

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045661**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.14

(51) Int. Cl. *A61B 17/22* (2006.01)
A61B 17/32 (2006.01)

(21) Номер заявки
202391520

(22) Дата подачи заявки
2021.12.20

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛИТОТРИПСИИ, СИСТЕМА ЛИТОТРИПСИИ И СПОСОБ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛИТОТРИПСИИ**

(31) **10 2020 134 602.6**

(56) US-A1-2014371636
DE-A1-3826414

(32) **2020.12.22**

(33) **DE**

(43) **2023.08.15**

(86) **PCT/EP2021/086873**

(87) **WO 2022/136311 2022.06.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КАРЛ ШТОРЦ СЕ ЭНД КО. КГ (DE)

(72) Изобретатель:
**Фондер Мариус, Гльогглеер Бернхард,
Хиндинг Томас, Хубер Флориан,
Краттигер Бит (DE)**

(74) Представитель:
Рыбина Н.А. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к устройству для литотрипсии, содержащему удлиненный зонд (1), который может вставляться во внутренние области тела человека или животного, и узел привода для отклонения зонда (1), который расположен на ближней части (3) зонда (1), причем узел привода содержит блок (2) ультразвукового преобразователя для возбуждения ультразвуковых колебаний в направлении продольной протяженности зонда (1), и узел привода содержит отклоняющее устройство (64) для приложения изменяющейся со временем силы к зонду (1) в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1). Настоящее изобретение также относится к системе для литотрипсии и к способу работы устройства для литотрипсии.

B1

045661

045661

B1

Настоящее изобретение относится к устройству для литотрипсии согласно вводной части п.1, в частности устройству для интракорпоральной литотрипсии посредством ультразвуковых колебаний, а также к системе для литотрипсии и способу работы устройства для литотрипсии.

Для удаления камня из тела, например, из мочевых путей, часто сначала необходимым является разрушение камня, чтобы полученные фрагменты можно было легко удалить. Для этой цели, как известно, например, направляют зонд к камню и возбуждают зонд для выполнения продольных ультразвуковых колебаний (т.е. ультразвуковых колебаний, ориентированных в продольном направлении), которые, когда зонд входит в контакт с камнем, вызывают разрушение фрагментов, чтобы таким образом подвергать абляции или разбивать камень. Однако было показано, что действие абляции или разбивания зондом является недостаточным во всех применениях, если оно действует на камень только с помощью продольных ультразвуковых колебаний.

Согласно документу DE 2053982 предоставлено устройство с изогнутым носиком для превращения кистозных, уретральных и почечных конкрементов в безвредные, которое соединено с преобразователем энергии и с помощью которого осевые колебания зонда отчасти превращаются в изгибные колебания. Документ US 3830240 раскрывает, что ультразвуковой преобразователь соединен с катетером посредством соединительной части, причем продольное движение превращается в поперечное движение посредством расположенного сбоку винта или вставки катетера сбоку в соединительную часть. Согласно документу DE 3826414 A1 устройство для ультразвуковой терапии имеет ультразвуковой вибратор для генерации ультразвуковых колебаний в осевом направлении устройства и в направлении, отличном от осевого направления, причем пьезоэлектрические элементы ультразвукового вибратора имеют неоднородную толщину или предварительное напряжение.

Устройство, описанное в документе EP 0421285 A1, для разрушения конкрементов, находящихся в полостях тела, состоит из по меньшей мере одного пьезоэлектрического элемента-преобразователя между отражателем и раструбом, причем ультразвуковые волны направляются на конкременты из раструба посредством сонотрода. Для генерации поперечных и вихревых колебаний, на поверхности раструба обеспечены вдавленности, которые проходят непараллельно его оси симметрии.

Устройство для разрушения камня в теле известно из документа WO 2019/141822 A1, причем устройство содержит зонд и привод для отклонения зонда или для подачи ударного импульса в зонд по его продольной протяженности, при этом привод имеет первое приводное устройство для периодического отклонения зонда и второе приводное устройство для импульсного отклонения зонда. Первое приводное устройство действует на зонд посредством вибрирующей части. Второе приводное устройство содержит электромагнит, который ускоряет бомбардирующую частицу вдоль продольной оси на ударное тело, которое передает ударный импульс на воротниковый элемент зонда. Периодические и импульсные отклонения могут быть наложенными.

