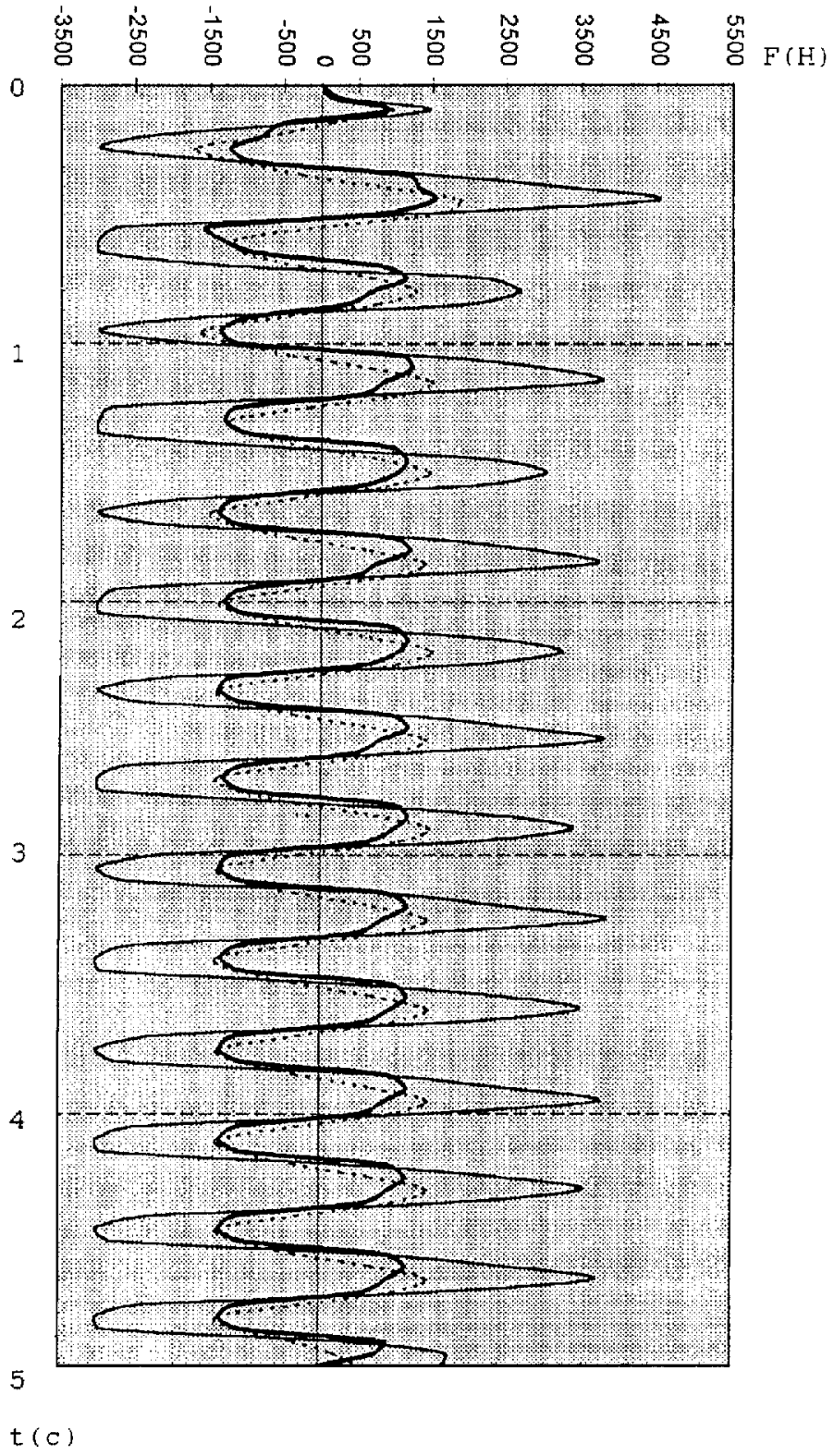
RU 2127675 C1



Фиг. 19.

RU 2127675 C1

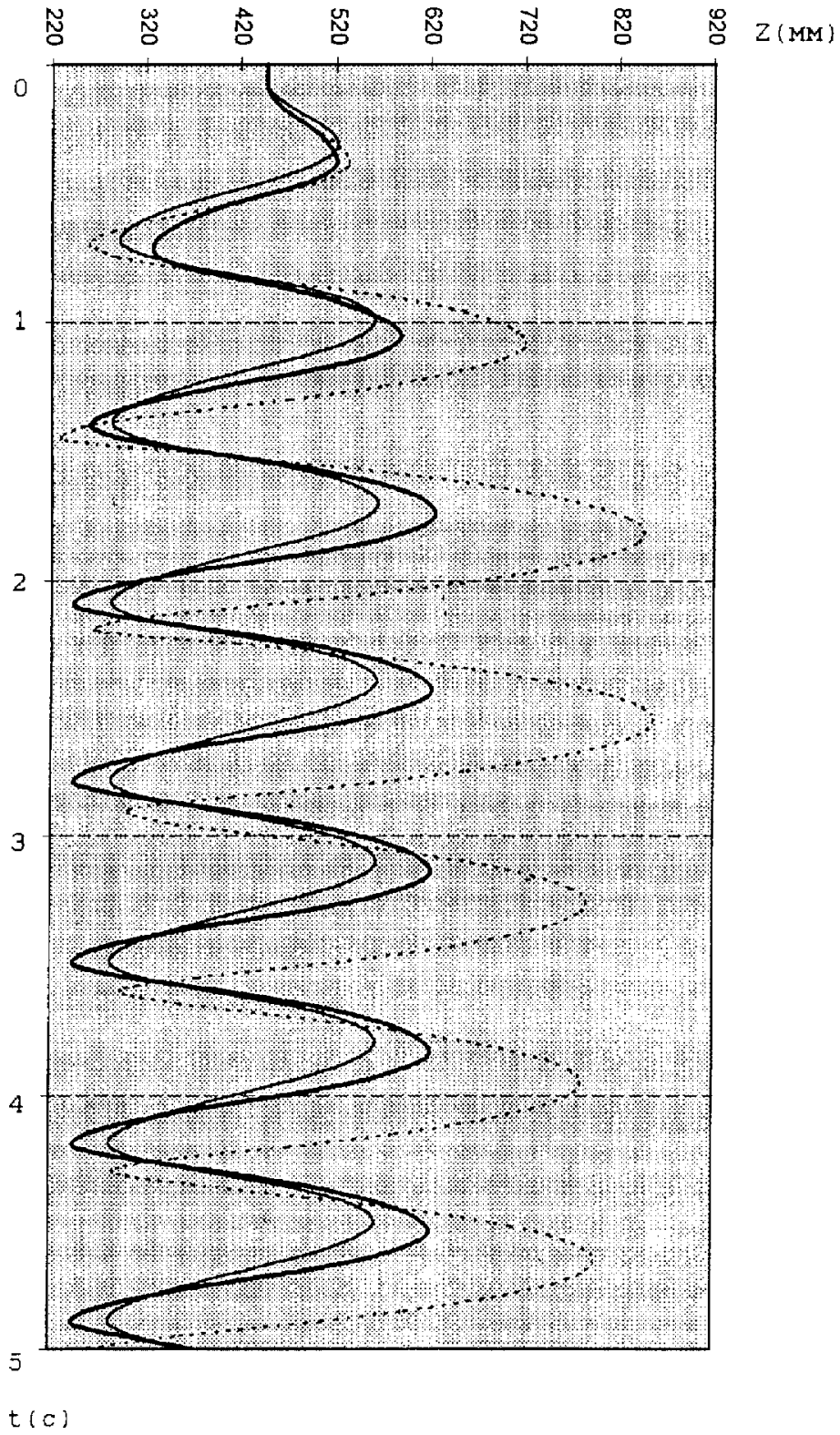
1 0 5 7 9 2 1 2 RU ? 2 1 2 1 2



Фиг. 20.

