



(19) RU (11) 2 127 675 (13) С1
(51) МПК⁶ В 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/

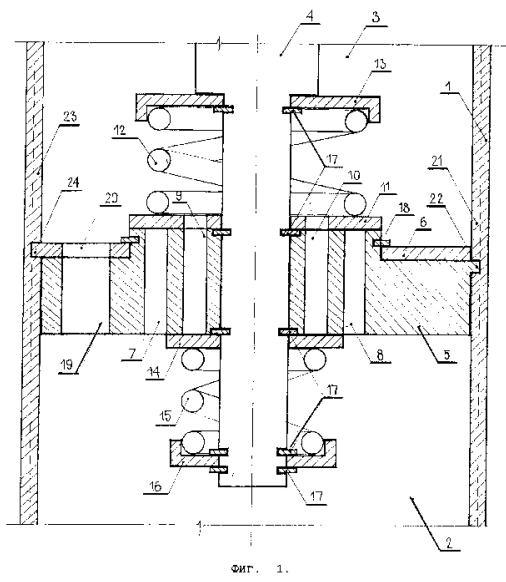
(57) Реферат:
Изобретение предназначено для использования в подвеске транспортного средства. Изобретение решает задачу автоматического изменения в широких пределах характеристики сопротивления демпфера в зависимости от амплитуды неровностей дорожного покрытия. Изобретение позволяет уменьшить амплитуду колебаний подпрессоренной 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 подводящий канал клапана, или канал, через который разница 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.

R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1

R U
2 1 2 7 6 7 5
C 1

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 1.



(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,
Cheljabinskoye obl., a/ya 2233, Ternovskomu
Evgeniju Ivanovichu

(71) Applicant:

Ternovskij Evgenij Ivanovich,
Turov Vladimir Grigor'evich

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

(73) Proprietor:

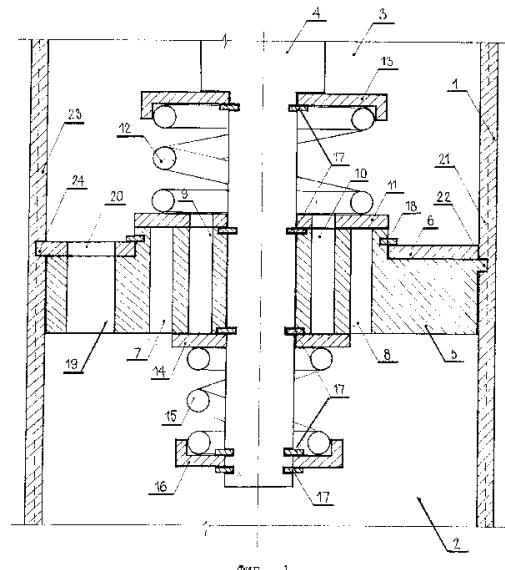
Stravinskij Igor' Aleksandrovich,
Ternovskij Evgenij Ivanovich,
Turov Vladimir Grigor'evich

(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.

R U
2 1 2 7 6 7 5

R U ? 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 излишek 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 разделения 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) закрыто 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 подпрессоренной массы и при колебаниях малой и средней амплитуды с частотой, которая в несколько раз больше собственной циклической частоты свободных колебаний подпрессоренной массы.

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

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

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

б) уменьшения силы, действующей на подпрессоренную 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 подпрессоренной 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 подпрессоренную 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 подпрессоренной массы по сравнению с демпфером, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и

который имеет жесткую характеристику сопротивления;

б) уменьшении силы, действующей на подпрессоренную 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 подпрессоренной массы по сравнению с демпфером, в котором используется известный способ регулирования силы сопротивления и который имеет мягкую характеристику сопротивления;

в) уменьшении силы, действующей на подпрессоренную 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 адаптирование 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 неперечисленных 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 штыря, 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 штыря, 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, расположена 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

демпфер, 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 подпрессоренной 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 подпрессоренной 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 подпрессоренной массы транспортного средства.

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

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

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

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

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

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

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

подпрессоренной массы.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На фиг. 29 - временная диаграмма колебаний подпрессоренной 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 половине периода 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 возможностьдельного 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 подпрессоренной 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 подпрессоренной 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), уравновешивают 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 подпрессоренной 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 определяется 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), уравновешивают 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 подпрессоренной 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 опоры упругого элемента клапана сжатия (растяжения) относительно седла этого клапана, а каждому такому положению опоры 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 подпрессоренной 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 сечения 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 постоянному 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 постоянному 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 подпрессоренной массы транспортного средства и временных диаграмм силы, действующей на подпрессоренную массу во время ее вынужденных колебаний, которые вызваны внешними возмущениями различной амплитуды и частоты следования. Каждая фигура содержит три диаграммы и позволяет сравнить колебания подпрессоренной массы или силы, действующей на нее, для случаев применения в подвеске транспортного средства:

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

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

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

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

25 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 обеспечивает эти демпферы в моделируемой колебательной системе.

Формула изобретения:

30 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, уравновешивают противоположно направленной силой упругости упругого элемента этого клапана, отличающейся 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 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.

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

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 подводящий канал, тарелку, перекрывающую со стороны камеры растяжения (сжатия) выходное отверстие подводящего 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 штыря, 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, подводящий 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 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, который 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).

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 подводящего 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.

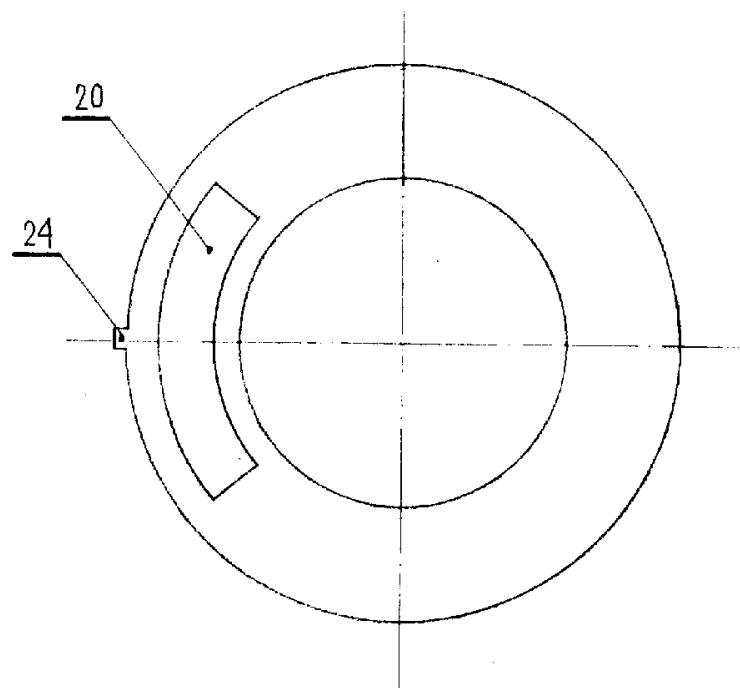
14. Устройство для регулирования силы сопротивления гидравлического демпфера, которое представляет собой гидравлический демпфер и имеет камеры сжатия и растяжения, образованные в результате разделения полости демпфера поршнем, который закреплен на штоке, канал сжатия (растяжения), через который при поступательном (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 подводящий канал, тарелку, перекрывающую со стороны камеры растяжения (сжатия) выходное отверстие подводящего канала, и упругий элемент, действие силы упругости которого на тарелку направлено в сторону поршня, отличающееся

5 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).

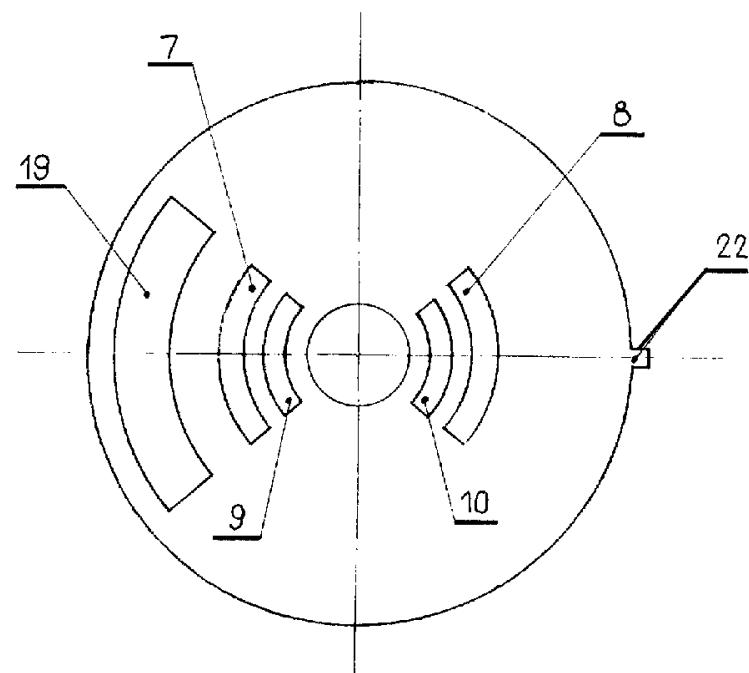
10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 9999

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325

Деталь 6



Деталь 5

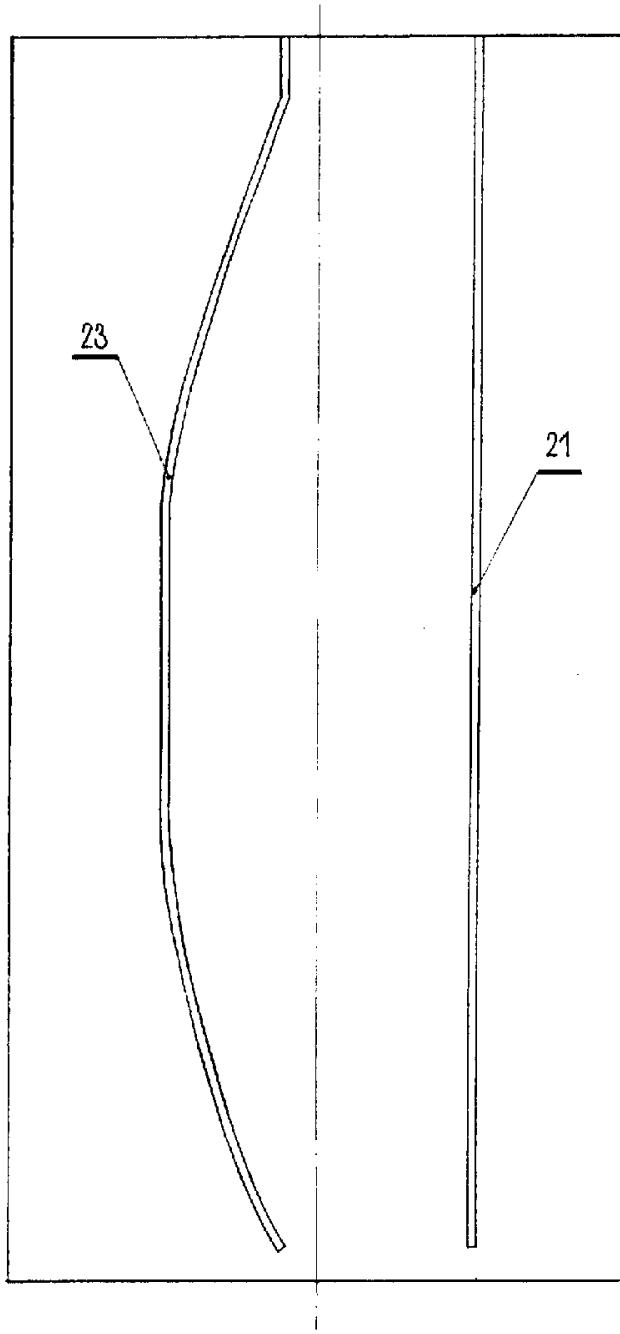


ФИГ. 2.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

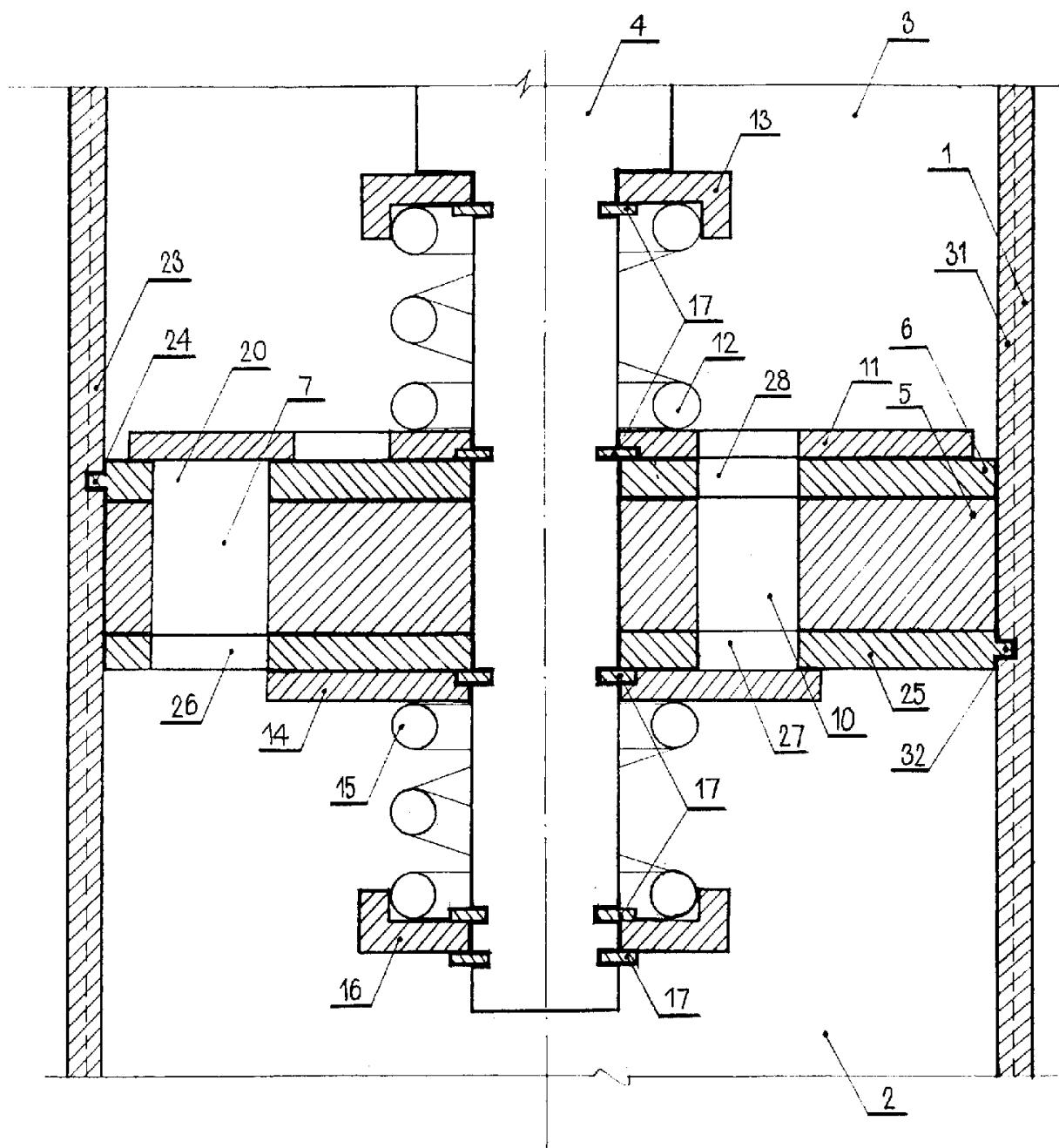
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 3.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

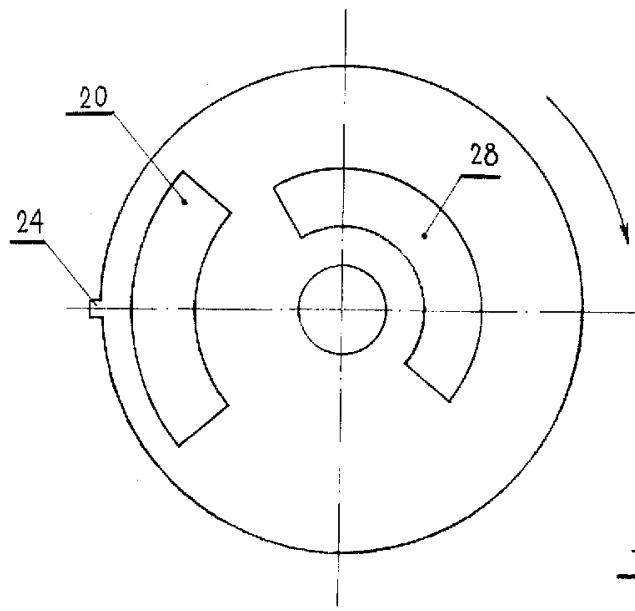


ФИГ. 4.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

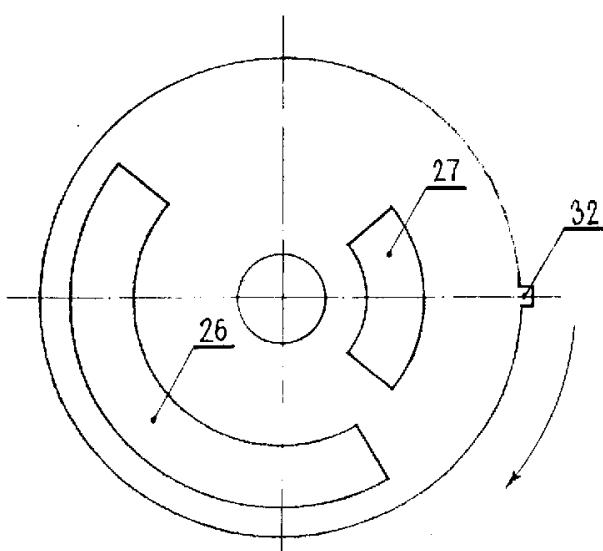
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