Согласно документу US 9421023 B2 устройство для передачи ультразвуковых колебаний содержит раструб, который принимает колебания от исполнительного механизма и ультразвукового волновода, который жестко соединен с раструбом и на котором расположены кнопка "стоп" и две ударно-импульсные массы, каждая с круглым поперечным сечением. Ударно-импульсные массы установлены подвижно на ультразвуковом волноводе. Такой удар ударно-импульсной массы на кнопку "стоп", при котором боковая область ударно-импульсной массы ударяет по краю кнопки "стоп", вызывает низкочастотные ударные импульсы, которые проходят как продольно, так и поперечно относительно центральной оси ультразвукового волновода и приводят к одновременному продольному и поперечному отклонению дальнего конца трубки волновода.

Упомянутые устройства не всегда являются удовлетворительными в отношении эффекта абляции или разрушения. В частности, при обработке камня в теле действие зонда может ухудшаться после прохождения некоторого времени или может доходить до фактического прекращения, при этом продлевая рабочее время, и/или камень может покидать рабочее поле, требуя смены места и повторной настройки зонда, что может аналогично приводить к увеличению рабочего времени. Кроме того, некоторые из устройств, упомянутых выше, имеют высокий уровень сложности и не являются оптимальными в отношении очистки и стерилизации.

Целью настоящего изобретения является улучшение уровня техники. В частности, целью настоящего изобретения является сделать доступным устройство для литотрипсии, систему для литотрипсии и способ работы устройства для литотрипсии, при этом избегая вышеуказанных недостатков насколько это возможно, и, в частности, улучшить эффективность и, таким образом, снизить рабочее время и/или достичь более простой конструкции.

Эта цель достигается с помощью устройства для литотрипсии по п.1, системой для литотрипсии по п.18 и способом по п.19. Предпочтительные усовершенствования настоящего изобретения указаны в зависимых пунктах формулы.

Настоящее изобретение относится к устройству для литотрипсии, в частности устройству для интракорпоральной литотрипсии с помощью ультразвуковых колебаний. Устройство согласно настоящему изобретению сконструировано для разрушения конкрементов в теле человека или животного, в частности для дробления и/или абляции камня из тела с помощью зонда, подведенного к камню, через природ-

ное или искусственное отверстие в теле. Примерами таких камней являются почечные конкременты, конкременты мочевого пузыря в мочеточнике, кистозные конкременты, конкременты желчного пузыря или слюнные конкременты. Путем дробления или абляции камня его можно разрушить таким образом, что полученные фрагменты можно было легко удалить из тела, например, вымыванием и отсасыванием. Устройство согласно настоящему изобретению можно также использовать для абляции и/или дробления других конкрементов или твердых объектов внутри или снаружи тела.

Устройство для литотрипсии согласно настоящему изобретению содержит удлиненный зонд, который имеет возможность вставки во внутренние области тела человека или животного. Зонд сконструирован таким образом, что при использовании устройства его можно вставлять во внутреннюю часть тела и приводить в контакт с камнем в теле. Зонд сконструирован для передачи ультразвуковых колебаний и предпочтительно состоит из металлического материала, например, нержавеющей стали. В частности, зонд может возбуждаться, чтобы передавать ультразвуковые волны, например, в виде стоячих волн. В зависимости от применения зонд может быть жестким, полужестким или гибким. Зонд предпочтительно является гибким и имеет размеры для вставки через стержень эндоскопа, например, нефроскопа, который для этой цели может иметь соответствующий канал. Зонд может быть сплошным или может быть сконструирован как полый зонд, причем полый зонд также обеспечивает отсасывание фрагментов камня, обработанных зондом. В частности, такой зонд, также называется сонотродом.

Узел привода расположен на ближней части зонда, т.е. части около пользователя. Ближняя часть может быть ближней концевой частью зонда. Ближняя часть зонда, в частности, является частью зонда, которая, вместе с узлом привода, остается вне тела или вне стержня эндоскопа, когда зонд вставляется во внутреннюю область тела. Ближняя часть зонда может быть, например, приблизительно половиной длины, или четвертью, или десятой частью длины зонда или меньше, в каждом случае измеренная от ближнего конца зонда. Узел привода сконструирован для отклонения зонда, в частности, для генерации отклонений зонда из состояния покоя в ближней части зонда, и отклонения могут быть переданы через зонд на дальний конец зонда, т.е. конец, удаленный от пользователя. Узел привода может быть сконструирован как рукоятка, которая может удерживаться пользователем при использовании устройства.