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

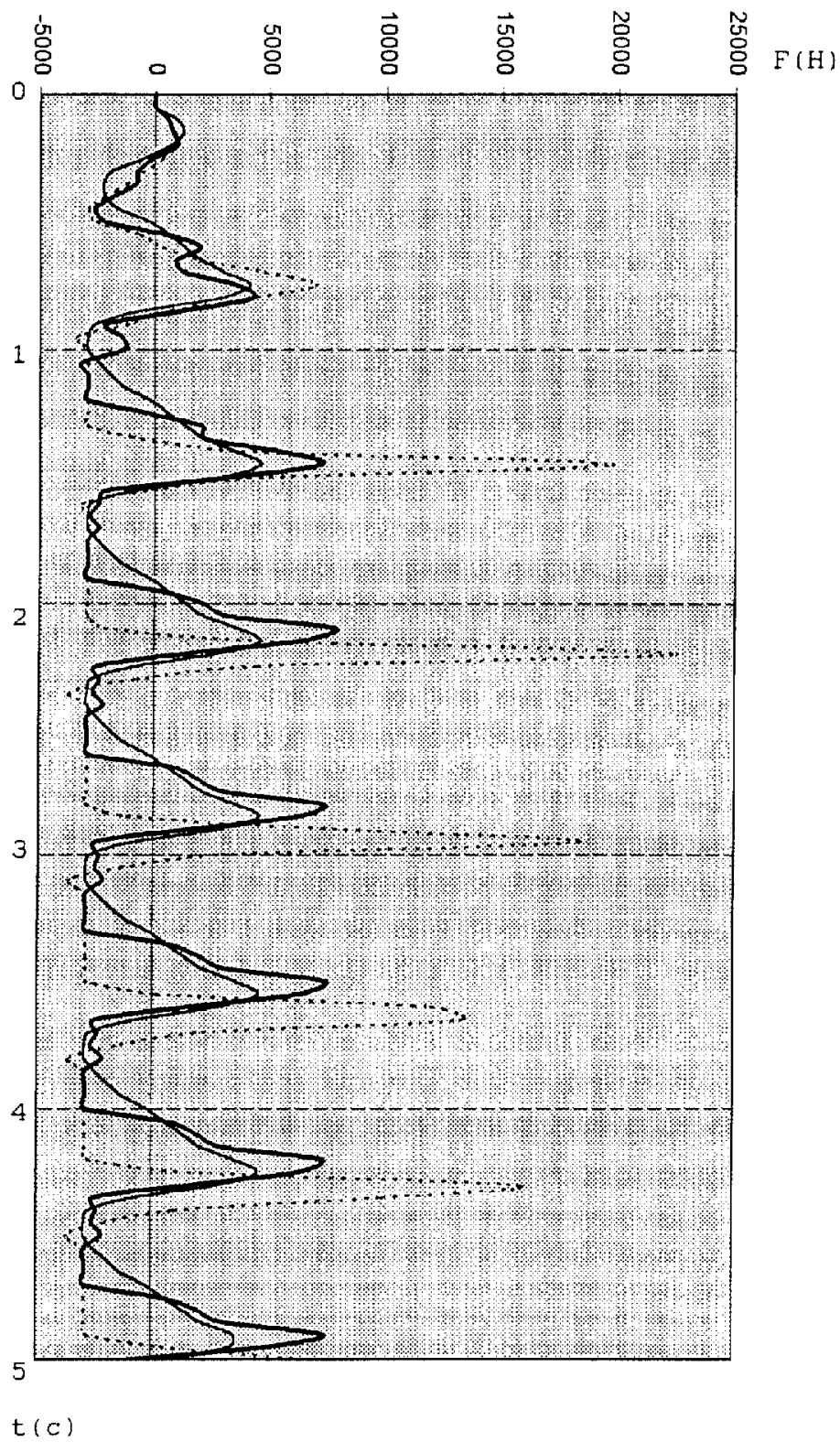
1 0 5 7 9 7 2 1 2 RU



Фиг. 21.

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

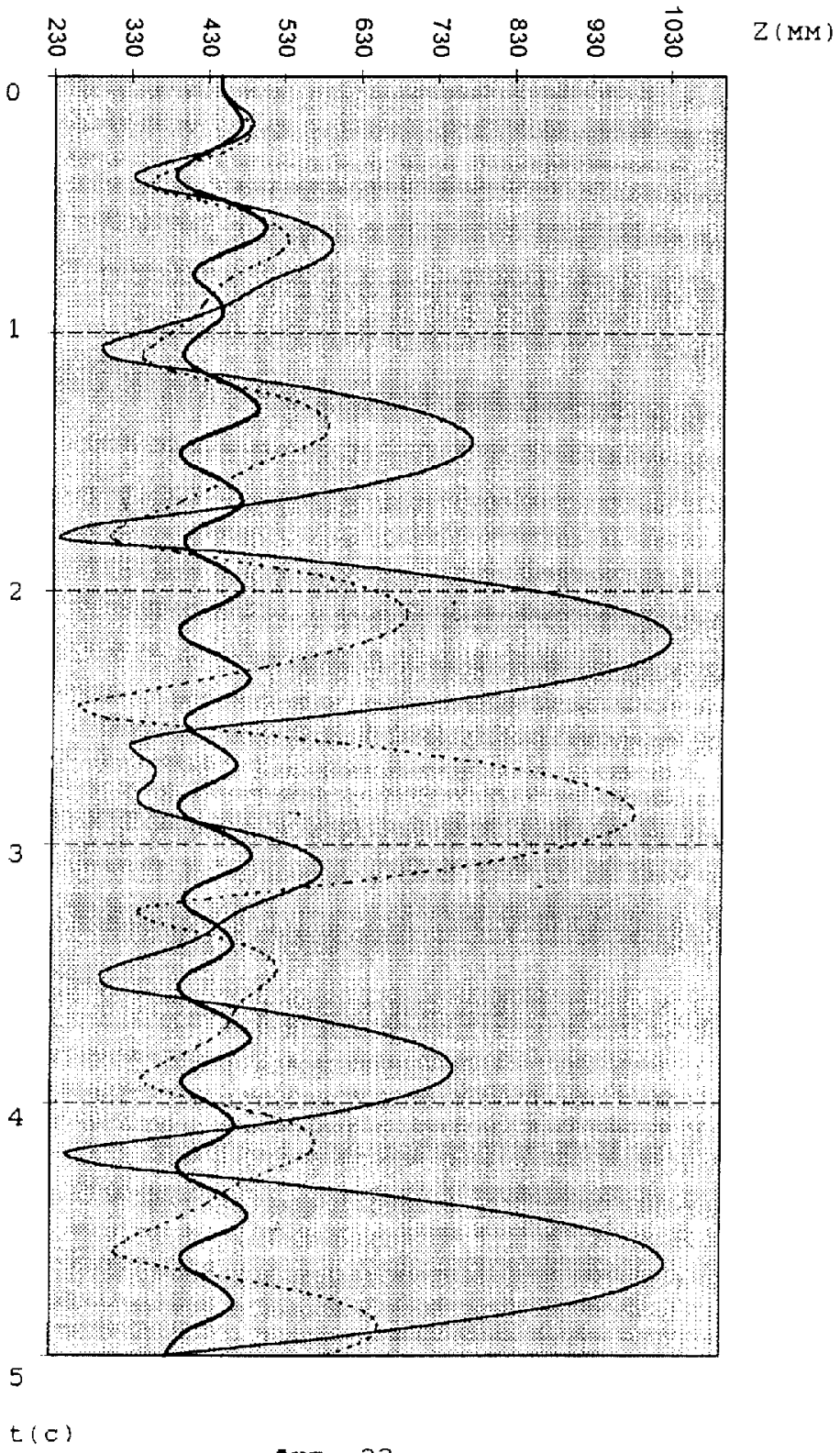
RU 2127675 C1



Фиг. 22.