Деталь 6



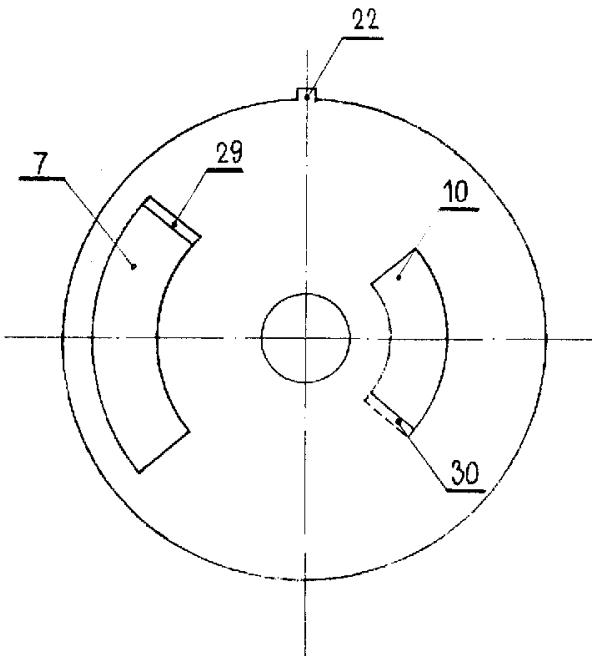
Направление поворота при
уменьшении проходного сечения
подводящего канала клапана
сжатия

Деталь 25



Направление поворота при
уменьшении проходного сечения
подводящего канала клапана
растяжения

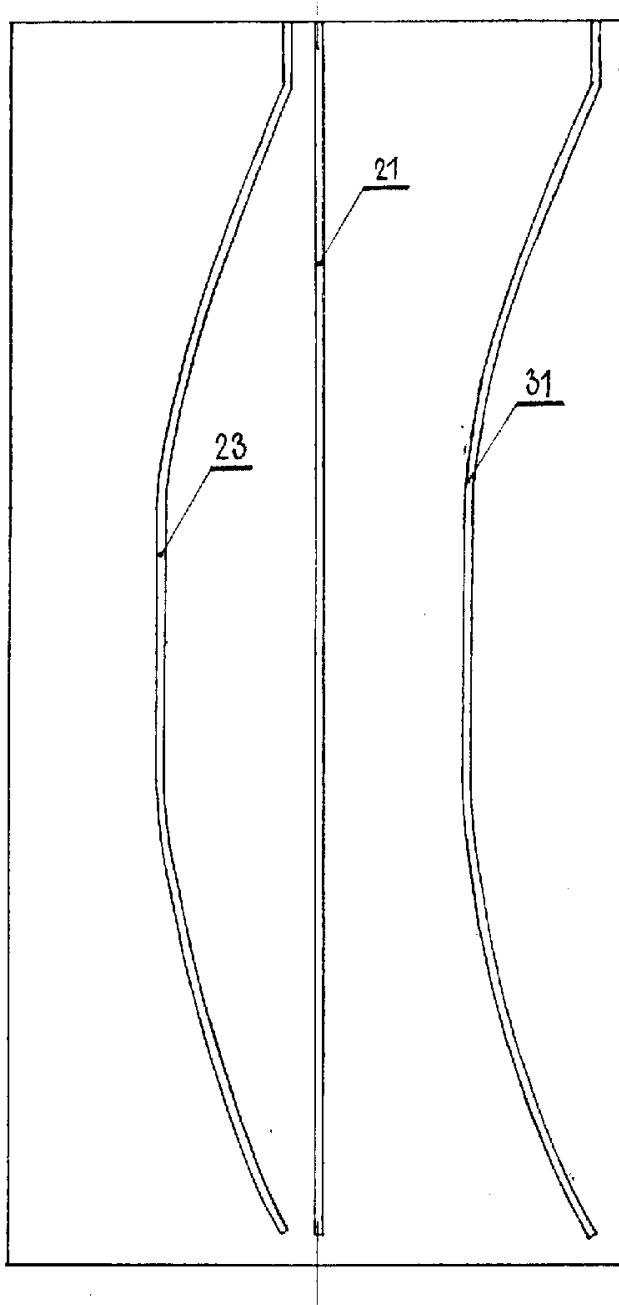
Деталь 5



ФИГ. 5.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

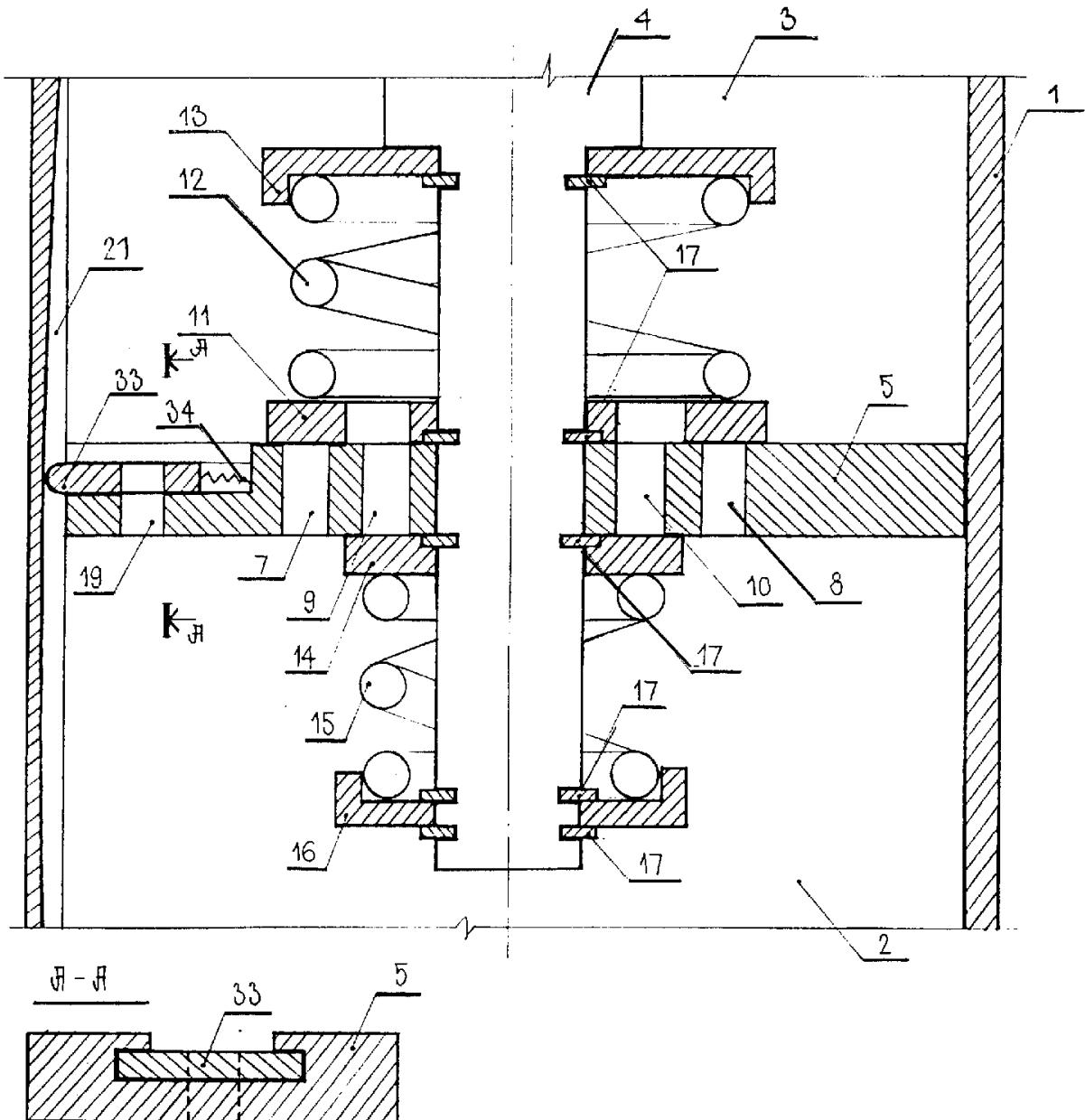
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 6.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

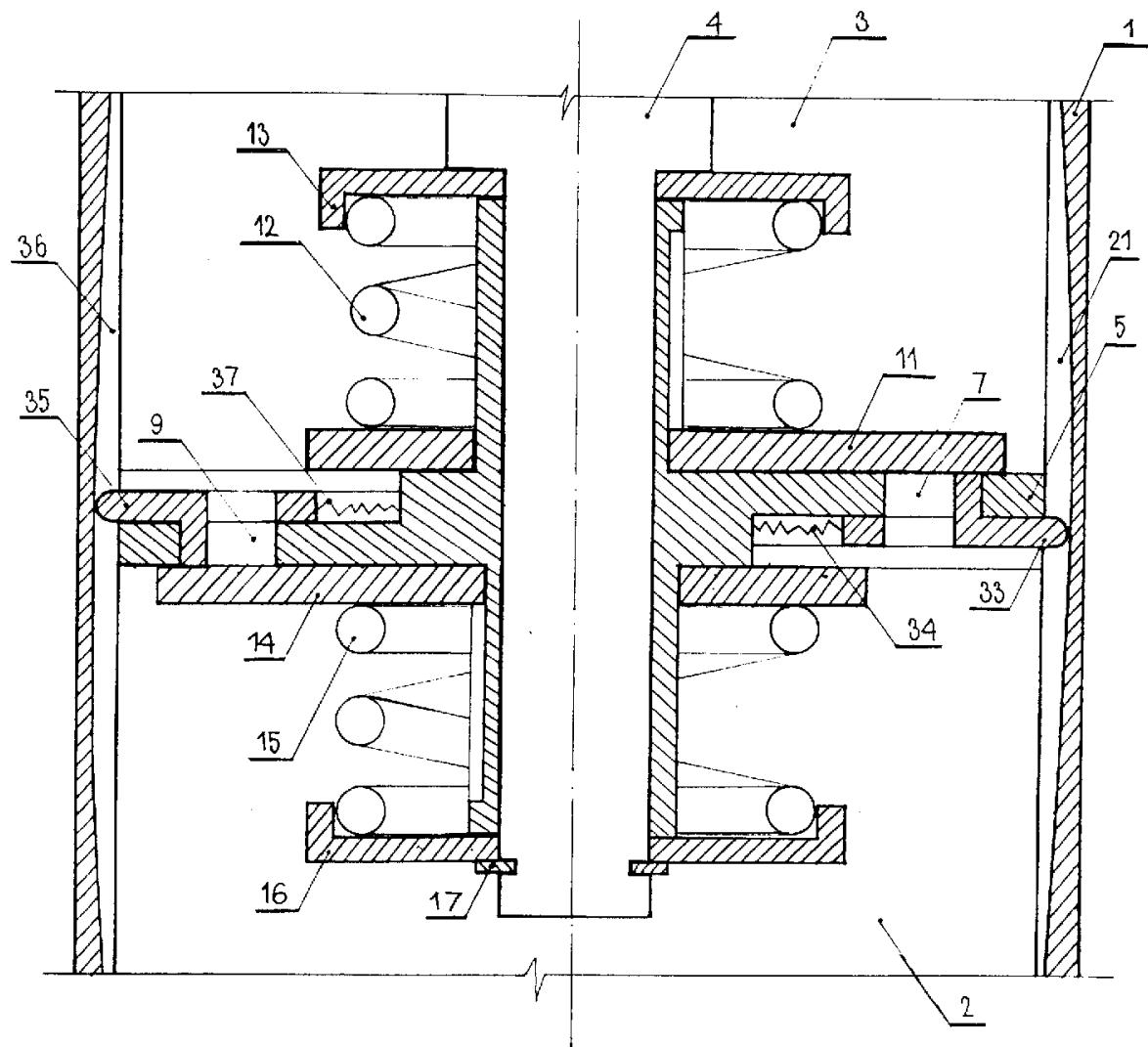
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 7.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

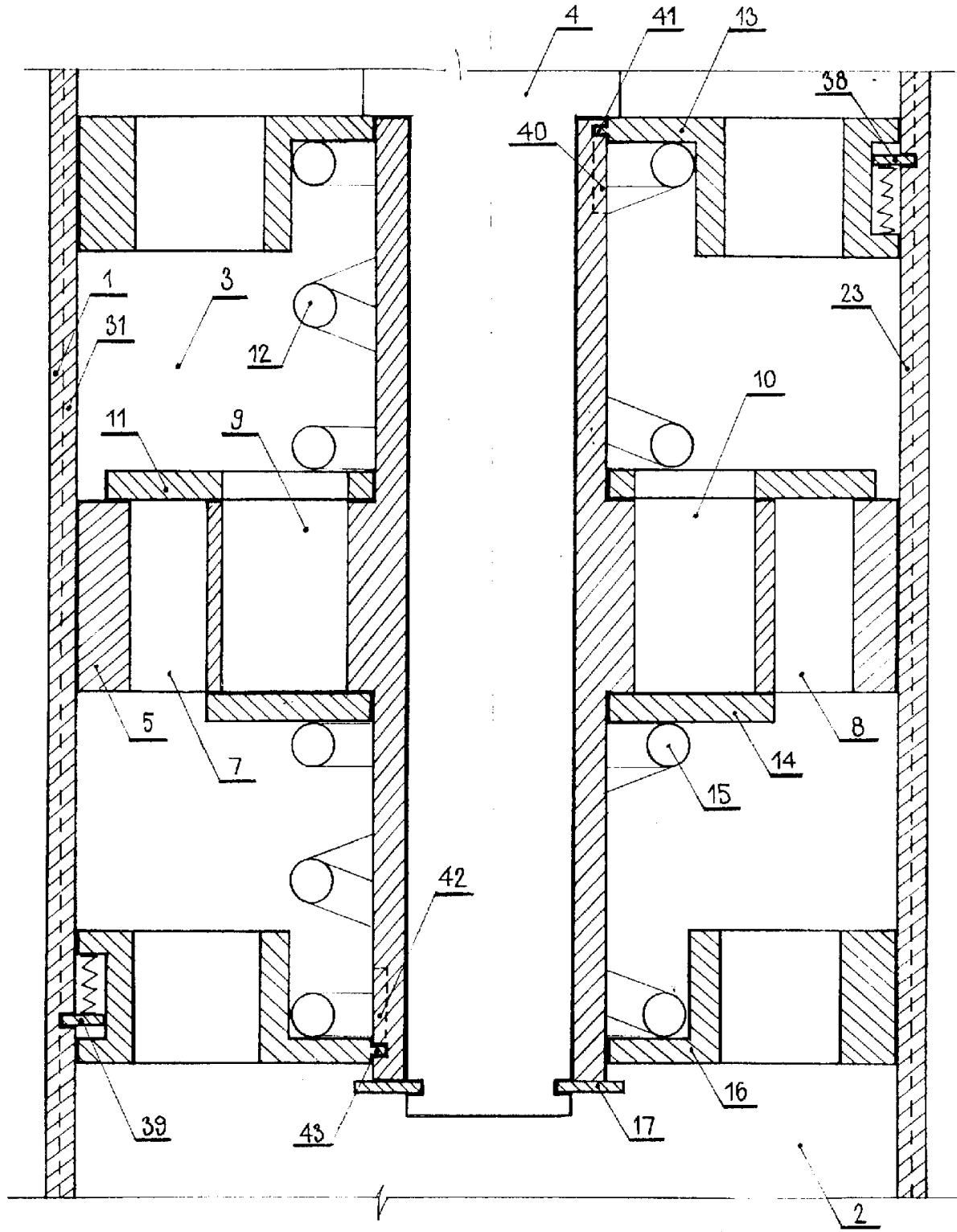
Р У ? 1 2 7 6 7 5 С 1



ФИГ. 8.