Узел привода содержит блок ультразвукового преобразователя, который расположен и сконструирован для возбуждения ультразвуковых колебаний зонда в направлении продольной протяженности зонда. Это направление, которое обычно является направлением продольной оси зонда, ниже называется продольным направлением; в случае, где зонд является изогнутым или гибким, продольное направление является направлением продольной протяженности или продольной оси зонда в его ближней части. Блок ультразвукового преобразователя, таким образом, сконструирован для возбуждения продольных ультразвуковых колебаний зонда и для этой цели соединен с зондом. В частности, блок ультразвукового преобразователя может содержать ультразвуковой преобразователь для генерации ультразвуковых колебаний, и соединительное устройство, например, ультразвуковой раструб, который сконструирован для подачи ультразвуковых колебаний, сгенерированных ультразвуковым преобразователем, в ближнюю часть зонда. Зонд предпочтительно соединен жестко, но разъемно с блоком ультразвукового преобразователя; например, зонд может быть вкручен в соответствующее отверстие в ультразвуковом раструбе и может иметь фланец относительно дальнего конца ультразвукового раструба. Ультразвуковые колебания, сгенерированные ультразвуковым преобразователем и поданные в зонд посредством ультразвукового раструба, могут передаваться на дальний конец зонда и, таким образом, в место действия, расположенное внутри тела. Обычно ультразвуковые колебания, поданные в зонд блоком ультразвукового преобразователя, имеют частоту выше чем приблизительно 15 кГц или выше 18 кГц, например, в диапазоне от 20 до 30 кГц, причем продольное отклонение дальнего конца зонда способно достигать полной (от максимального до минимального пика) амплитуды, например, 40 мкм и более. Блок ультразвукового преобразователя может дополнительно быть сконструирован для возбуждения поперечных ультразвуковых колебаний зонда.

Согласно настоящему изобретению узел привода дополнительно содержит отклоняющее устройство для отклонения зонда путем оказания изменяющейся со временем силы на зонд в направлении, поперечном продольной протяженности зонда. Направление, поперечное продольной протяженности зонда, т.е. поперечное продольному направлению зонда, также ниже называется поперечным направлением. Сила, таким образом, прилагается, в частности, в направлении, которое лежит в плоскости, перпендикулярной продольной оси зонда, например, в радиальном или тангенциальном направлении, относительно продольной оси зонда в ближней части. Сила может быть вариабельной в отношении величины и/или направления. Изменяющаяся со временем сила может, в частности, быть силой, прикладываемой временно, но повторно к зонду, причем сила может прилагаться с перерывами, например, или также постоянно в отношении величины и направления в течение ограниченного периода времени; однако, изменяющаяся со временем сила может также быть силой, прикладываемой к зонду постоянно, но с переменной величиной и/или переменным направлением, термин "постоянно" также включает, например, изменяющуюся по синусоиде силу, которая временно равна нулю.

Зонд может отклоняться в ближней части под действием изменяющейся со временем силы в поперечном направлении. Отклоняющее устройство, таким образом, сконструировано и расположено, в част-

ности, таким образом, что зонд может отклоняться перпендикулярно относительно продольного направления зонда, что также ниже называется поперечным отклонением. Предпочтительно отклоняющее устройство располагается таким образом, что изменяющаяся со временем сила может быть приложена к зонду в таком положении относительно продольного направления зонда, чтобы максимизировать отклонение в поперечном направлении; например, сила может быть приложена к зонду на заранее определенном или регулируемом расстоянии от дальнего конца блока ультразвукового преобразователя. В результате зонд может возбуждаться, в частности, для выполнения колебаний в поперечном направлении, т.е. поперечных колебаний. Отклонение зонда или колебания, возбуждаемые в ближней части, могут передаваться через зонд в дальнем направлении и вызывать поперечное отклонение дальнего конца зонда. Таким образом, например, можно достигать поперечного отклонения дальнего конца в диапазоне приблизительно 20-300 мкм (от максимального до минимального пика). Отклоняющее устройство может быть соединено постоянно или разъемно с блоком ультразвукового преобразователя. Сила от отклоняющего устройства может передаваться на зонд непосредственно, в частности, на боковую поверхность зонда, или опосредованно.