RU 2127675 C1

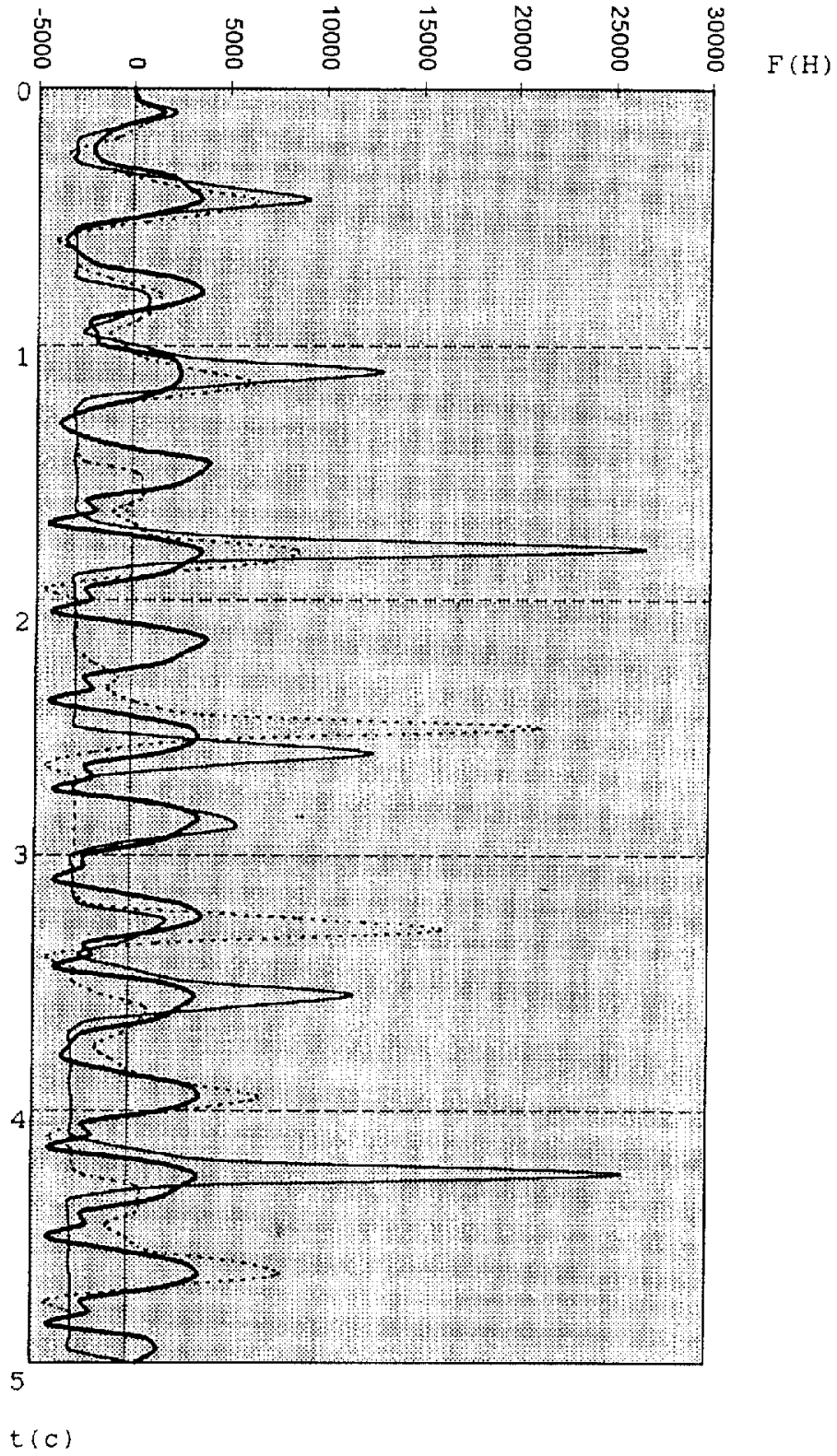
RU 227675 C1



Фиг. 23.

RU 2127675 C1

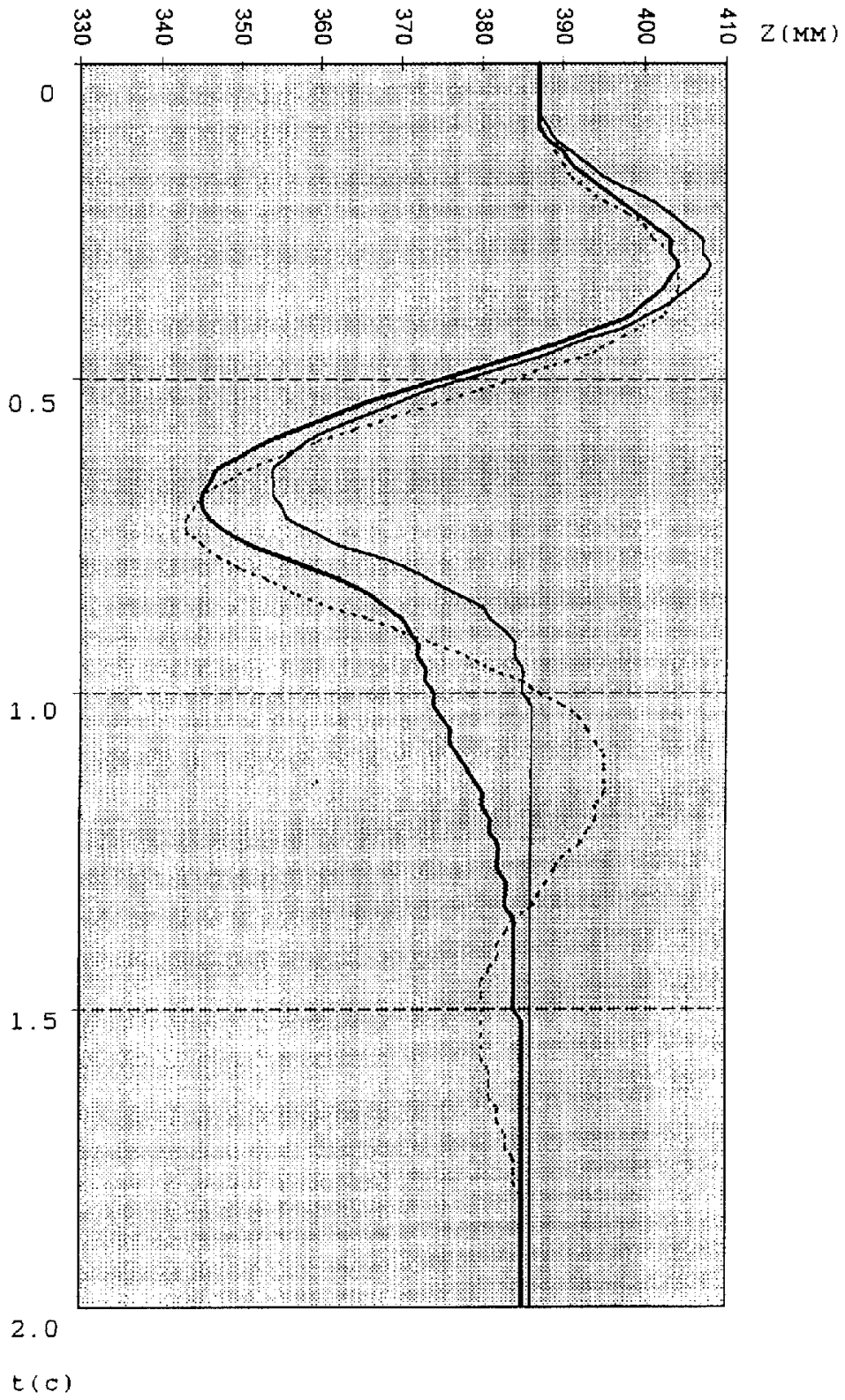
RU 227675 C1



Фиг. 24.