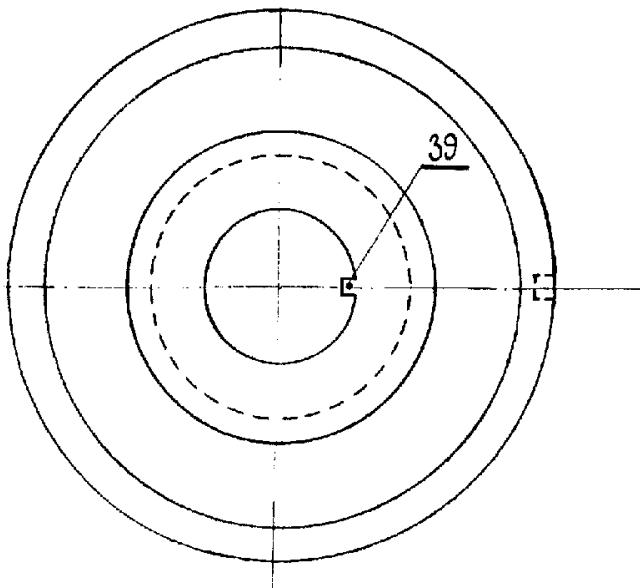
Р У 2 1 2 7 6 7 5 С 1

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

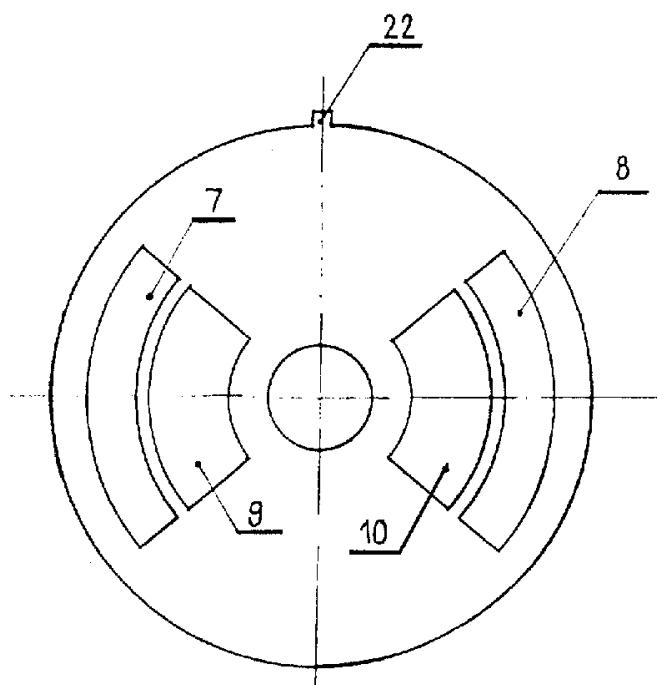


ФИГ. 9.

Деталь 13



Деталь 5

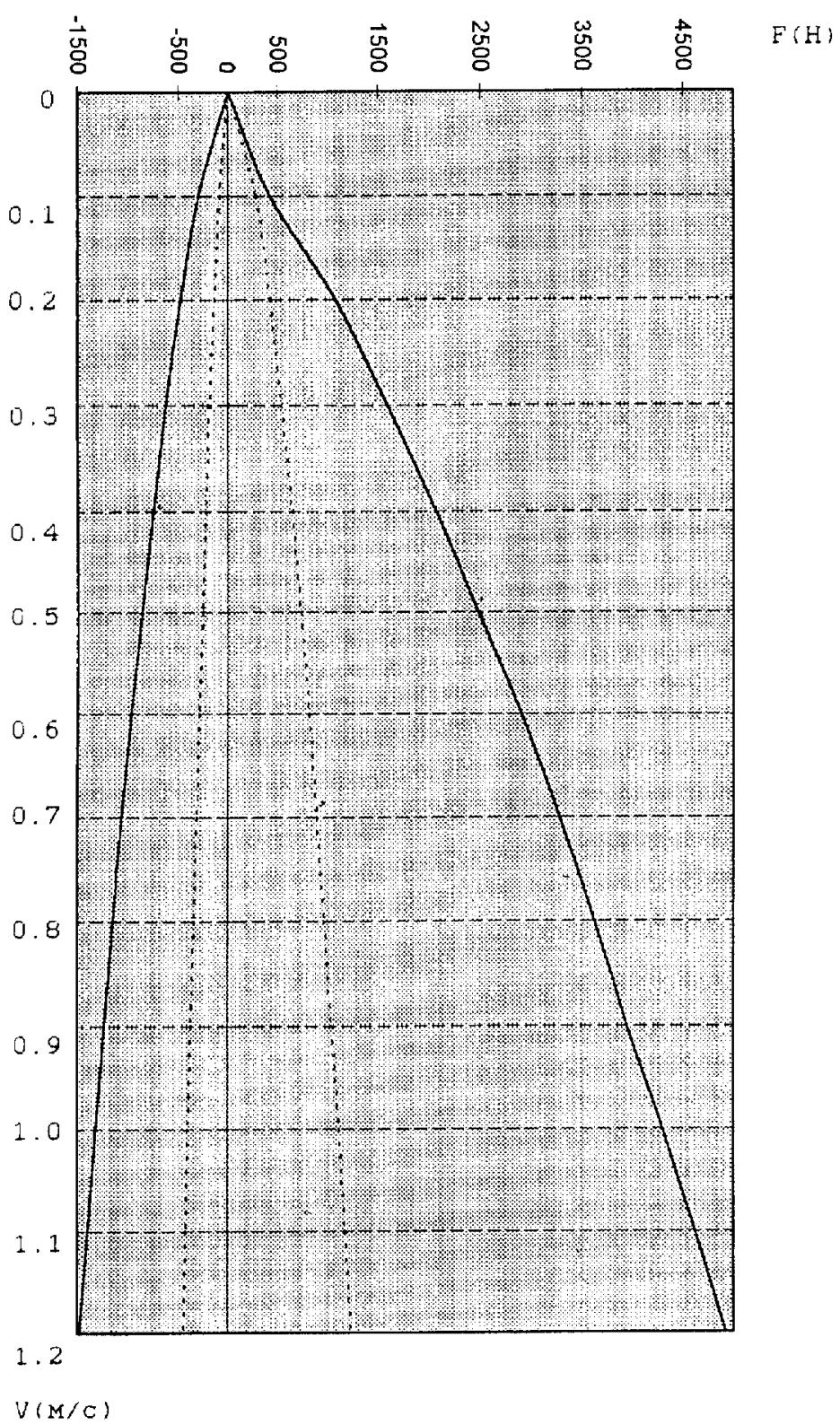


Фиг. 10.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

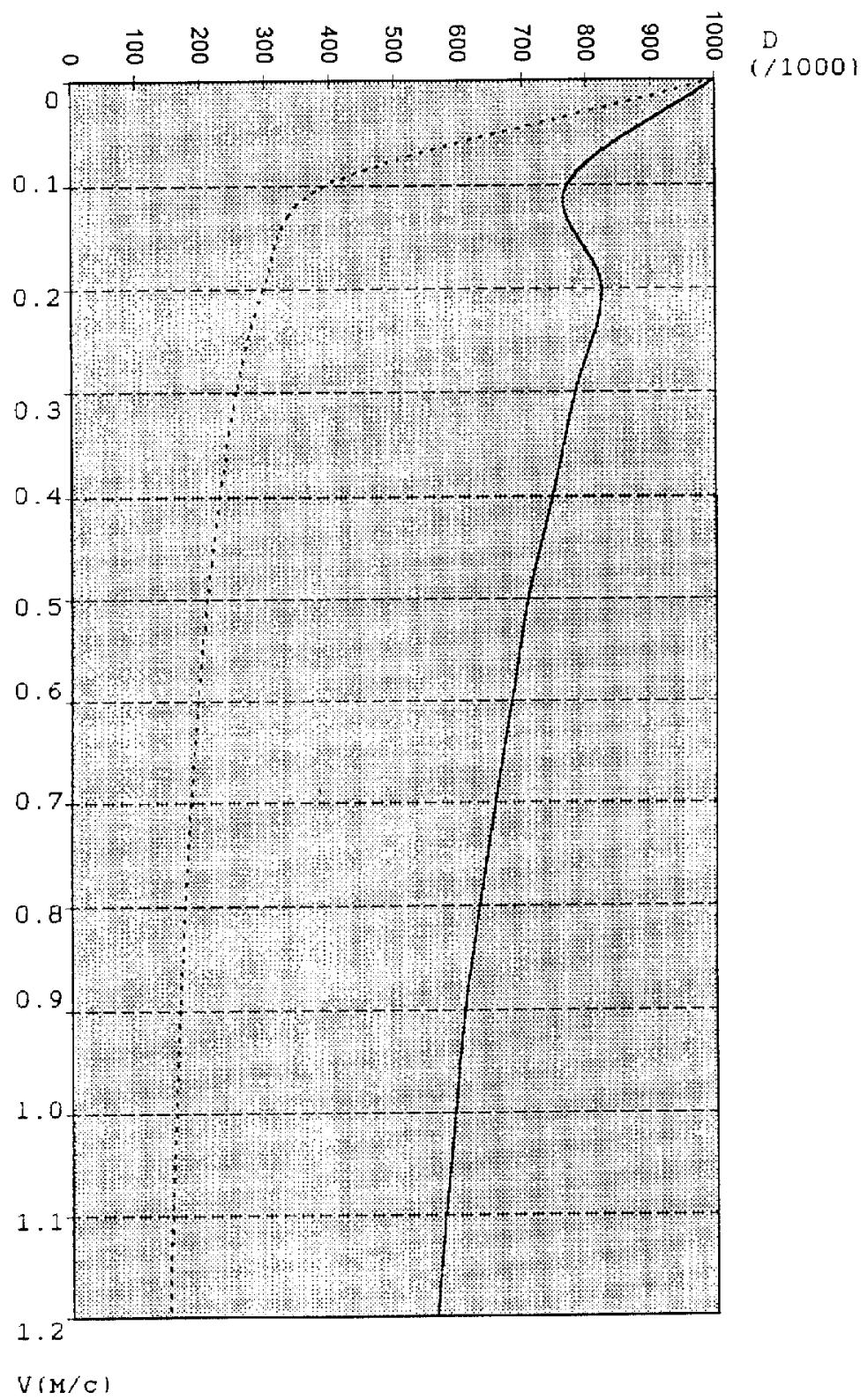
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 11.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

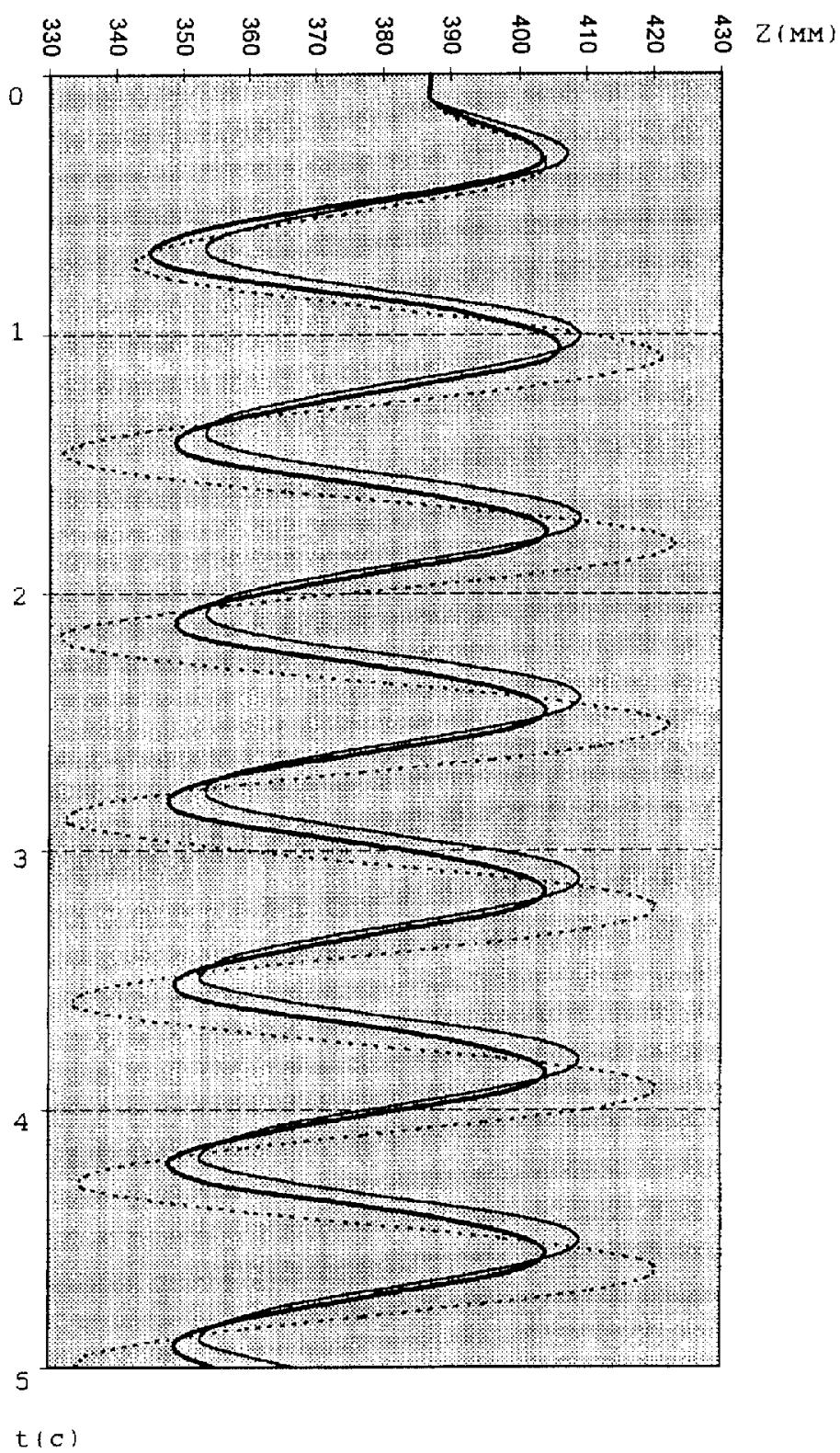
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 12.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

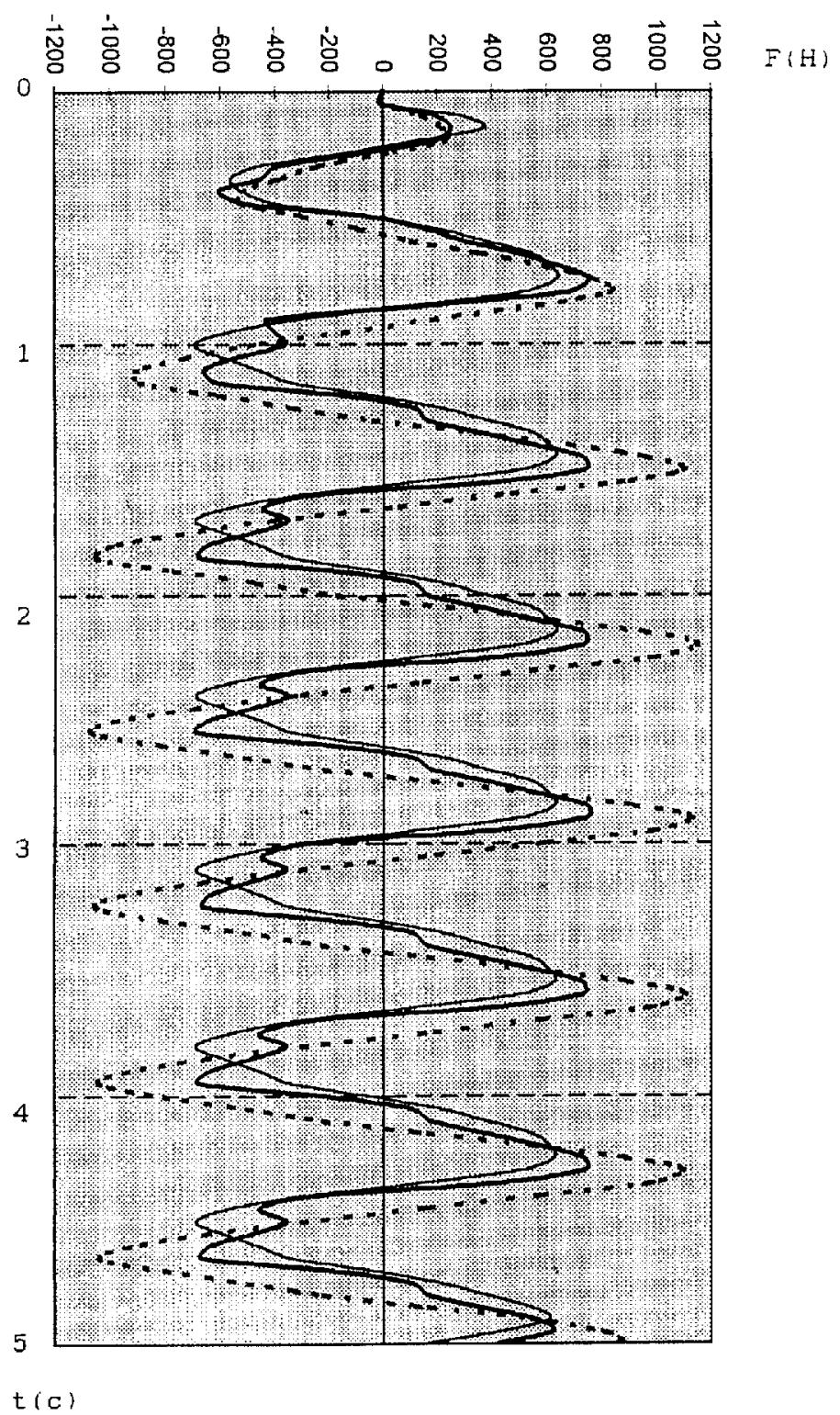
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 13.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