Устройство может быть соединено или содержать контрольное устройство для контроля узла привода. Контрольное устройство может быть сконструировано для контроля блока ультразвукового преобразователя для возбуждения продольных ультразвуковых колебаний и для контроля отклоняющего устройства для отклонения зонда путем действия силы на зонд в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, и, таким образом, для генерации поперечного отклонения зонда. Контрольное устройство может быть сконструировано для управления блоком ультразвукового преобразователя и отклоняющего устройства скоординированным образом и/или независимо друг от друга. В частности, контрольное устройство может содержать средства управления для управления устройством пользователем, чтобы оператор мог контролировать устройство в отношении возбуждения продольных ультразвуковых колебаний и отклонения зонда в поперечном направлении скоординированным с ним образом, например, одновременно, а также независимо от него. Поскольку узел привода содержит отклоняющее устройство для отклонения зонда под действием переменной силы в поперечном направлении на зонд, зонд может возбуждаться для выполнения поперечных движений, которые приводят к поперечному движению дальнего конца. Наблюдали, что это может повысить эффект абляции или дробления зонда. Предполагается, что эффект абляции или дробления зонда главным образом происходит из-за продольных ультразвуковых колебаний зонда. Однако за счет поперечного движения меняется точка, в которой зонд действует на камень в теле, и эффект ультразвуковых колебаний может при этом улучшиться. Например, можно предотвратить или избежать стационарного состояния, которое может возникать после некоторого времени при обработке камня только продольными ультразвуковыми колебаниями и в котором абляция практически останавливается. В частности, непрерывная обработка и быстрая абляция или дробление камня может достигаться с помощью непрерывной, но переменной или временно повторяющейся силы на зонд в поперечном направлении с одновременной работой блока ультразвукового преобразователя. Кроме того, ввиду того факта, что узел привода содержит отклоняющее устройство для приложения к зонду в поперечном направлении переменной силы, которую можно контролировать независимо от блока ультразвукового преобразователя, можно достичь дополнительного преимущества, заключающегося в том, что сгенерированное поперечное движение дальнего конца зонда можно контролировать независимо от продольных ультразвуковых колебаний зонда и, в частности, оно жестко не связано с движением зонда в продольном направлении. В результате поперечное движение может быть оптимально приспособлено к требованиям хирургической ситуации, и, например, можно предотвращать ситуацию, где за счет слишком сильного поперечного движения камень покидает рабочее поле, наблюдаемое с помощью эндоскопа, а затем его необходимо найти и нацелиться на него снова, что имеет недостаток, заключающийся во временных затратах.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения отклоняющее устройство сконструировано или может контролироваться таким образом, что можно регулировать частоту и/или интенсивность изменяющейся со временем силы, которая прикладывается к зонду. В этом контексте "интенсивность" означает, в частности, величину или амплитуду прикладываемой силы или также силовое воздействие, т.е. передача импульса на зонд, вызванного изменяющейся со временем силой, или ударная прочность, когда удар оказывается на зонд. Регулируемая частота может быть частотой периодического изменения прикладываемой силы, например, в случае, где сила прикладывается к зонду непрерывно, но с периодически изменяемой величиной и/или изменяемым направлением. Если отклоняющее устройство сконструировано для временного, но повторяемого воздействия силы на зонд в поперечном направлении, регулируемая частота может быть частотой повторения воздействия силы. В частности, частота или частота повторения может быть приспособляемой к природной частоте ультразвукового преобразователя, зонда или в целом зонда и ультразвукового преобразователя или блока ультразвукового преобразователя, вероятно включая камень в теле, и может быть выбрана, например, приблизительно равной таковой природной частоте или умышленно неравной природным частотам. Например, частота или частота повторения может быть приспособлена к частоте резонанса зонда с учетом поперечных или изгибных колебаний. Эта частота резонанса может быть фундаментальной частотой изгибных колебаний зонда, при которой

длина зонда, измеренная между соединением зонда с блоком ультразвукового преобразователя, т.е. в частности, дистальным концом ультразвукового раструба, и дистальным концом зонда, представляет собой четверть длины волны, или частоту соответствующих гармоник. Предпочтительно частота или частота повторения находится в низкочастотном диапазоне относительно частоты возбуждения ультразвукового преобразователя, например, в диапазоне частот от 3 до 300 Гц, особенно предпочтительно в диапазоне от приблизительно 15 до приблизительно 35 Гц, или регулируется в указанном диапазоне частот. В частности, контрольный блок устройства может быть сконструирован для пользователя, чтобы устанавливать частоту повторения. Ввиду того факта, что частота или частота повторения приложения силы к зонду является регулируемой и, в частности, может выбираться как равная или отличная от природной частоты, поперечное отклонение дальнего конца зонда может быть максимизировано, и/или возникновения установившегося состояния с низким эффектом абляции можно практически надежно избежать. Поскольку интенсивность приложения силы к зонду является регулируемой, поперечное отклонение дальнего конца зонда может быть приспособляемым к рабочей ситуации, например, чтобы избежать ситуации, при которой камень, над которым работают, перемещается из рабочего поля.