RU 2127675 C1

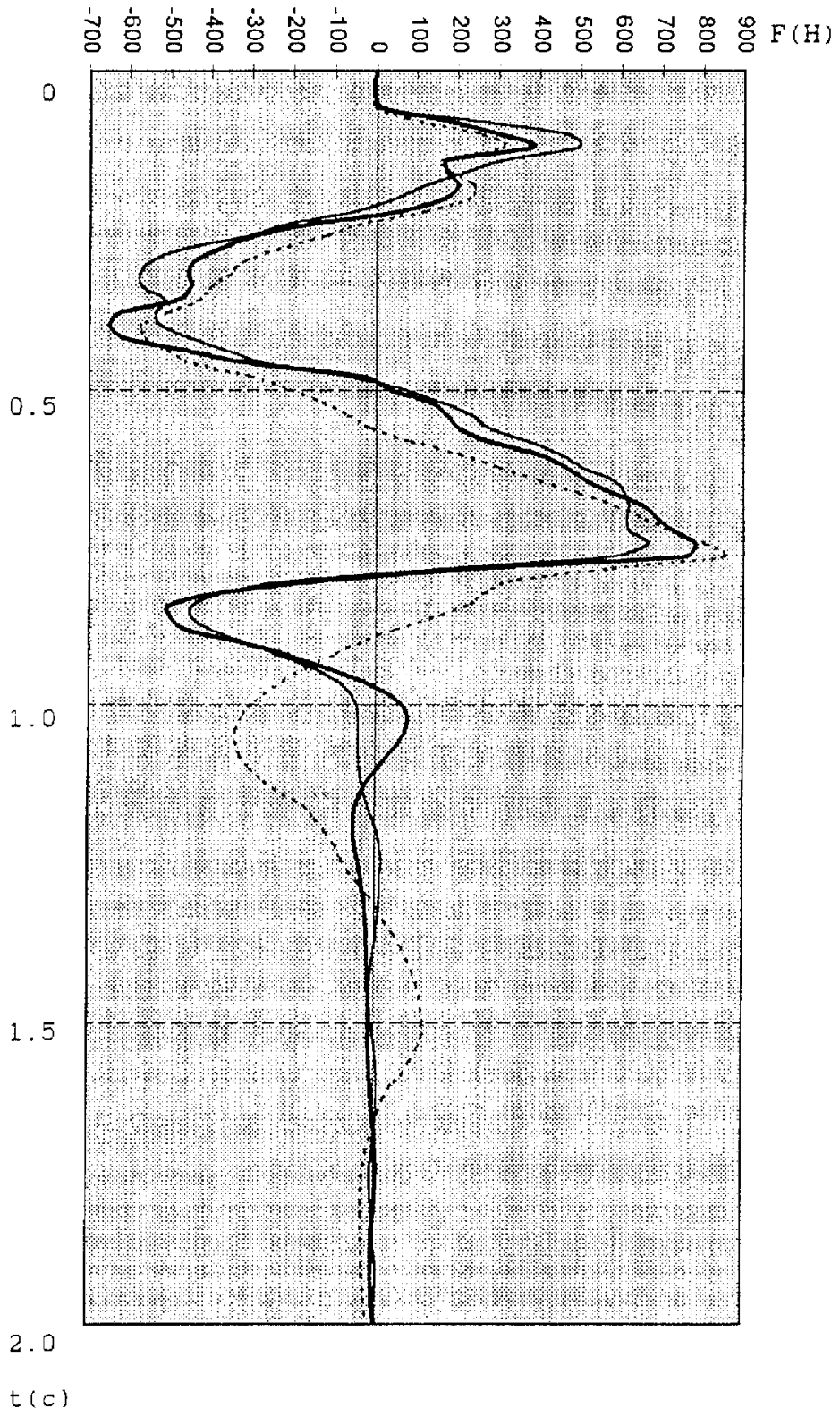
RU 2127675 C1



Фиг. 25.

RU 2127675 C1

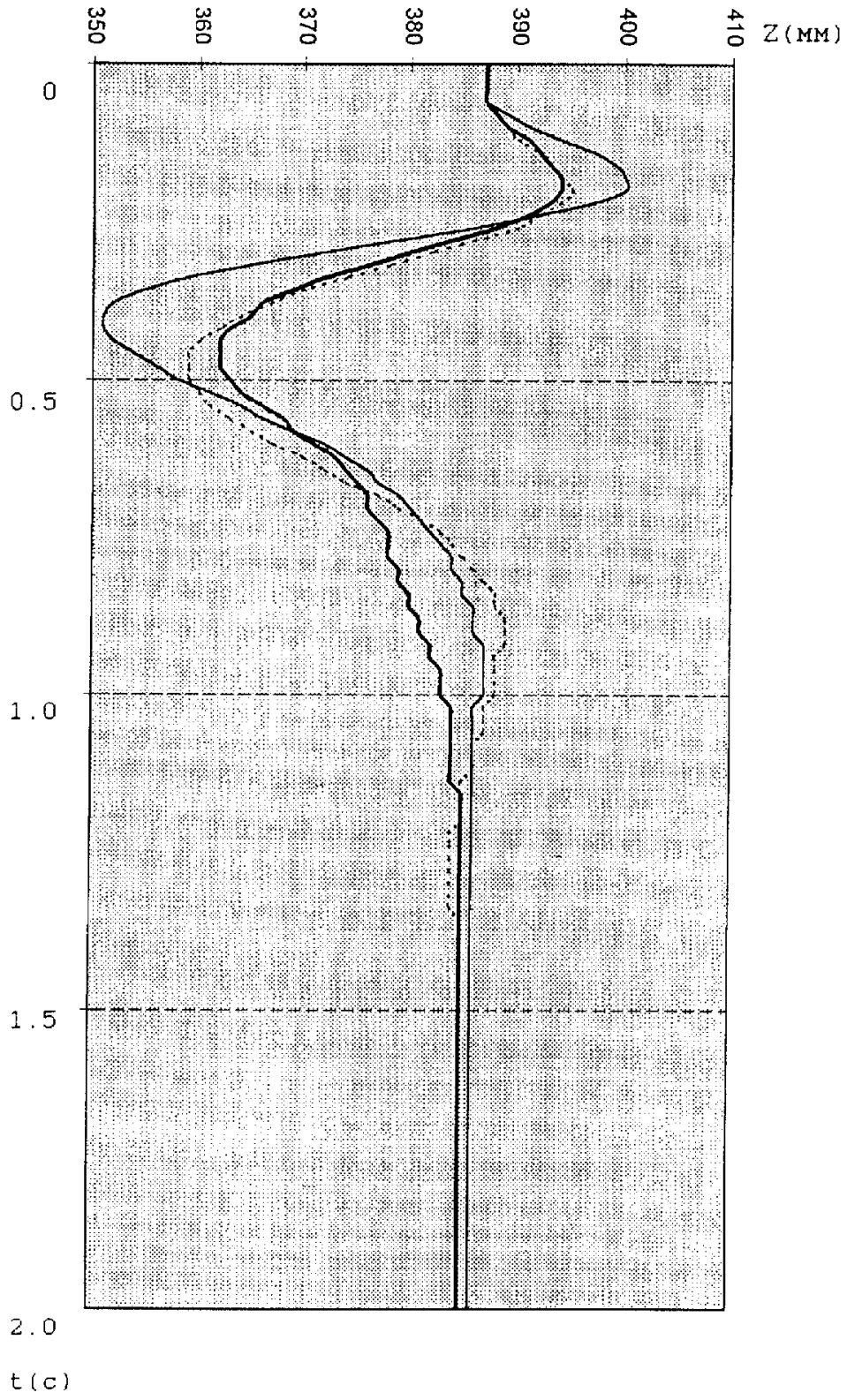
RU 2127675 C1



Фиг. 26.