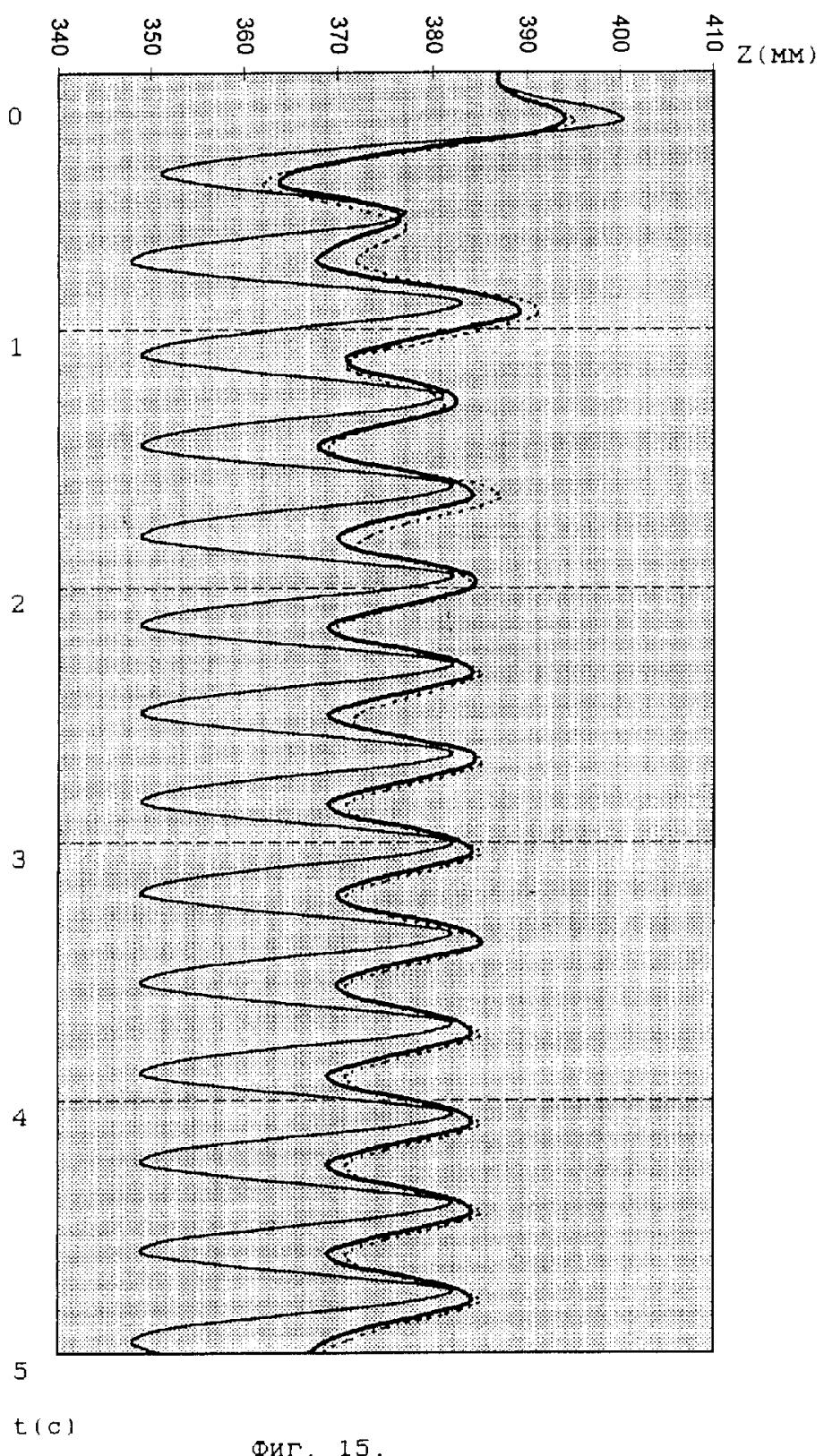
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 14.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

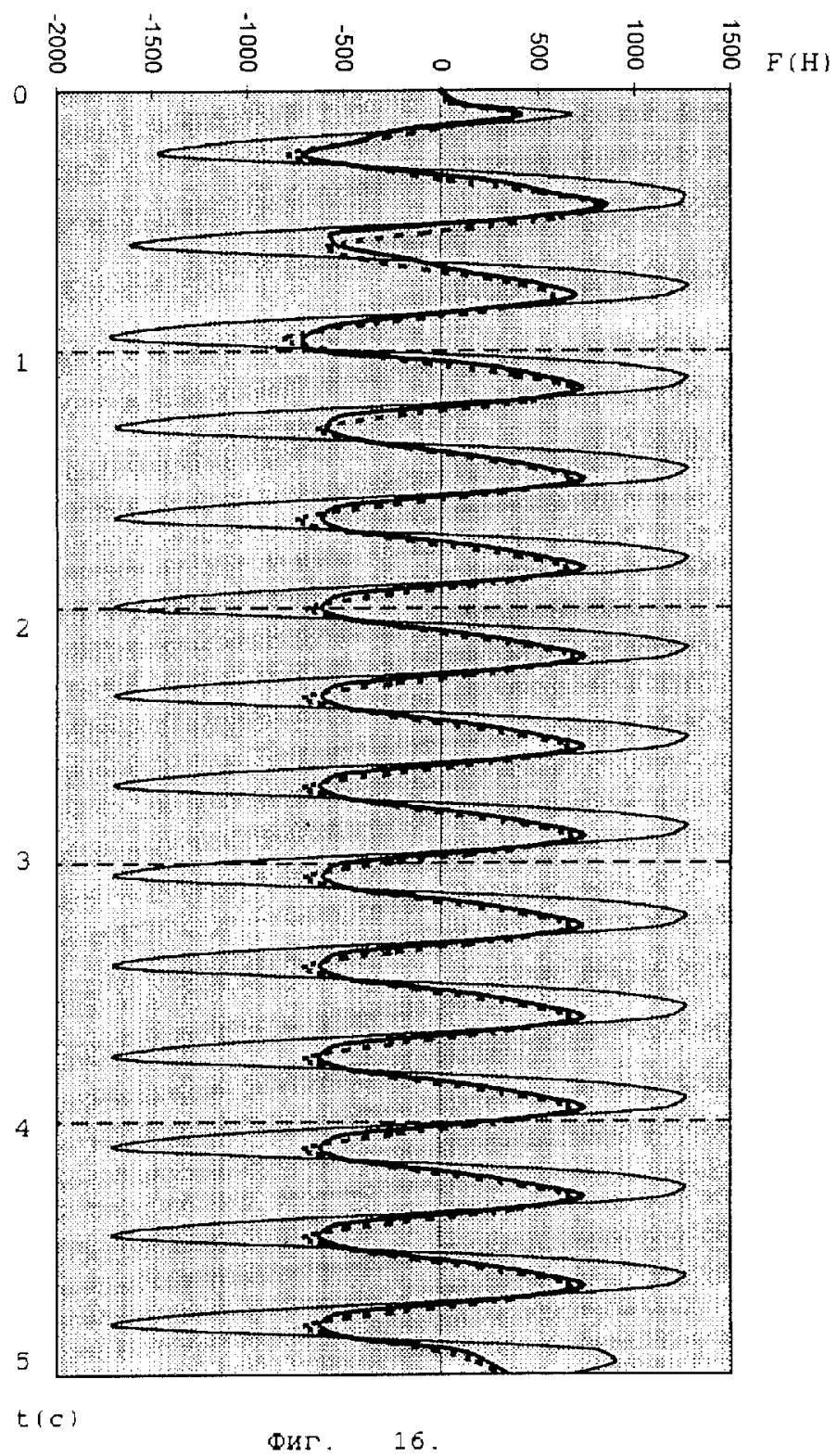
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 15.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

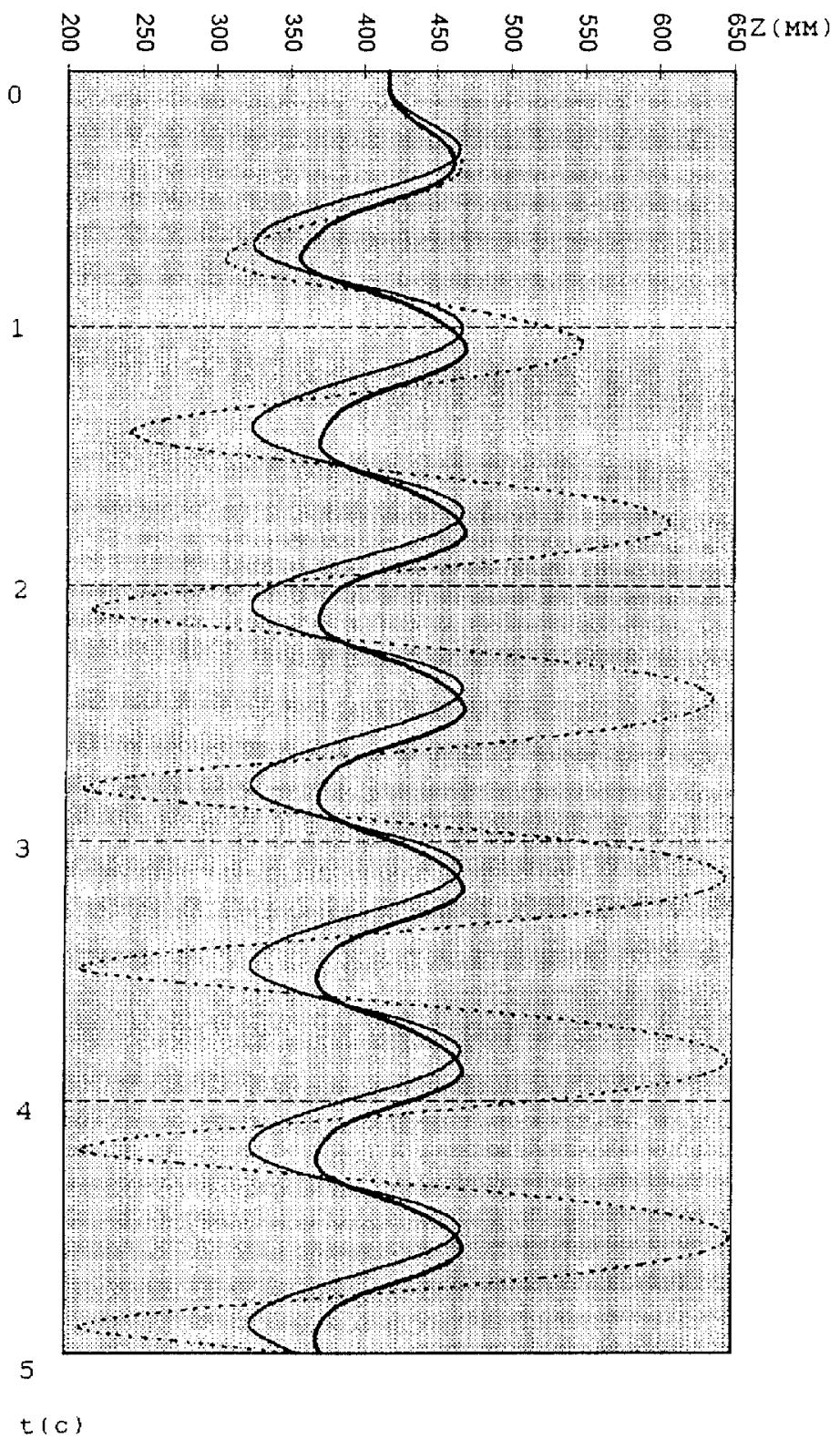
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 16.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

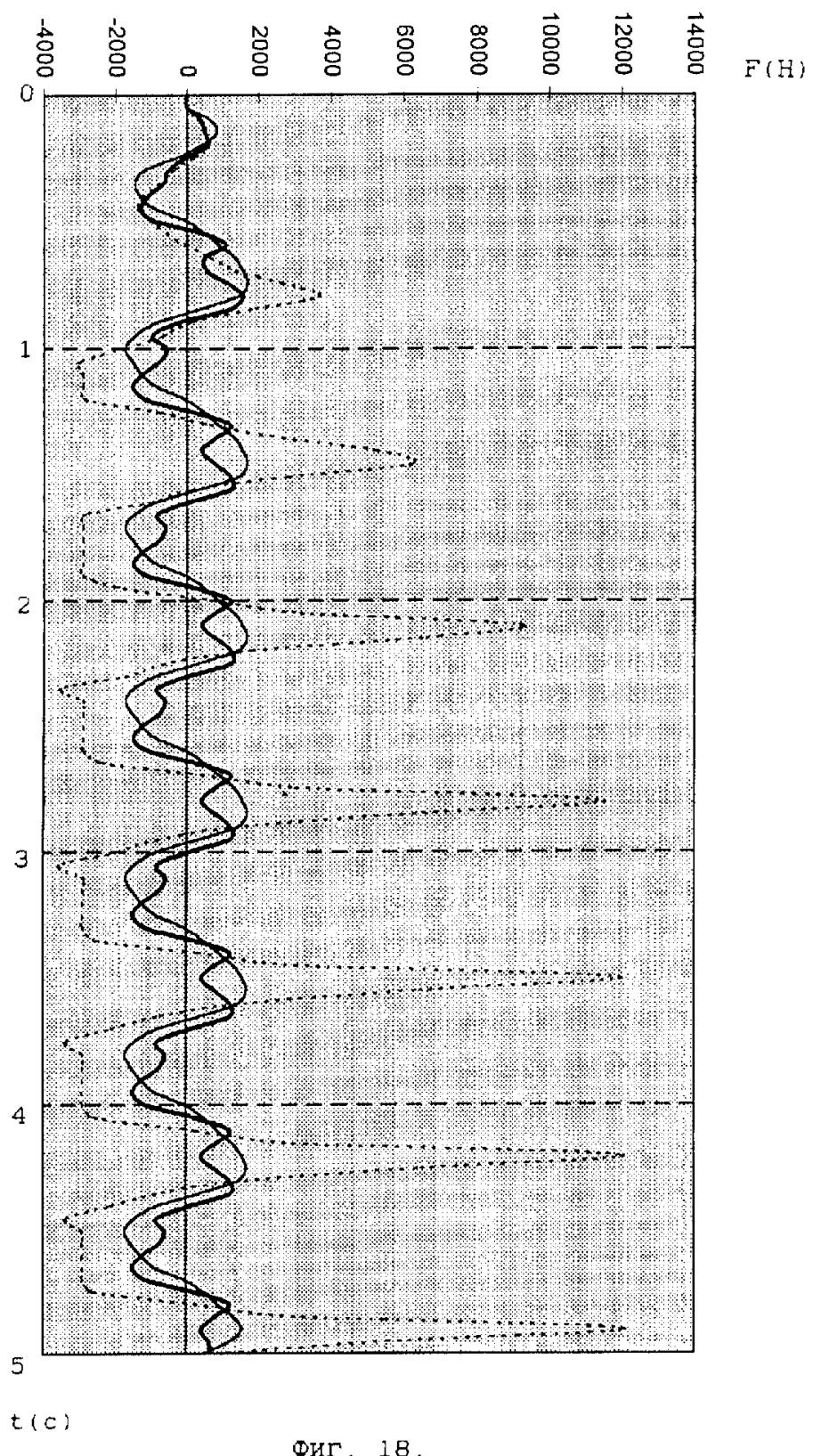
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 17.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