Альтернативно или дополнительно, частота изменяющейся со временем силы, в частности, частота повторения временного приложения силы в поперечном направлении к зонду, может быть фиксированной, например, равной или отличной от упомянутых природных частот, в случае чего контрольное устройство может быть соответствующим образом заранее настроено, и/или интенсивность изменяющейся со временем силы может быть фиксированной. В качестве дополнительной альтернативы или в дополнение, устройство или контрольное устройство может быть сконструировано для неперiodического повторения приложения силы в поперечном направлении к зонду, например, для активации отдельных временных силовых воздействий на зонд таким образом, который может контролироваться пользователем.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения отклоняющее устройство сконструировано для приложения изменяющейся со временем силы к зонду путем удара, прикладываемого к зонду в ближней части посредством по меньшей мере одного ударного элемента; "удар" относится здесь, в частности, к силе типа толчка или импульса, которую можно прикладывать прямо или опосредованно к зонду с помощью толчка или удара. Согласно этому варианту осуществления изменяющаяся со временем сила, которая действует на зонд в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, и влияет на поперечное отклонение зонда, таким образом генерируется путем импульса по меньшей мере одного ударного элемента на боковую поверхность зонда в ближней части зонда. По меньшей мере один ударный элемент расположен подвижным образом, например, установлен подвижным образом в радиальном или тангенциальном направлении относительно продольной оси зонда так, чтобы он был подвижным для приложения удара к боковой поверхности зонда. Боковая поверхность, в частности, представляет собой приблизительно цилиндрическую поверхность, которая симметрична продольной оси зонда, хотя она также может быть по-другому сконфигурированной поверхностью зонда, которая подходит для приложения удара в поперечном направлении. По меньшей мере один ударный элемент является предпочтительно подвижным в плоскости, перпендикулярной продольной оси зонда или поперечной продольной протяженности зонда в ближней части. В частности, отклоняющее устройство сконструировано таким образом, что повторяющиеся удары можно прикладывать к зонду посредством одного или более ударных элементов. Ввиду того факта, что отклоняющее устройство сконструировано для приложения одного удара или повторяющихся ударов к боковой поверхности в ближней части зонда, поперечное отклонение зонда может быть легко сгенерировано, которое вызывает поперечное отклонение дальнего конца зонда. Удар в общем возбуждает зонд для выполнения поперечных колебаний с фундаментальной частотой и несколькими более высокими частотами. В результате эффект для абляции или дробления камня может быть дополнительно улучшен. Кроме того, область на поверхности зонда, в которой по меньшей мере один ударный элемент касается поверхности зонда при ударе и которая также называется здесь "областью удара", предпочтительно является линейной или плоской, и линейная или плоскостная протяженность области удара определяется для минимизации износа зонда.

Предпочтительно по меньшей мере один ударный элемент может быть сконструирован как таран или молоток, который перемещается посредством приводного устройства, чтобы оказать удар на зонд. Таран или молоток установлен, в частности, так, чтобы перемещаться в радиальном направлении относительно продольной оси зонда, и может приводиться в действие приводным устройством для оказания удара по боковой поверхности зонда с одной стороны. Таким образом, поперечное отклонение зонда может быть сгенерировано простым и надежным способом.

Предпочтительно по меньшей мере один ударный элемент может также быть сконструирован как рама или как диск с прорезями, который в каждом случае перемещается посредством приводного устройства для оказания удара на зонд с одной стороны или чередующихся сторон. Рама или диск с прорезями может, например, быть направляемым подвижно в поперечном направлении или может быть установлен так, чтобы вращаться вокруг оси поворота, которая приблизительно параллельна продольной оси и находится на расстоянии от нее. Согласно этому варианту осуществления зонд проходит через внутреннюю часть рамы или через прорезь в диске, которая шире, чем диаметр зонда. Конечные точки возвратно-поступательного движения рамы или диска с прорезями являются такими, что ударный элемент

путем движения в поперечном направлении может ударять с первой внутренней стороны рамы или прорези по первой области боковой поверхности зонда; более предпочтительно ударный элемент путем движения в противоположном направлении может ударять с противоположного второго бока по второй области, радиально противоположной первой области. В результате можно достигать особенно эффективного ударного эффекта и, если ударный элемент выполняет два противоположных удара на зонд при полном возвратно-поступательном движении, большей частоты ударов.