RU 2127675 C1

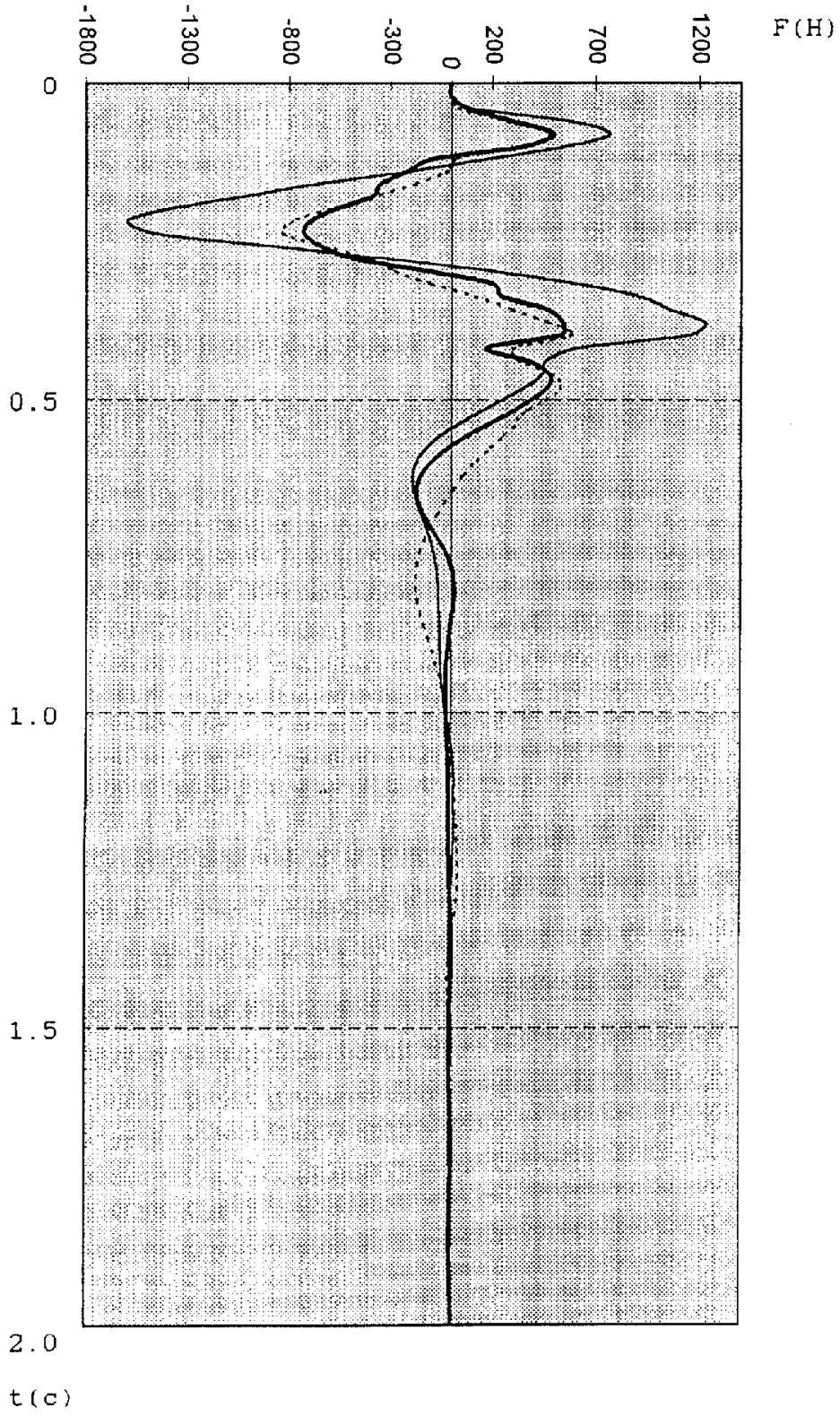
RU 2127675 C1



Фиг. 27.

RU 2127675 C1

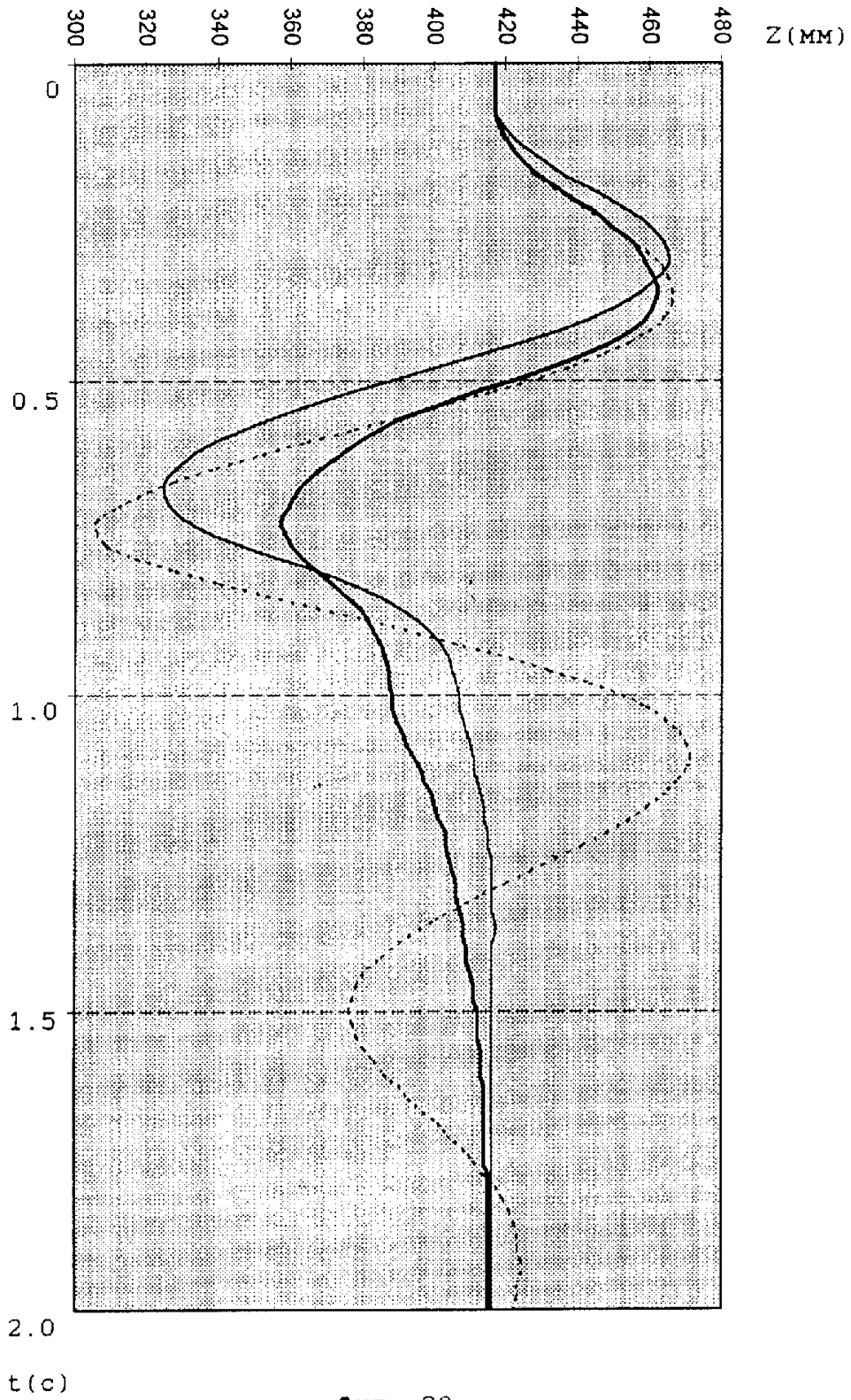
RU 2127675 C1



Фиг. 28.