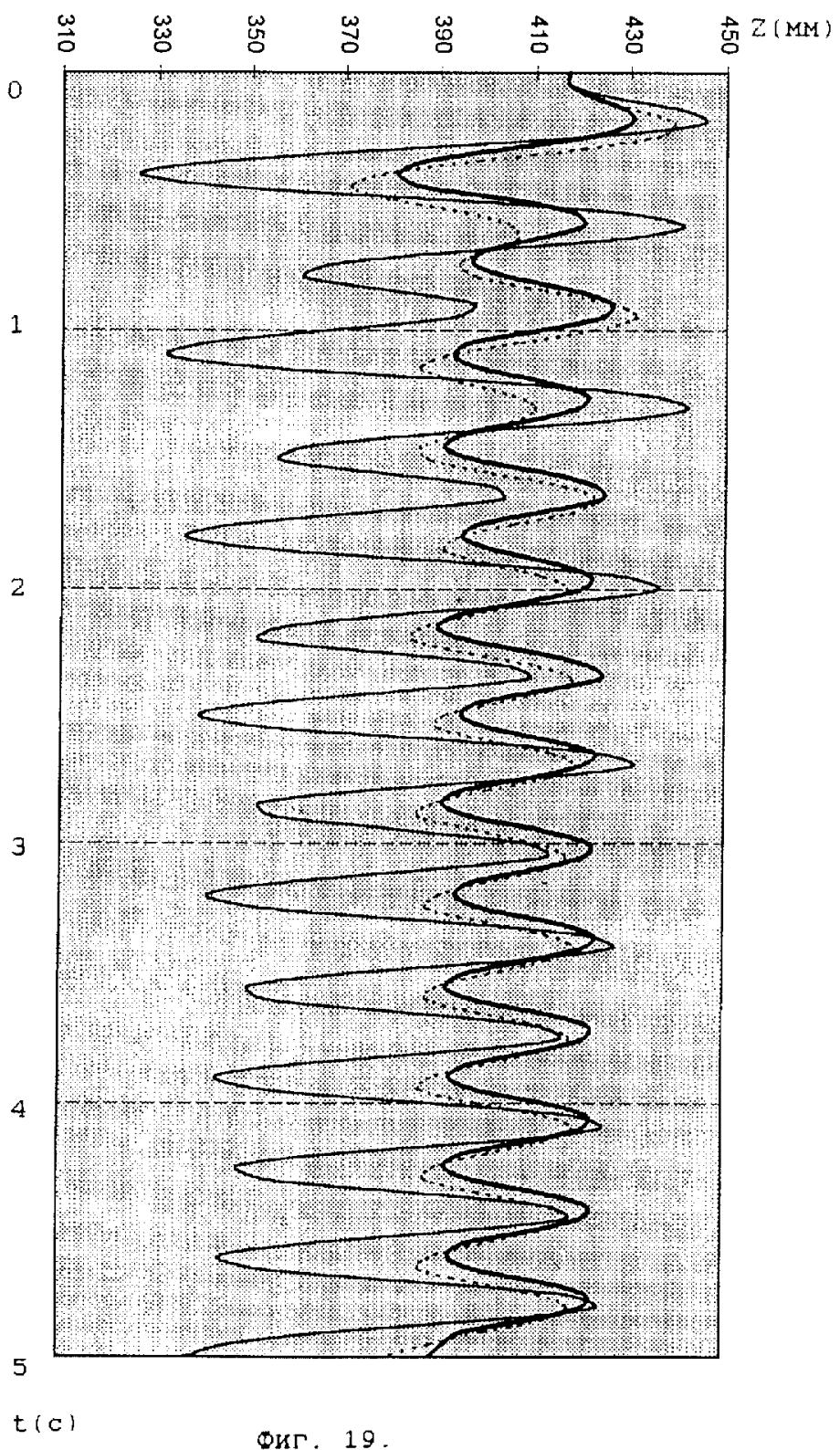
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 18.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

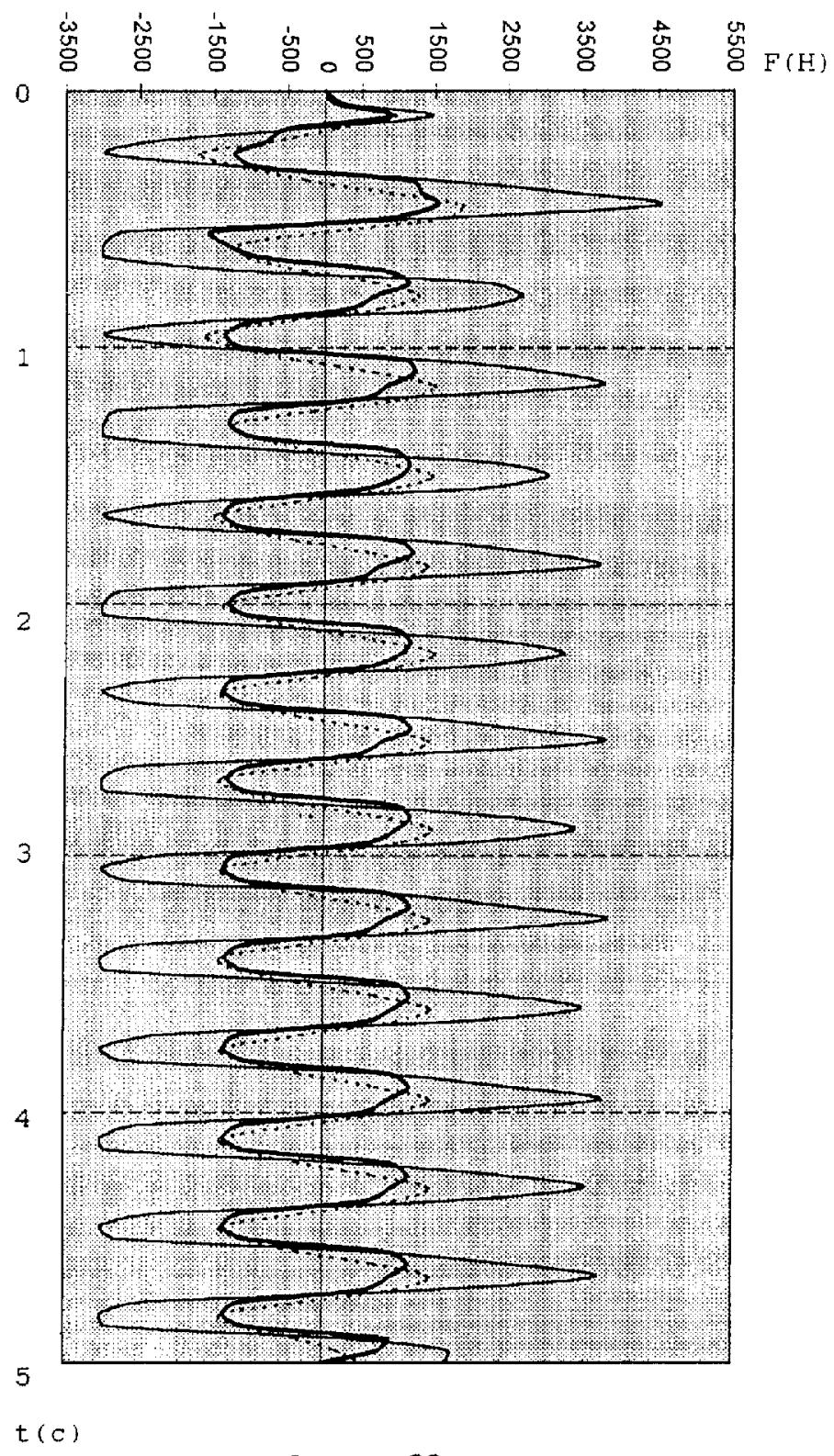
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 19.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

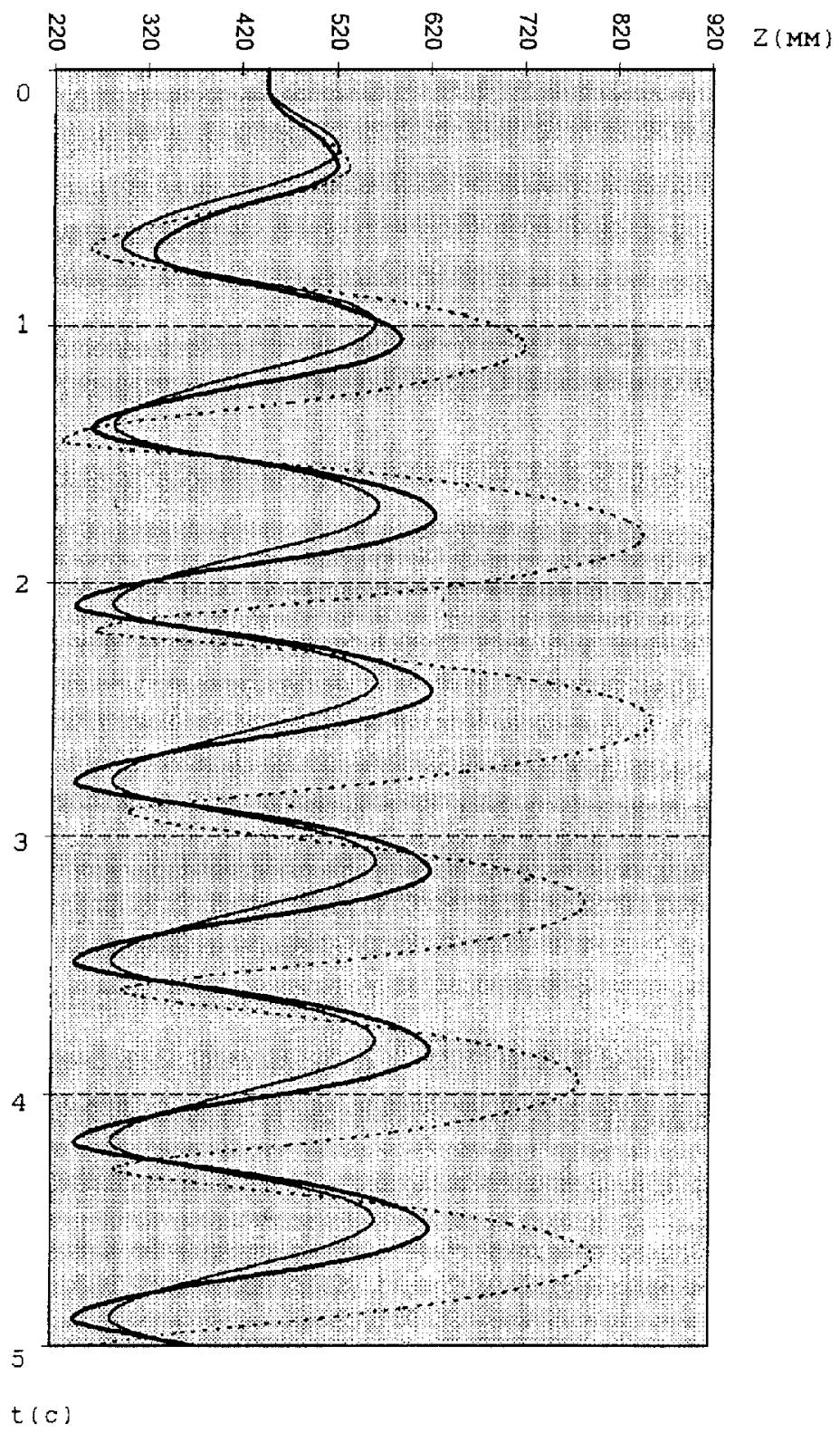
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 20.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

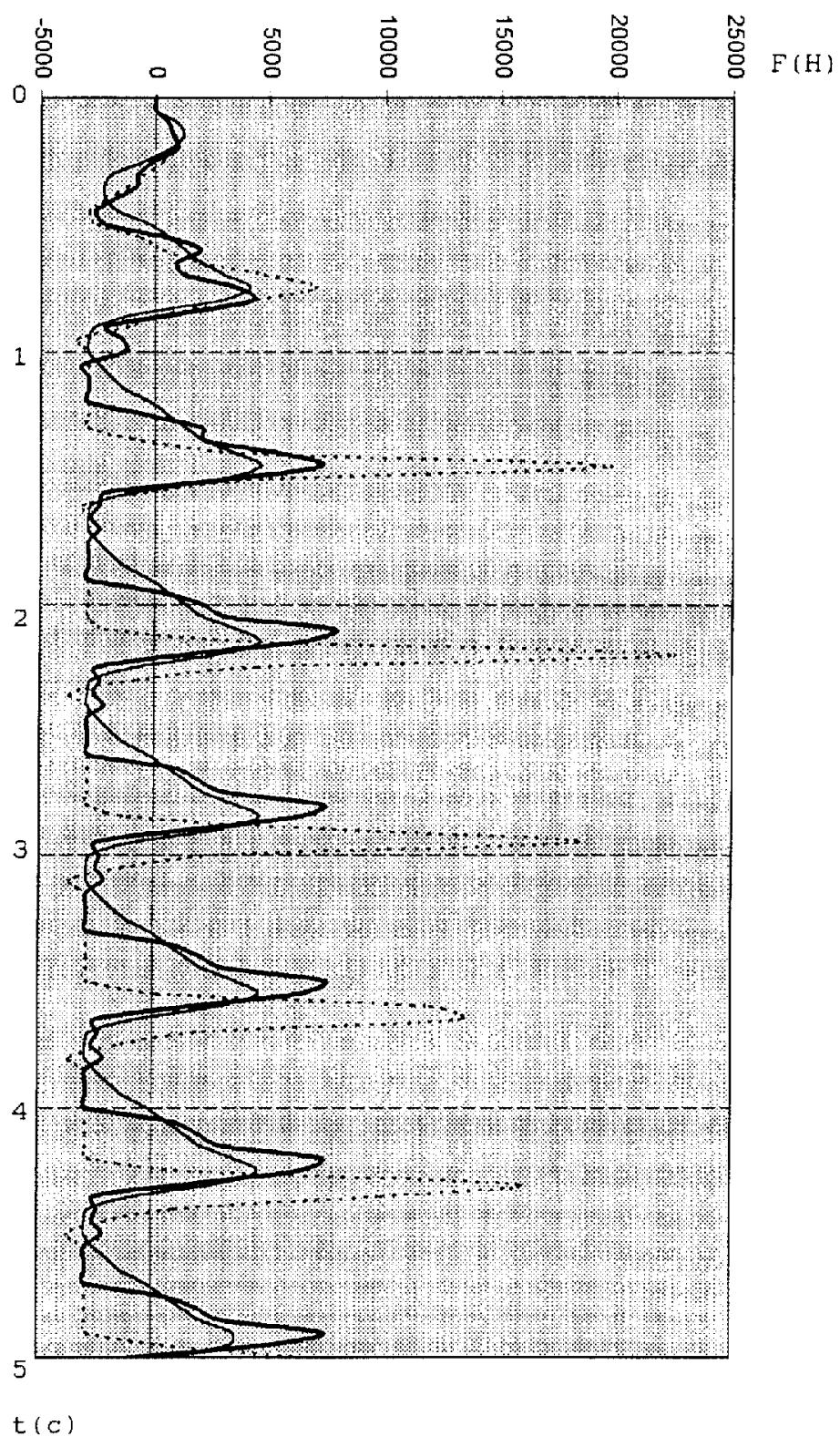
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 21.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

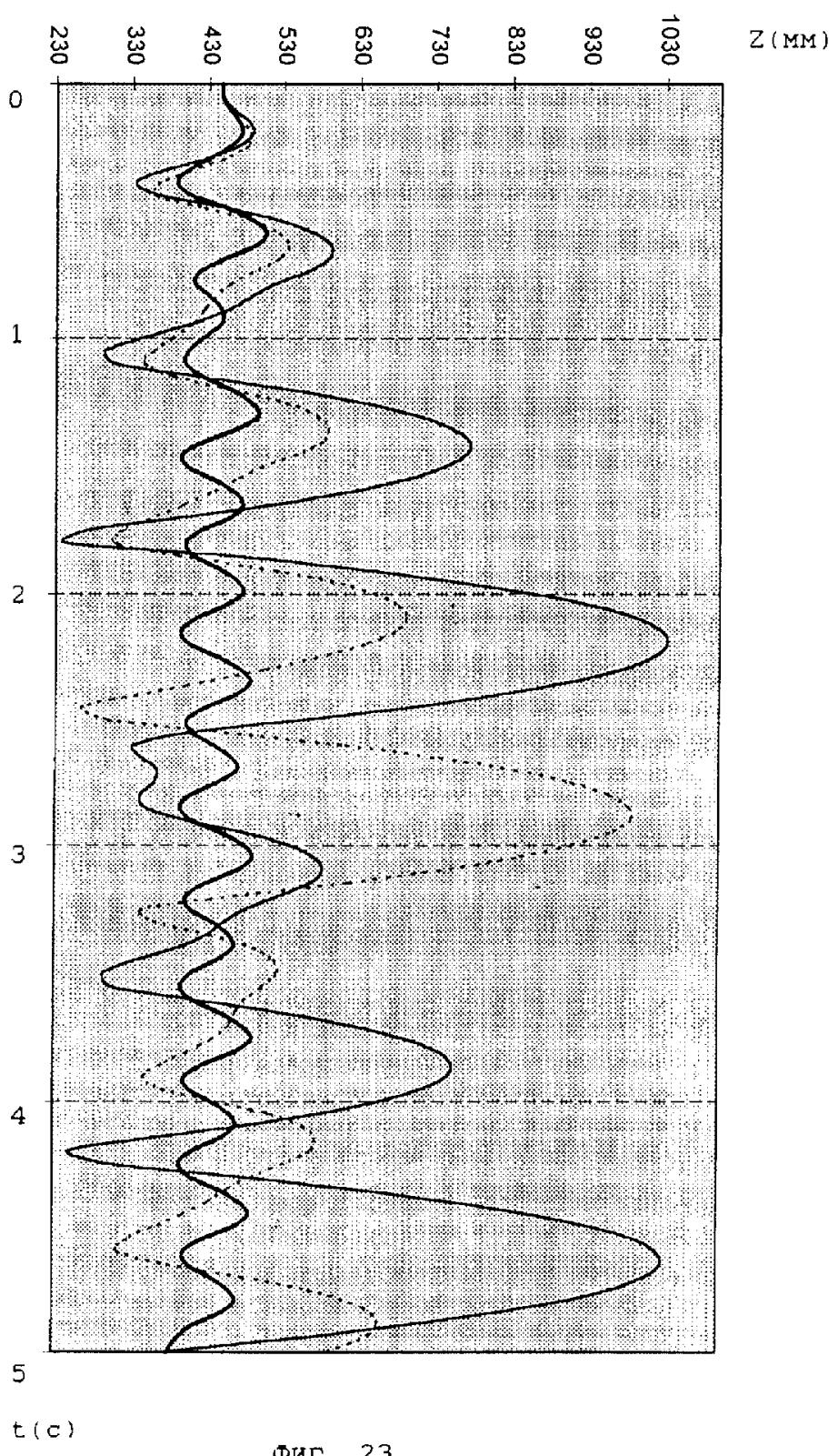
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 22.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