Рама или прорезь диска может быть закрыта со всех сторон или открыта с одной стороны. Закрытая конструкция имеет преимущество, заключающееся в повышенной стабильности и прочности, тогда как рама, открытая с одной стороны, или открытая прорезь обеспечивает более легкую сборку и разборку отклоняющего устройства, причем зонд не должен протягиваться продольно через раму или прорезь.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения приводное устройство сконструировано как линейный привод, который приводит в действие ударный элемент для приложения удара к зонду. В частности, приводное устройство может быть сконструировано как пневматический привод, содержащий пневмоцилиндр, как линейно работающий пьезомотор или как магнитоэлектрический линейный привод, например, с соленоидом и заменяемым железным сердечником. Такой линейный привод может действовать прямо или опосредованно, например, посредством сцепления, на ударный элемент. В частности, если ударный элемент сконструирован как таран, молоток или подвижная рама, линейный привод может быть расположен поперечно к продольному направлению зонда и может действовать прямо на ударный элемент. Это обеспечивает особенно простую конструкцию отклоняющего устройства, что также может делать более простой очистку и стерилизацию.

Альтернативно приводное устройство для приведения в действия ударного элемента может быть сконструировано, например, в виде молоткового прерывателя. Это также обеспечивает особенно простую конфигурацию. Кроме того, молотковый прерыватель может работать без электронного контроля и может быть сконструирован без подшипников, которые следует смазывать, и без соответствующих уплотнений, и необходимый электромагнит возможно уплотнить простым способом относительно молотка или зонда. Это может облегчать очистку и стерилизацию.

Согласно дополнительному варианту осуществления приводное устройство содержит дисковый кулачок, действующий относительно силы пружины. В этом случае ударный элемент направляется подвижно, предпочтительно в радиальном направлении, и предварительно натягивается пружиной относительно дискового кулачка. При вращении дискового кулачка ударный элемент выполняет возвратно-поступательное движение. Этот вариант осуществления является особенно предпочтительным в случае, где ударный элемент сконструирован как подвижная рама. Альтернативно, приводное устройство может содержать кривошипно-ползунный механизм, который действует на ударный элемент, а также устанавливает его в возвратно-поступательном движении. Дисковый кулачок или кривошипно-ползунный механизм можно приводить в действие, в частности, электродвигателем, пневматическим двигателем, ротационным пьезодвигателем или турбиной. Поскольку электродвигатель или пневматический двигатель, пьезодвигатель или турбина действуют на зонд посредством дискового кулачка или кривошипно-ползунного механизма и, таким образом, не действует прямо на зонд, трения и получаемого износа поверхности можно избежать. В качестве дополнительной альтернативы узел привода может содержать электродвигатель, который можно приводить в действие для выполнения возвратно-поступательного движения и который соединен с ударным элементом и может также устанавливать его в возвратно-поступательное движение, предпочтительно с регулируемой частотой. Таким образом также можно также легко достичь поперечного отклонения зонда.

В вариантах осуществления, описанных выше, конечные точки возвратно-поступательного движения определены так, что ударный элемент может ударять о поверхность зонда. Кроме того, интенсивность или сила удара, которые определяются, в частности, скоростью, массой и материалом ударного элемента, выбирают таким образом, чтобы износ зонда и отталкивание обрабатываемого камня в теле можно было минимизировать и, в то же время, абляцию камня можно было максимизировать. Ударный элемент предпочтительно изготовлен из металлического или другого твердого материала, например, нержавеющей стали.

Согласно дополнительному варианту осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один ударный элемент сконструирован как массивное тело, которое, посредством приводного устройства, перемещается по круговой траектории, чтобы осуществить удар зонда. Для этой цели массивное тело может быть расположено, например, на окружности вращающегося диска, который может приводиться в действие приводным устройством, так что массивное тело касается боковой поверхности зонда, когда проводится движение по окружности, и при этом осуществляется удар зонда. Предпочтительно массивное тело установлено с зазором или по меньшей мере имеет возможность движения в радиальном направлении относительно оси вращения диска, так что после выполнения удара путем контакта с поверхностью зонда массивное тело может отклоняться при дополнительном движении по окружности и может после этого с помощью центробежной силы возвращаться в положение касания зонда при последующем вращении диска. Особенно предпочтительно массивное тело может быть установлено с возможностью вращения на диске, например, в виде шарикового подшипника, наружное кольцо которого может ударять