RU 2127675 C1

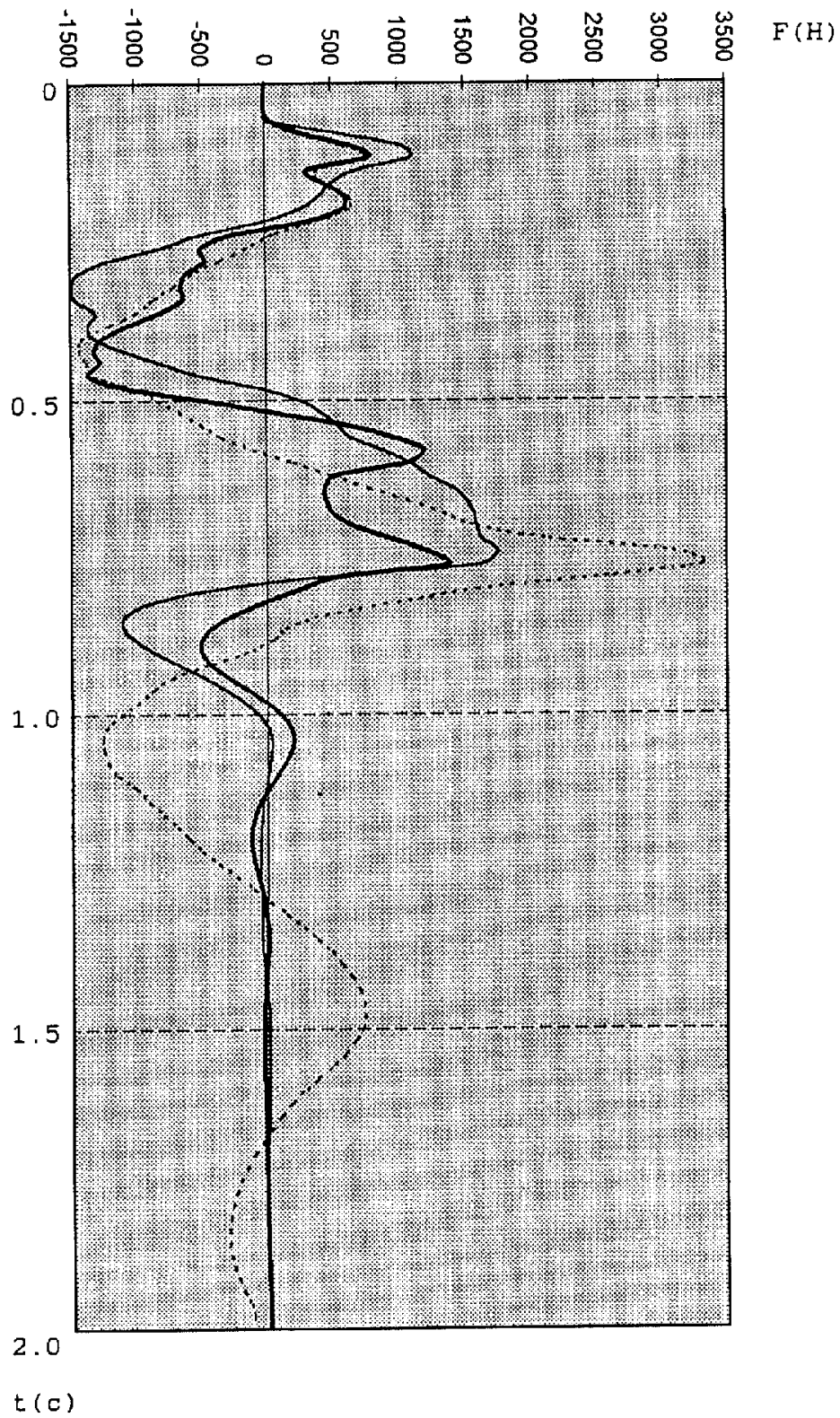
10 57927675 RU 2127675 C1



Фиг. 29.

RU 2127675 C1

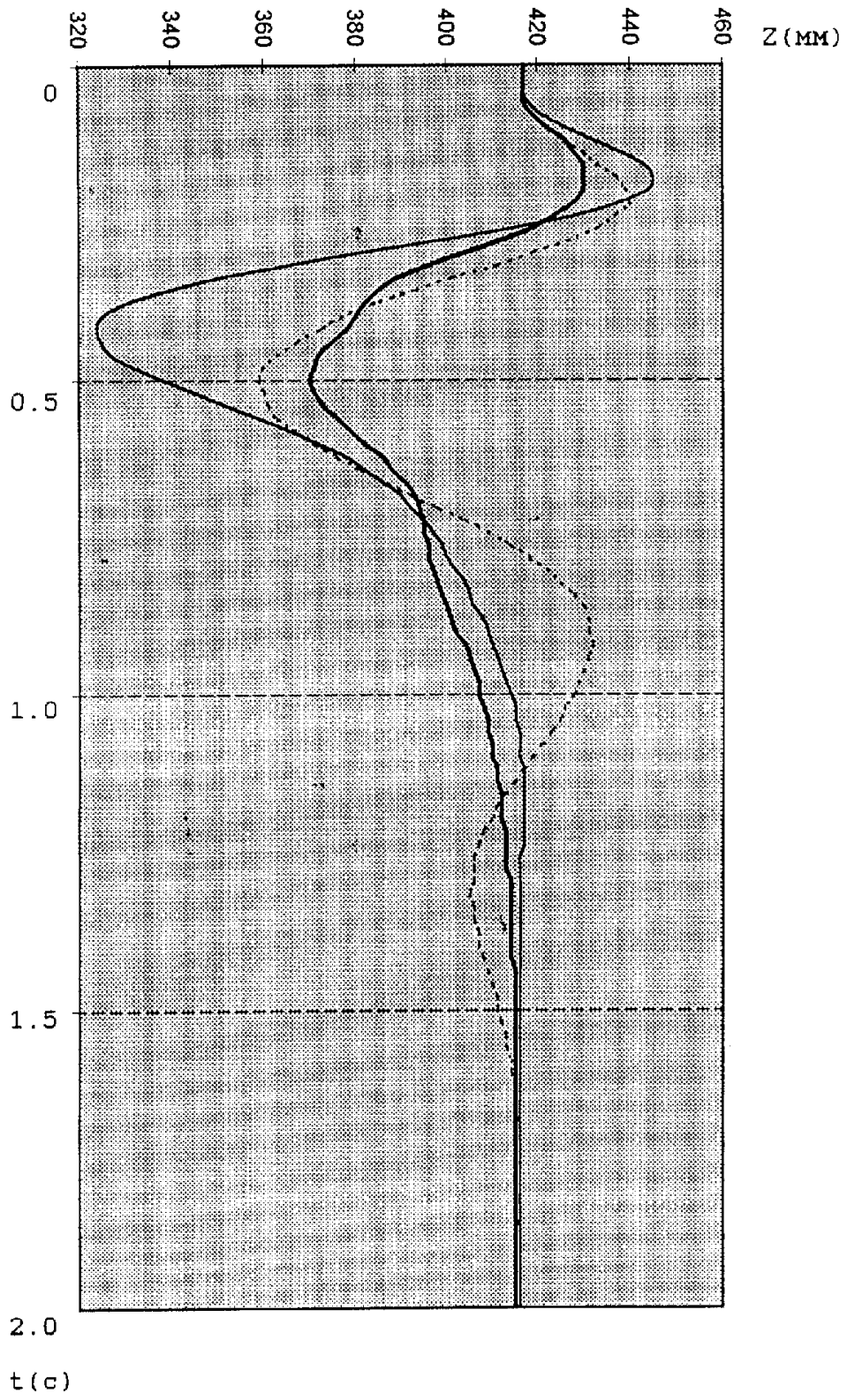
RU 2127675 C1



Фиг. 30.

RU 2127675 C1

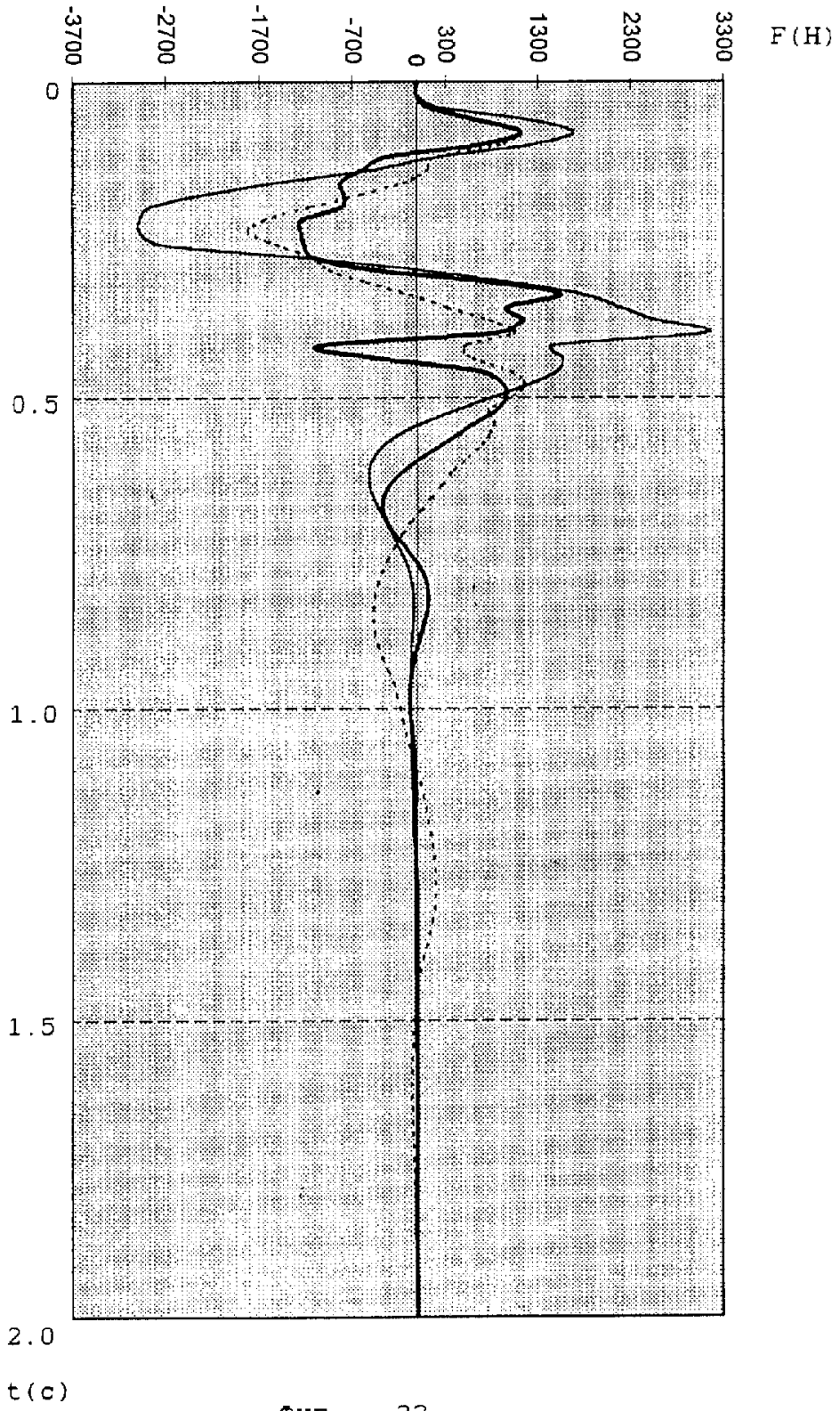
RU 2127675 C1



Фиг. 31.