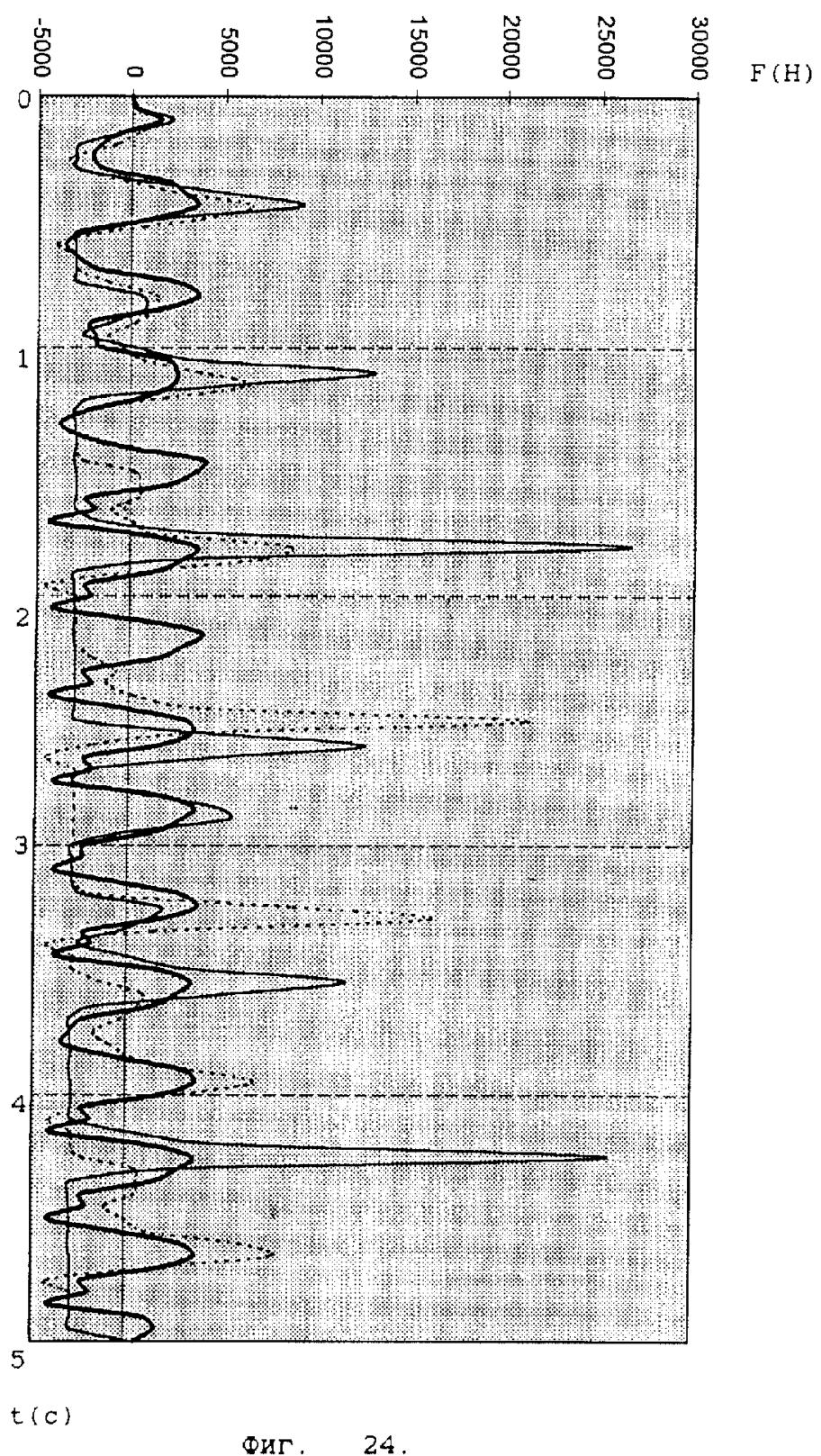
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 23.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

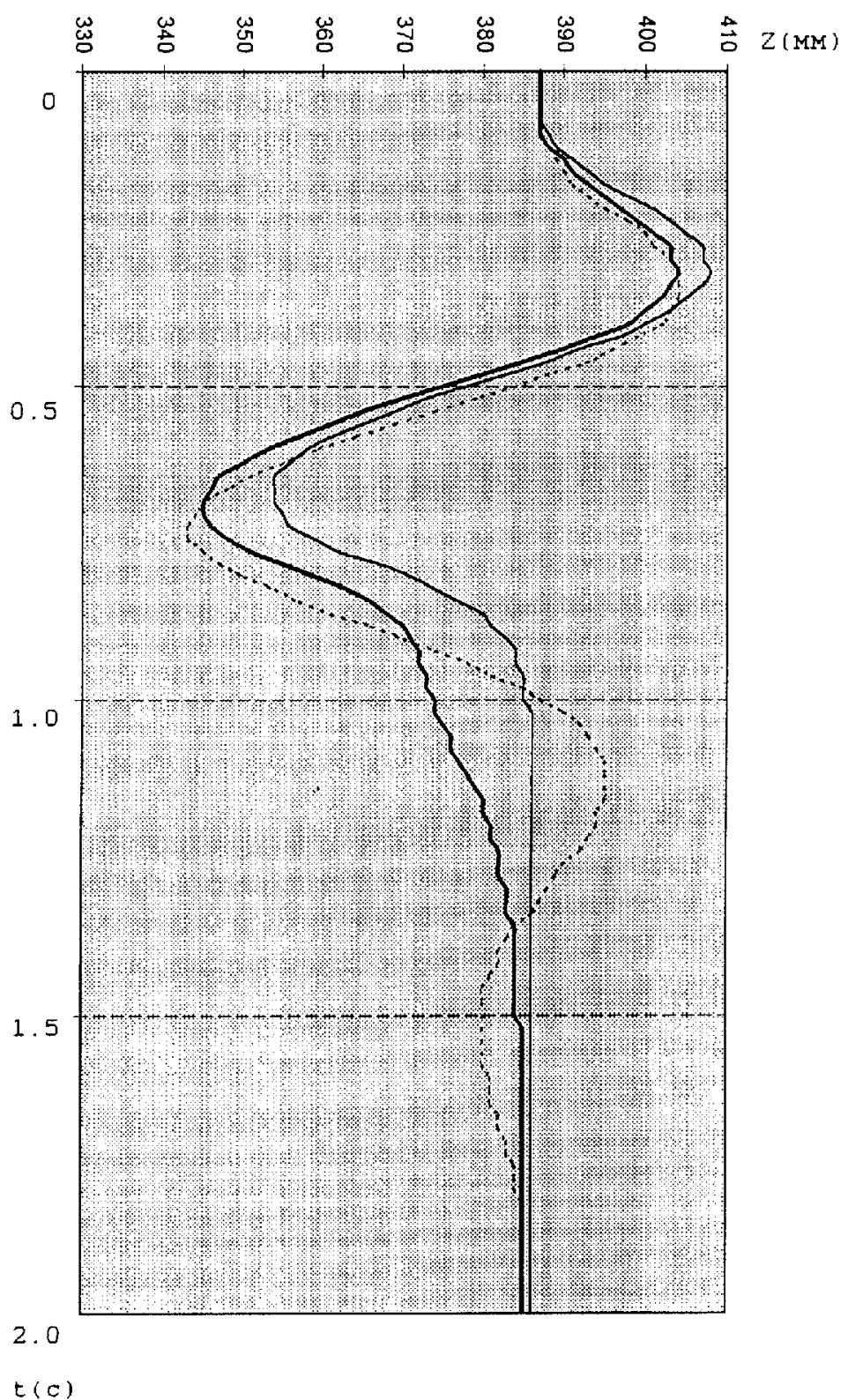
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 24.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

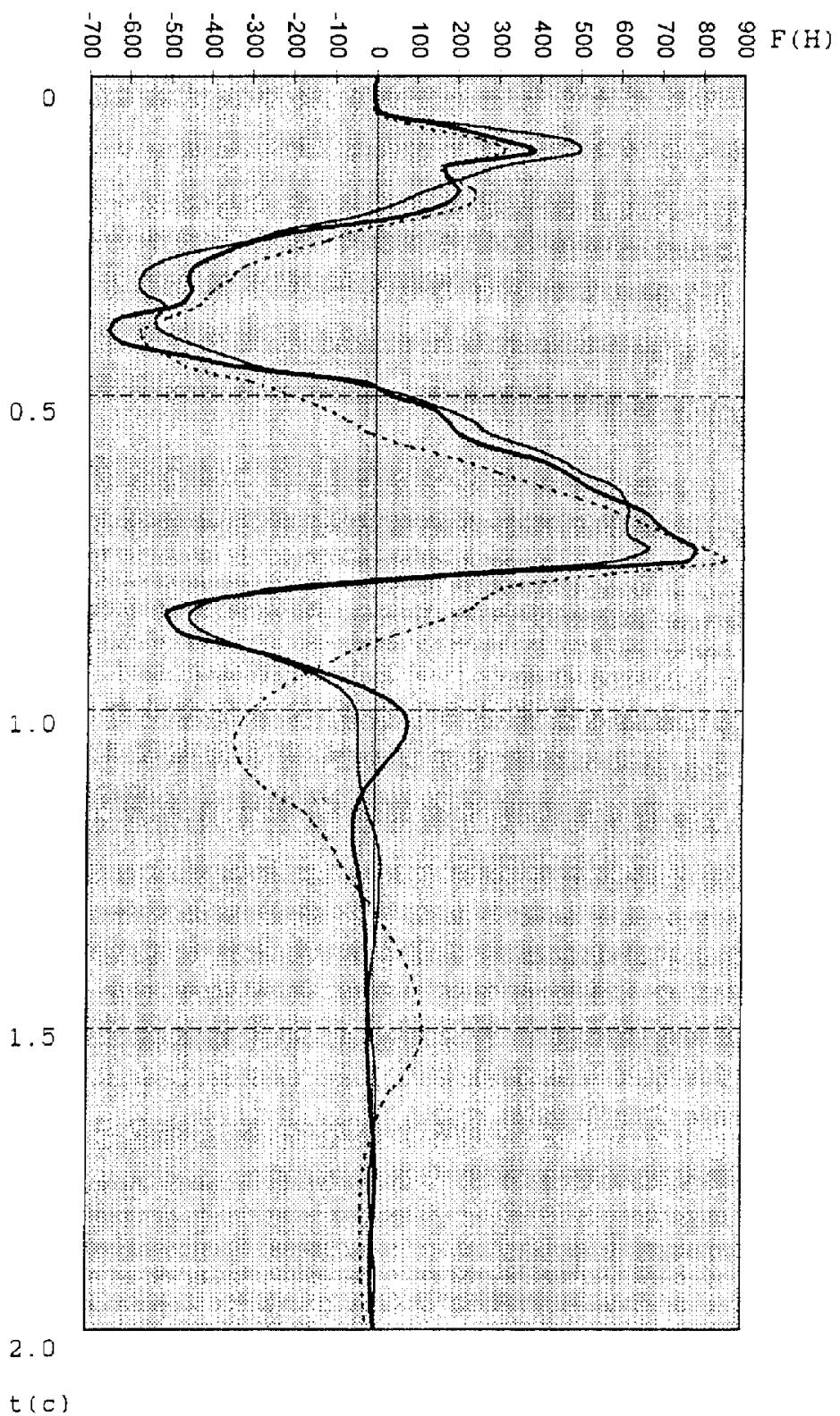
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 25.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

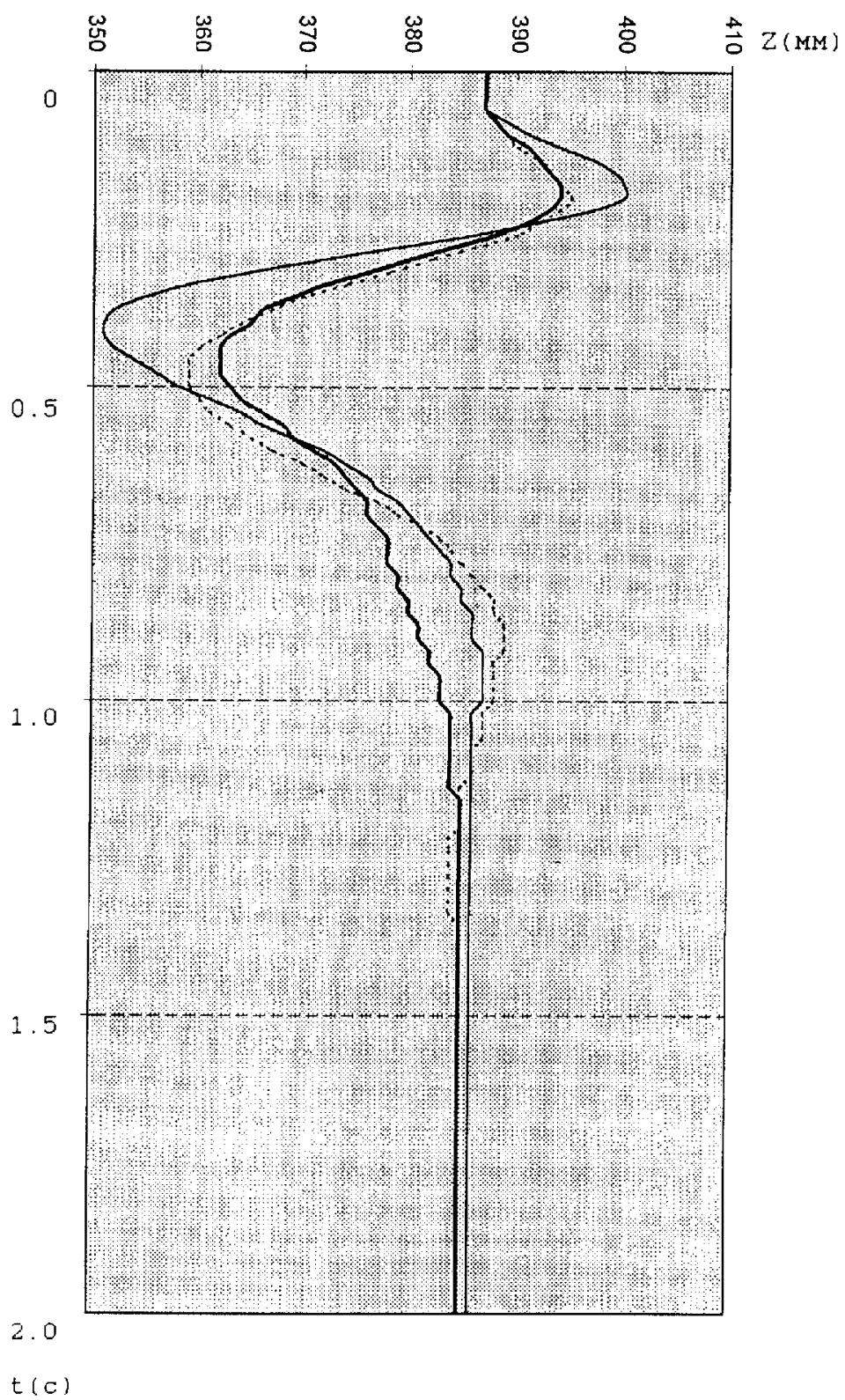
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 26.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