зонд и приводить его во вращение, при этом снижая трение и износ при касании зонда. В качестве альтернативы вращающемуся диску массивное тело может удерживаться гибкими удерживающими средствами, такими как нить или цепь, на вращающемся валу, который можно приводить в действие приводным устройством, и, когда вал вращается, можно принуждать центробежной силой выходить на круговую траекторию, чтобы касаться боковой поверхности зонда и, таким образом, осуществлять удар. Ось вращения диска или вала предпочтительно направлена по существу параллельно продольному направлению зонда, так что по меньшей мере одно массивное тело перемещается приблизительно по касательной относительно продольной оси зонда, когда осуществляется удар. Отклоняющее устройство также может содержать множество массивных тел, которые расположены на вращающемся диске или удерживаются на вращающемся валу, чтобы осуществлять повторные удары зонда. Поскольку обеспечивается по меньшей мере одно массивное тело, которое имеет возможность перемещения по круговой траектории и, таким образом, касается боковой поверхности зонда, чтобы осуществить удар, поперечные отклонения зонда могут генерироваться особенно простым и эффективным способом. Расположение с зазором обеспечивает нерегулярные возбуждения зонда в пределах широкого диапазона частот и хорошую передачу энергии от диска или вала к зонду.

Интенсивность изменяющейся со временем силы или силу удара можно регулировать предпочтительным образом по положению оси вращения и радиуса диска или длине гибких удерживающих средств. Частота повторения ударов определяется скоростью и числом масс, удерживаемых на диске или валу. Материалы зонда и массивного тела можно разработать с низким износом; например, зонд может быть изготовлен из нержавеющей стали, а массивные тела могут быть изготовлены из латуни или способствующего скольжению пластика. В частности, например, диск также может быть изготовлен из пластика и сконструирован как одна деталь с массивными телами, например, в виде крыльчатки с эластичными плечами. Таким образом, можно сделать доступным особенно простой вариант осуществления, который, например, может быть предназначен для однократного использования.

В качестве альтернативы или в дополнение к силе, прикладываемой в направлении, поперечном продольному направлению, с помощью удара, прикладываемого к поверхности зонда, отклоняющее устройство может предпочтительно быть сконструировано для приложения силы к зонду посредством несбалансированного привода, который может приводиться в действие посредством приводного устройства, или с помощью эксцентрика, который может приводиться в действие посредством приводного устройства. Этот несбалансированный или эксцентриковый привод соединен с зондом в его ближней части, так что вращение несбалансированного привода или вращение эксцентрика может также прикладывать силу к зонду в направлении, поперечном продольному направлению. Также таким образом, повторяющуюся силу можно легко прикладывать к зонду для поперечного отклонения зонда.

Приводное устройство, которое служит для перемещения массивного тела по круговой траектории или для приведения в действие несбалансированного или эксцентрикового привода, может содержать электродвигатель, пьезодвигатель, пневматический двигатель или также турбину. Альтернативно, может быть обеспечен электродвигатель, который можно приводить в возвратно-поступательное движение. Таким образом, отклоняющее устройство может приводиться в действие простым и надежным способом.

Если в вариантах осуществления, описанных в объеме настоящего изобретения, приводное устройство содержит электродвигатель, он предпочтительно является безщеточным электродвигателем, в частности, с регулируемой скоростью. Безщеточный электродвигатель имеет особые преимущества, заключающиеся в высоких скоростях, высокой мощности и простой конструкции, что облегчает очистку и стерилизацию. Если узел привода содержит пьезодвигатель, он может обеспечивать особенно компактную конструкцию и большой динамический диапазон. Если узел привода содержит пневматический двигатель, пневматический цилиндр или турбину, может, таким образом, достигаться особое преимущество, заключающееся в том, что отклоняющее устройство может работать без линий электропередачи; кроме того, возможна работа под вакуумом или отрицательным давлением, в результате чего может достигаться повышенная защита от загрязнения.