RU 2127675 C1

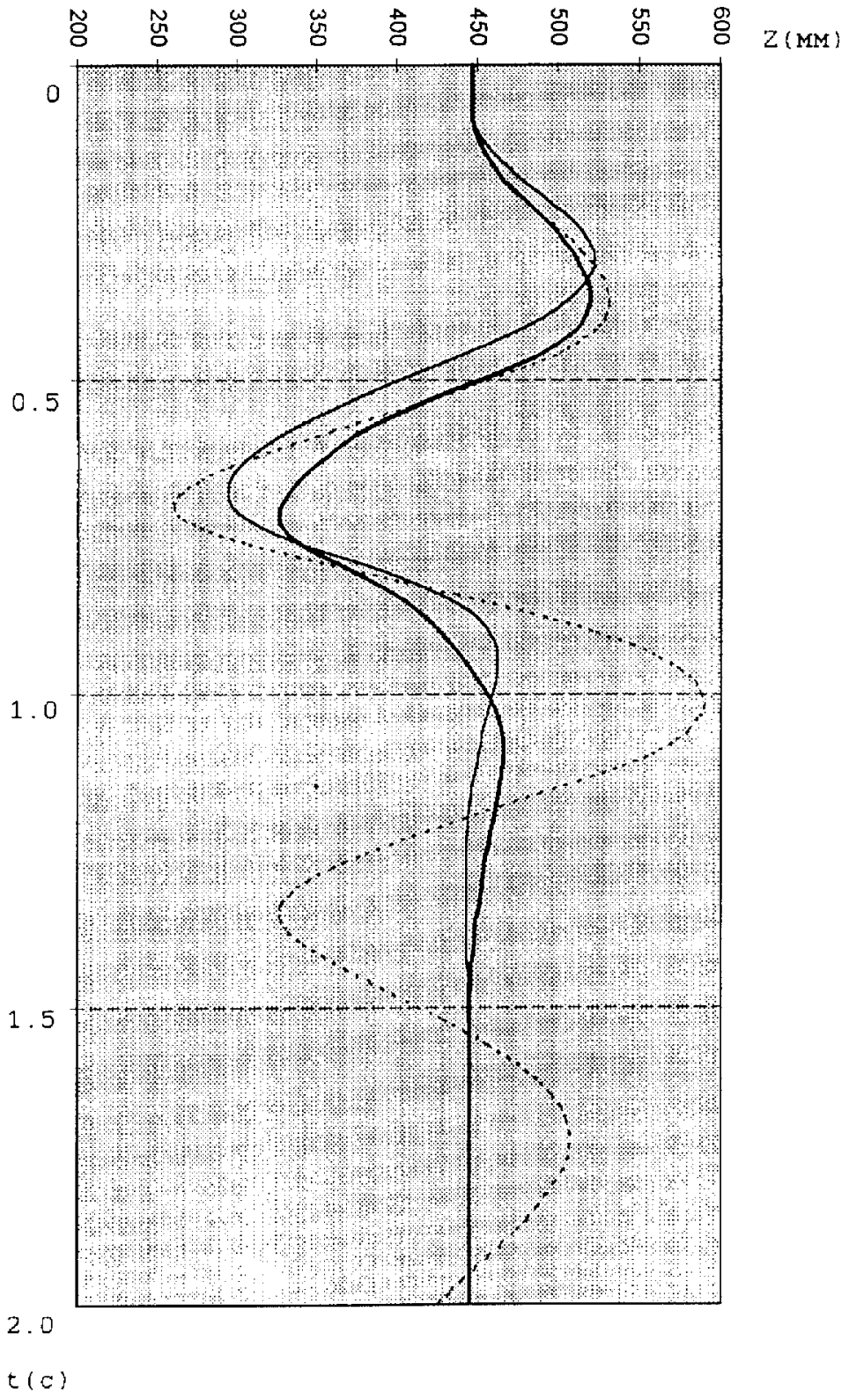
RU 2127675 C1



Фиг. 32.

RU 2127675 C1

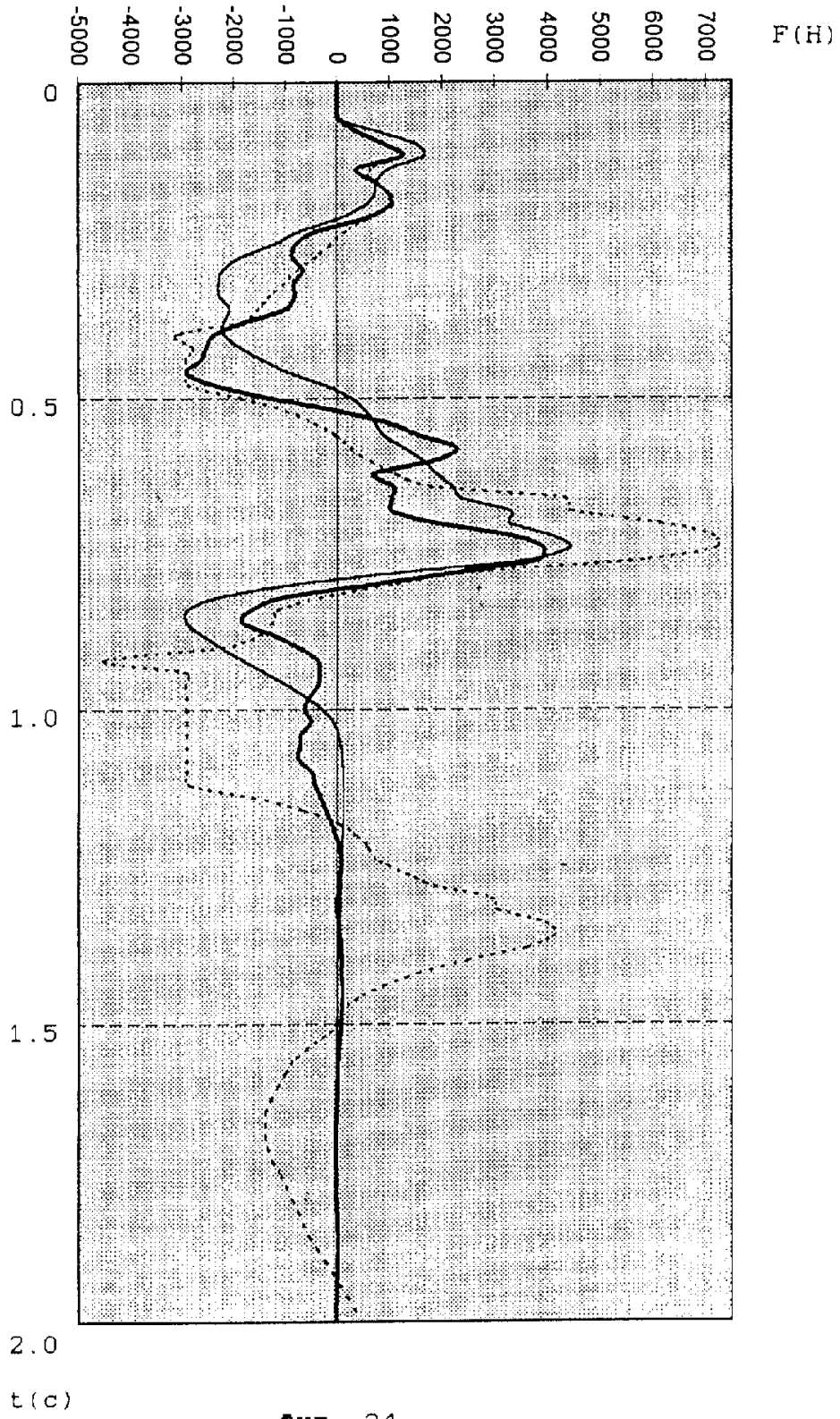
RU 2127675 C1



Фиг. 33.