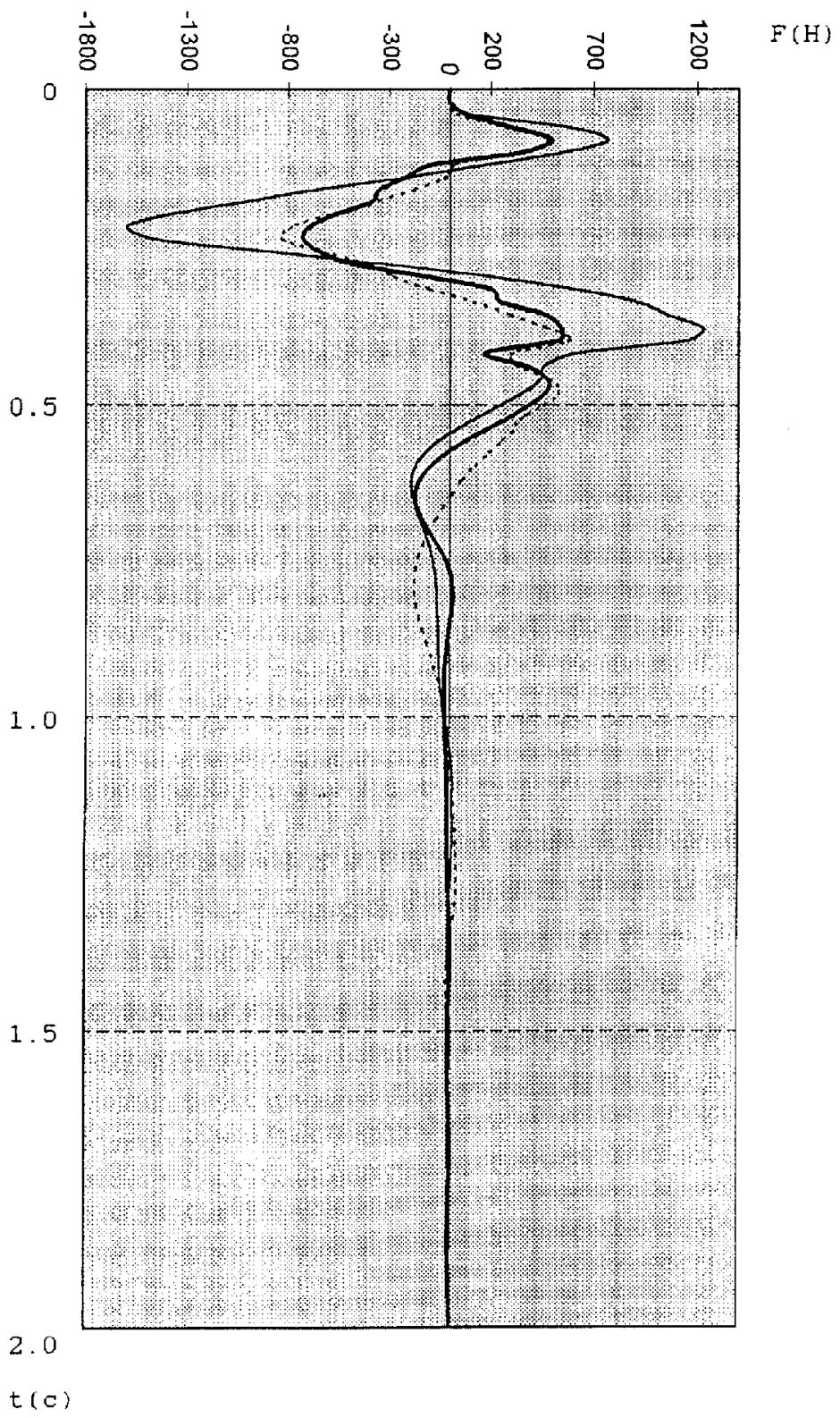
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 27.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

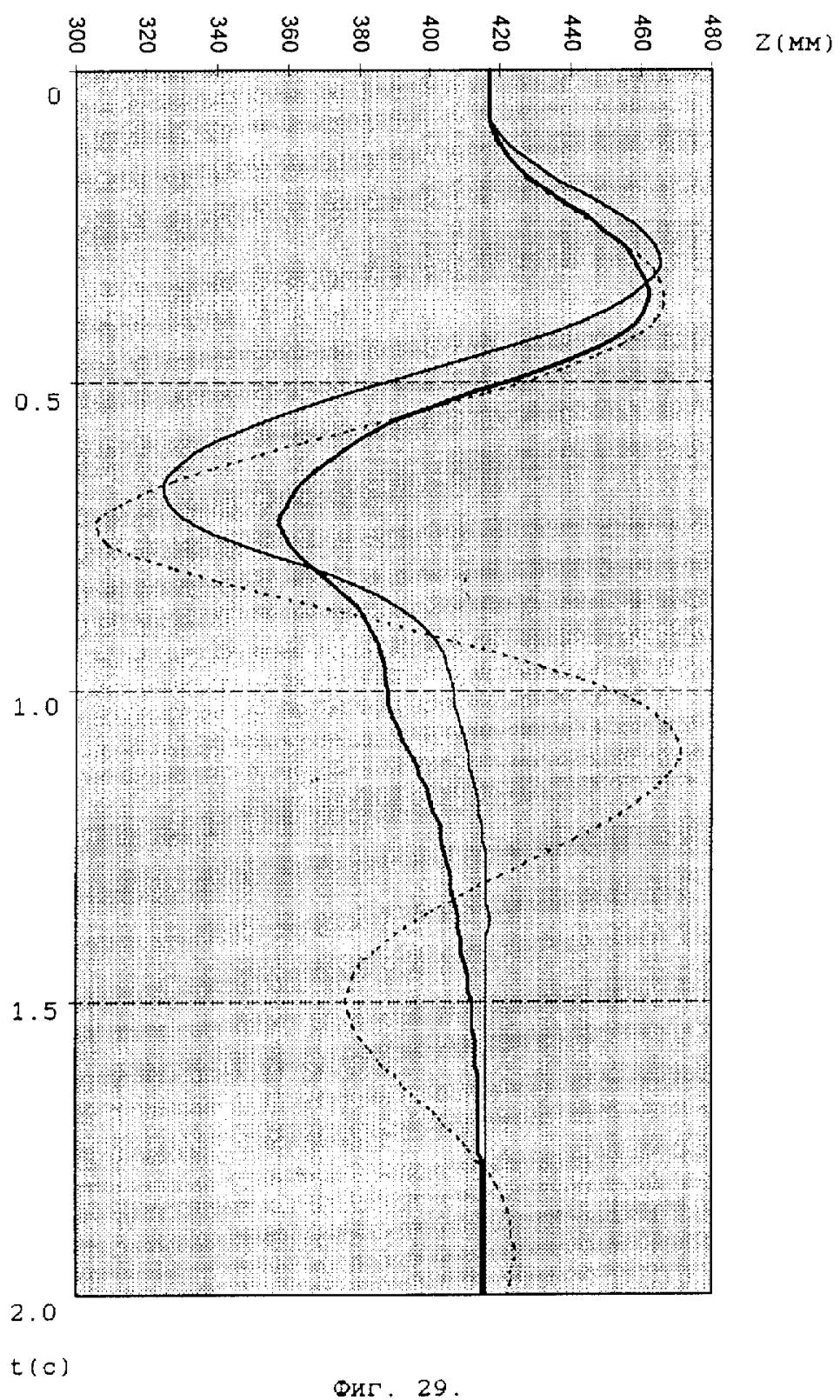
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 28.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

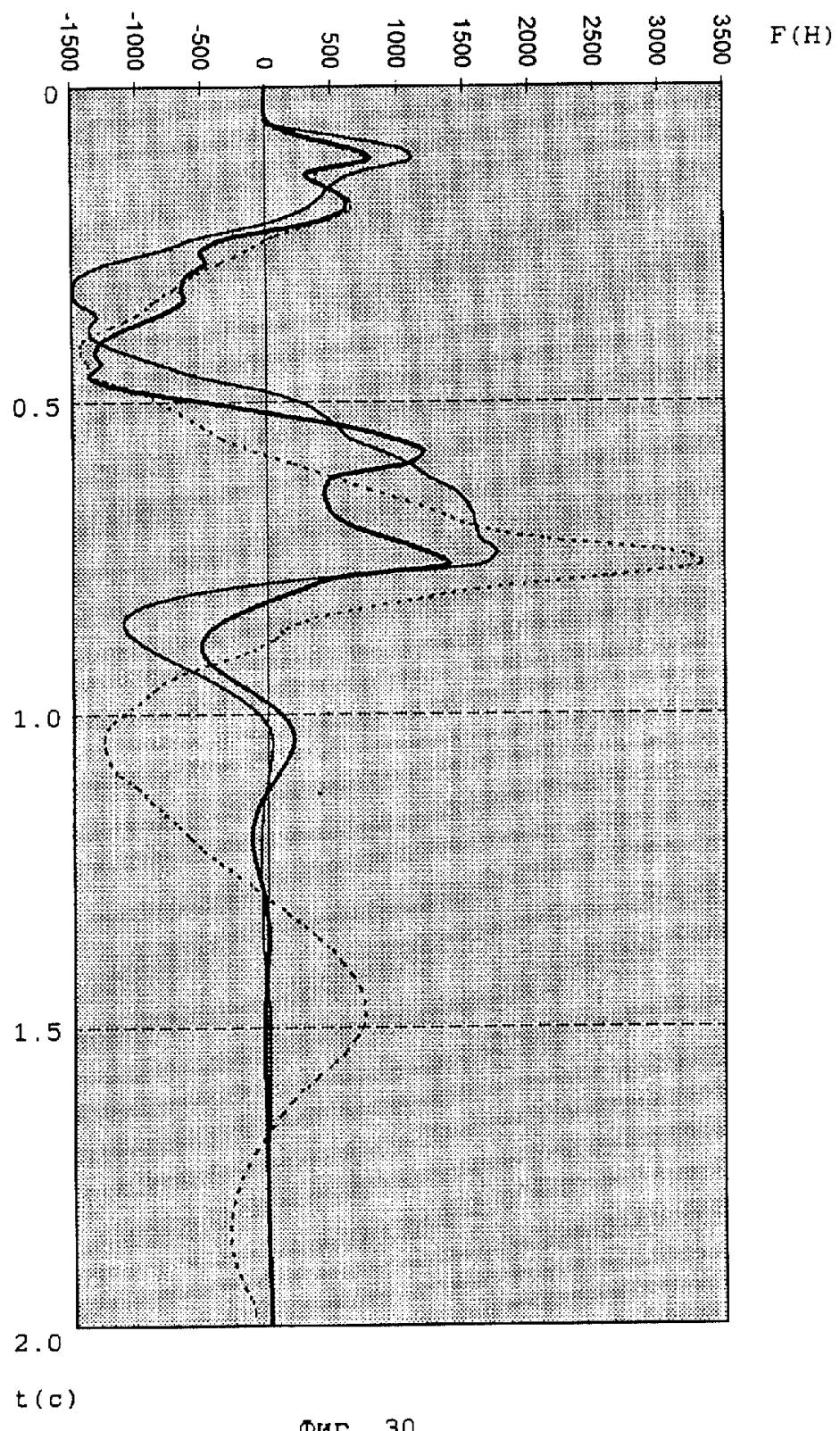
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 29.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

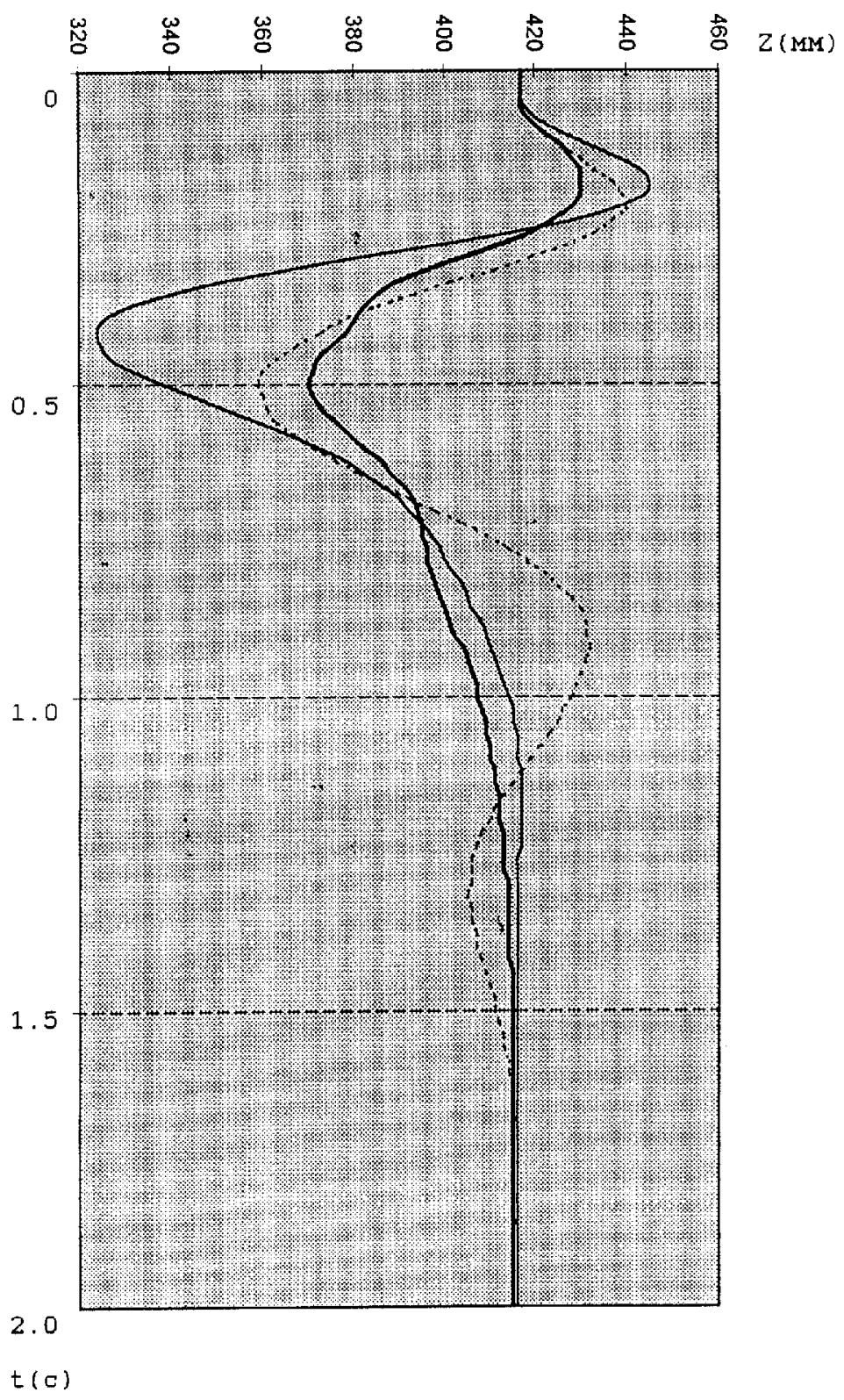
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 30.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

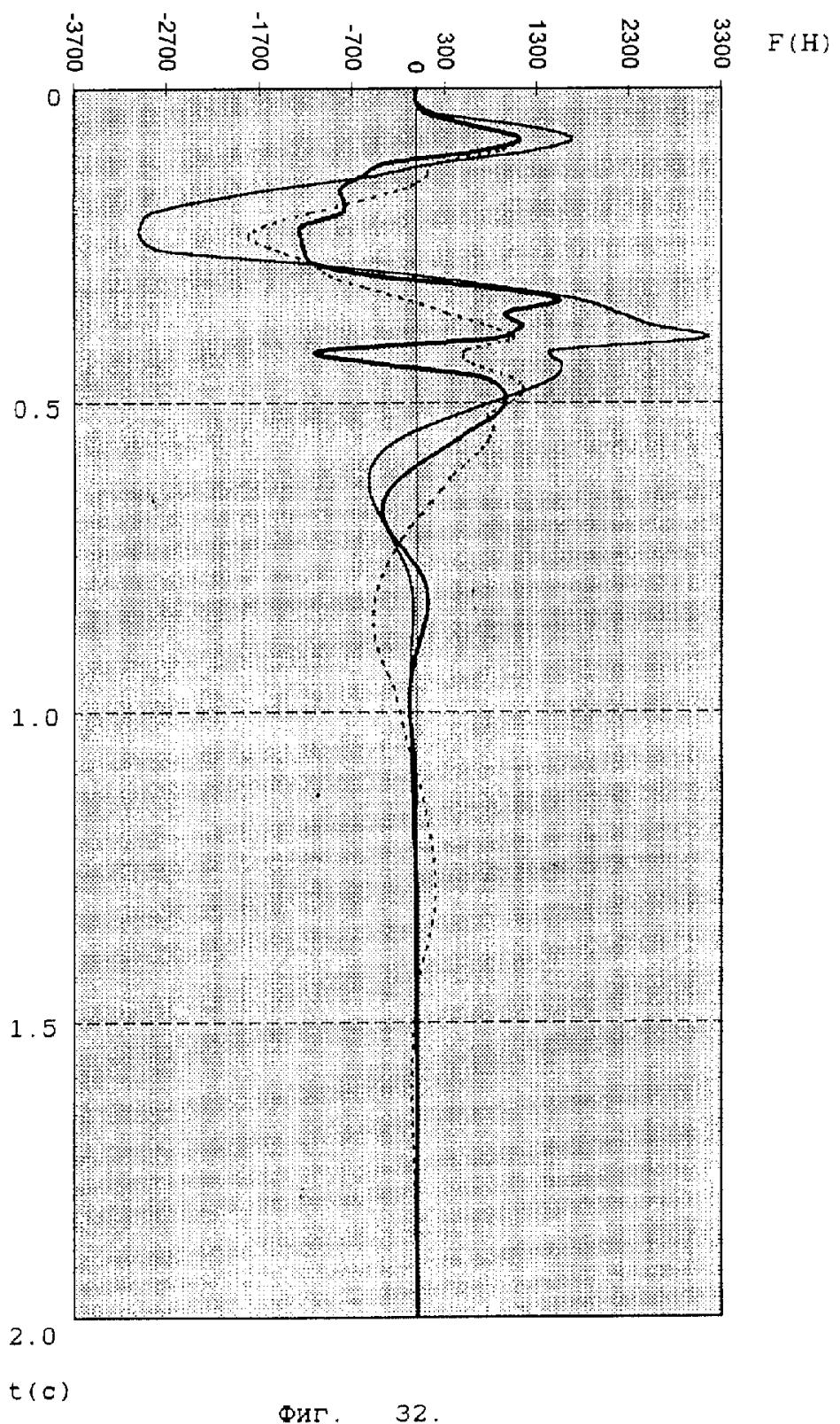
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 31.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