RU 2127675 C1

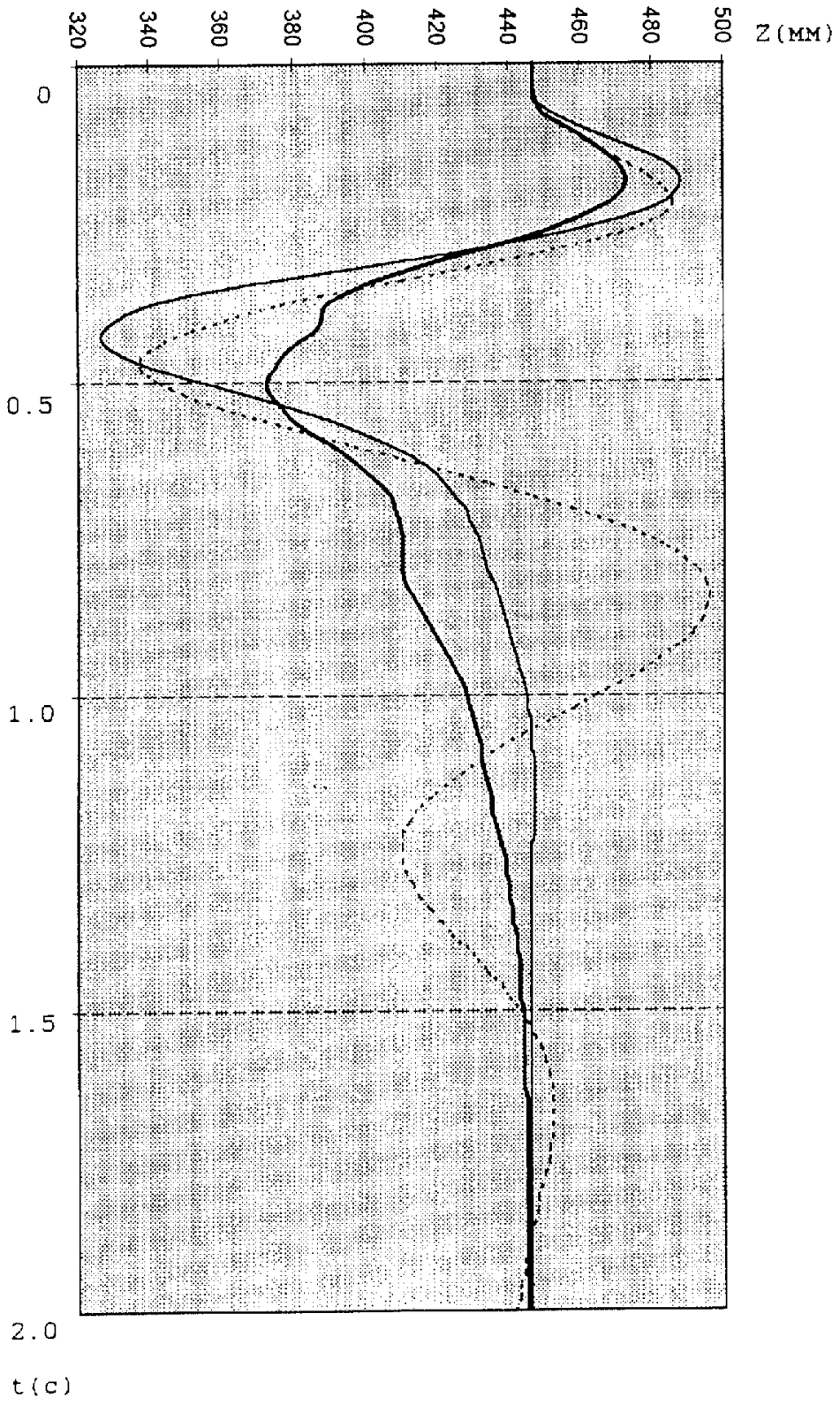
RU 227675 C1



Фиг. 34.

RU 2127675 C1

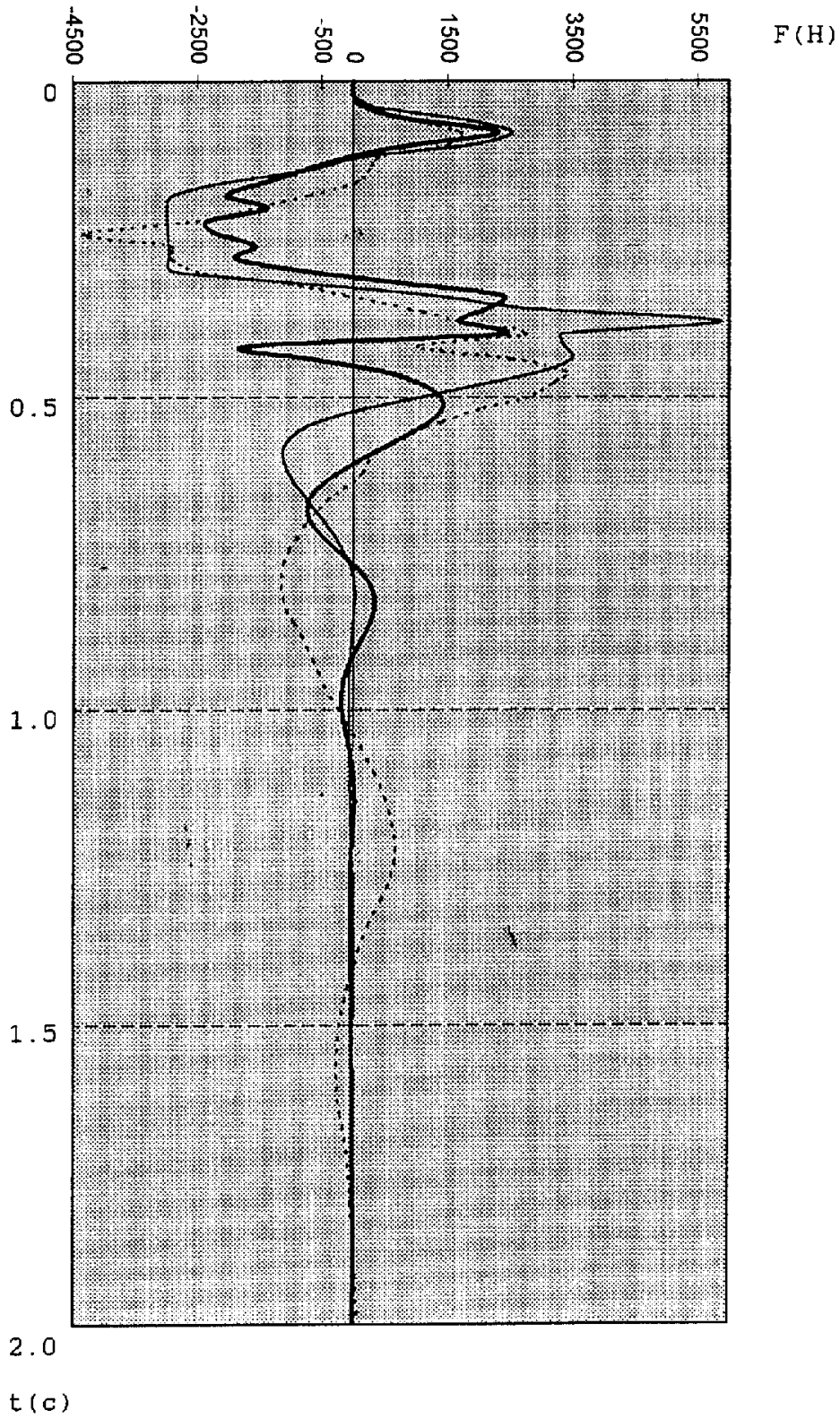
1 0 5 7 9 2 7 6 1 2 1 2 RU ? 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 35.

RU 2 1 2 7 6 7 5 C 1

RU 2127675 C1



Фиг. 36.

RU 2127675 C1