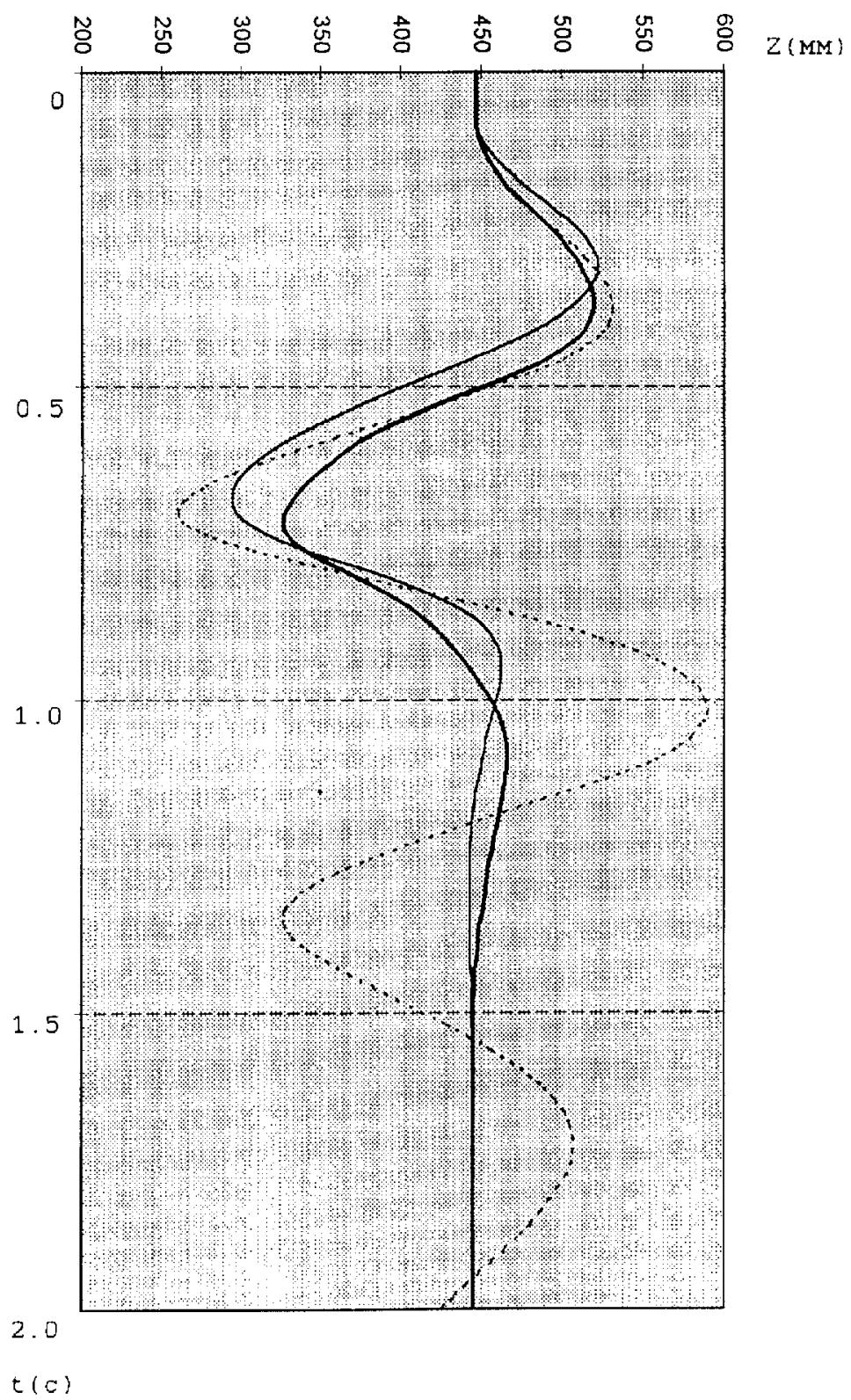
R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 32.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

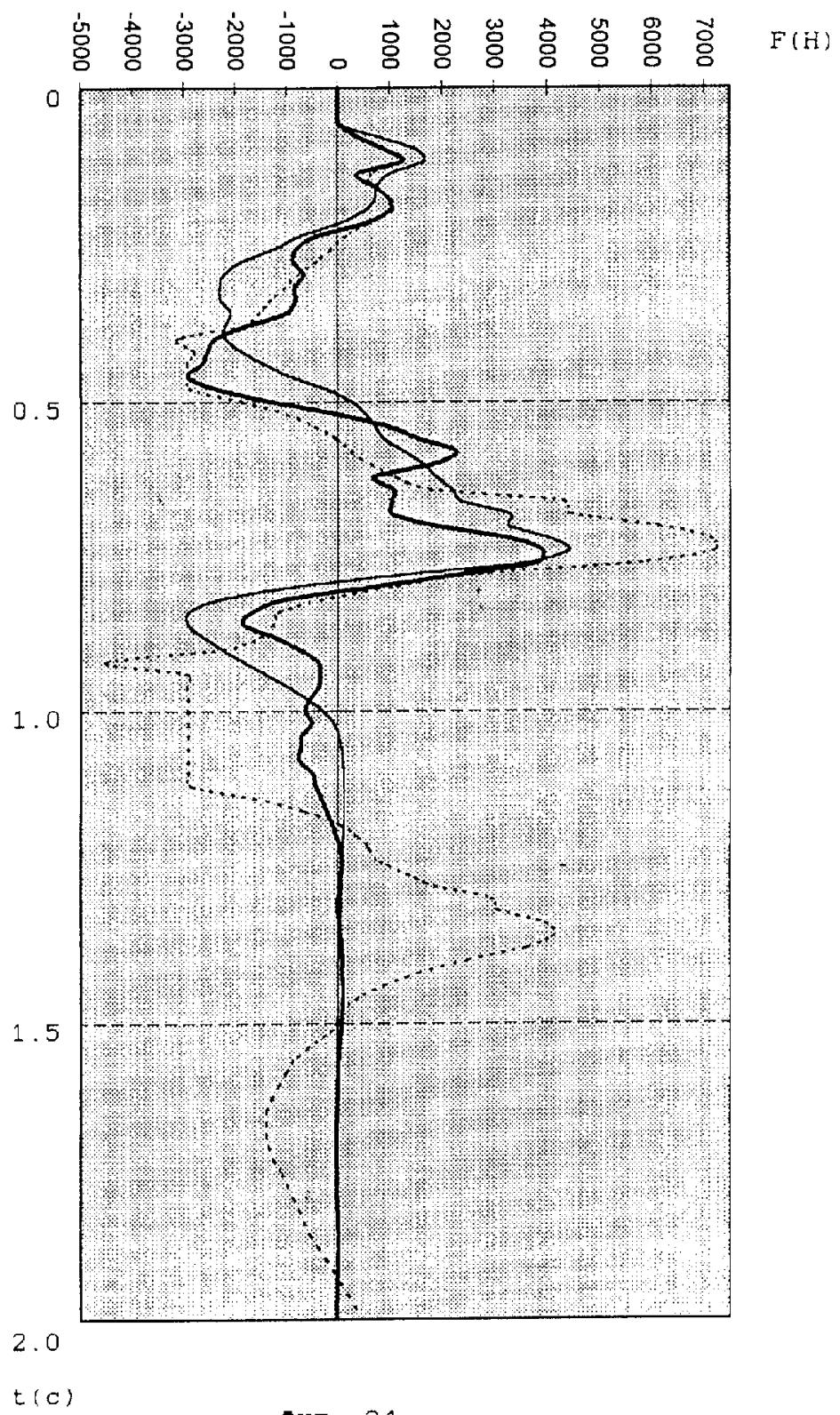
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 33.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

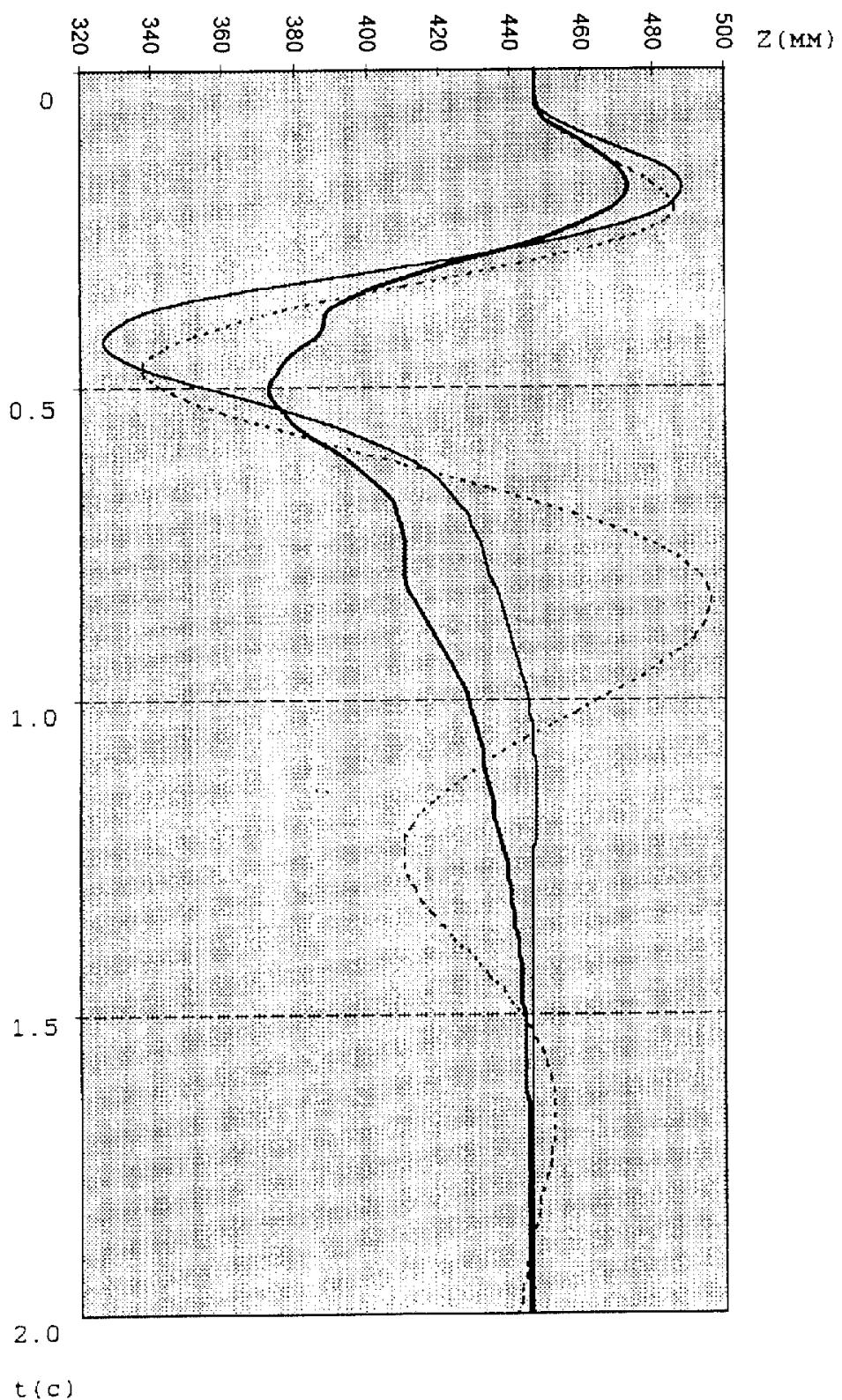
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 34.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

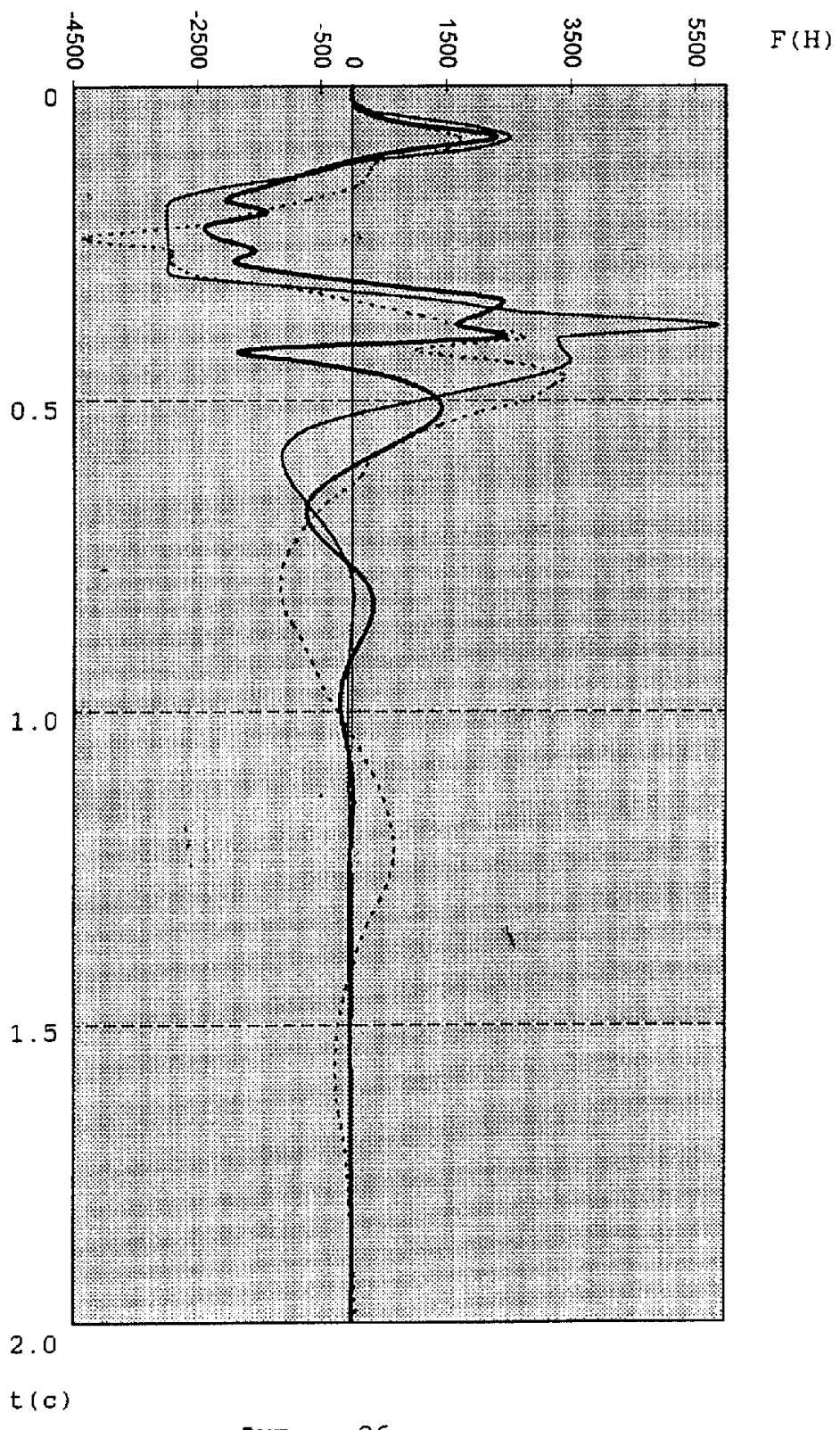
R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



ФИГ. 35.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1

R U ? 1 2 7 6 7 5 C 1



Фиг. 36.

R U 2 1 2 7 6 7 5 C 1