Отклоняющее устройство может содержать описанное выше приводное устройство, которое может образовывать блок с отклоняющим устройством. Однако также может обеспечиваться то, что приводное устройство расположено отдельно от отклоняющего устройства или только частично содержится в нем. В частности, может обеспечиваться, что двигатель приводного устройства, такой как электродвигатель, пьезодвигатель, пневматический двигатель или турбина, который, как указано выше, служит для приведения в действие дискового кулачка, кривошипно-ползунного механизма, вращающегося диска или вала для перемещения массивного тела по круговой траектории или несбалансированного или эксцентрикового привода, расположен отдельно от отклоняющего устройства и приводит его в действие посредством гибкого вала. Гибкий вал может быть постоянно или разъемно соединен с отклоняющим устройством. Таким образом, отклоняющее устройство может быть изготовлено особенно компактным, и обращение с устройством согласно настоящему изобретению может улучшаться.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения отклоняющее устройство располагается таким образом, что изменяющаяся со временем сила действует на зонд в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, дистально относительно блока ультразвукового преобразова-

теля. В частности, отклоняющее устройство может быть сконструировано и расположено для осуществления удара, осуществляемого посредством по меньшей мере одного перемещающегося ударного элемента, по боковой поверхности части зонда, которая лежит дистально относительно блока ультразвукового преобразователя. Этот вариант осуществления имеет особенное преимущество, заключающееся в том, что расстояние между областью удара и блоком ультразвукового преобразователя может быть подогнано таким образом, что поперечное отклонение дальнего конца зонда является максимальным. В частности, отклоняющее устройство может иметь возможность соединения с блоком ультразвукового преобразователя таким образом, что регулируется расстояние между областью удара и блоком ультразвукового преобразователя; это позволяет приспособиться к различным зондам и/или различным эндоскопам, чтобы в каждом случае максимизировать поперечное отклонение дальнего конца зонда.

Альтернативно можно обеспечить, что зонд проходит в ближнем направлении за блок ультразвукового преобразователя, и что отклоняющее устройство расположено таким образом, что изменяющаяся со временем сила в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, действует на зонд проксимально относительно блока ультразвукового преобразователя или по меньшей мере проксимально относительно соединения зонда с блоком ультразвукового преобразователя. В частности, зонд может проходить через отверстие в блоке ультразвукового преобразователя, в случае чего ультразвуковые колебания могут вноситься во фланец зонда, например. Зонд может быть сконструирован как полый зонд, например, и может обеспечиваться всасывающим патрубком на его ближнем конце. Таким образом, может достигаться особенно компактная и простая в эксплуатации конструкция; в частности, отклоняющее устройство может образовывать блок с блоком ультразвукового преобразователя и, например, может быть встроено в корпус блока ультразвукового преобразователя, сконструированный как рукоятка.

Также альтернативно отклоняющее устройство может быть сконструировано и располагаться таким образом, что для приложения изменяющейся со временем силы к зонду в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, отклоняющее устройство прилагает силу к блоку ультразвукового преобразователя, в результате чего изменяющаяся со временем сила действует на зонд посредством соединения зонда с блоком ультразвукового преобразователя, чтобы отклонить зонд вбок; например, силу можно прилагать к дальнему концу ультразвукового раструба или к прикреплению зонда к ультразвуковому раструбу. Это может быть особенно предпочтительным в случае, когда отклоняющее устройство для приложения силы к зонду сконструировано в виде несбалансированного или эксцентрикового привода. Таким образом также можно получить особенно компактную конструкцию.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения ультразвуковой преобразователь устанавливается подвижным образом в окружающем корпусе, причем также возможно, что отклоняющее устройство размещается в окружающем корпусе. Окружающий корпус может быть сконструирован как рукоятка. В частности, отклоняющее устройство может располагаться для приложения силы к блоку ультразвукового преобразователя и может иметь приводное устройство, сконструированное, как описано выше, например, линейный привод, пьезодвигатель, электродвигатель с кривошипно-ползунным механизмом, несбалансированный привод или эксцентриковый привод, для генерации возвратно-поступательного движения блока ультразвукового преобразователя в поперечном направлении. В этом случае приводное устройство может поддерживаться относительно окружающего корпуса, в результате чего становится возможным более эффективное приложение силы к блоку ультразвукового преобразователя и, таким образом, к зонду.

Блок ультразвукового преобразователя может быть установлен упруго в окружающем корпусе, в частности эластично, например, посредством мембраны. Таким образом, окружающий корпус может предпочтительно быть механически разграничен с поперечными отклонениями, генерируемыми отклоняющим устройством, в результате чего обращение с ним может быть дополнительно улучшено. Блок ультразвукового преобразователя может быть подвешен на кардан в окружающем корпусе посредством промежуточного кольца, в результате чего становится возможным особенно сильное разграничение окружающего корпуса и колебаний.

Альтернативно или дополнительно, блок ультразвукового преобразователя может быть установлен в окружающем корпусе так, чтобы вращаться вокруг поперечной оси, причем поперечная ось является поперечной относительно продольного направления зонда. В этом случае, в частности, обеспечивается, что для приложения силы к зонду в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, отклоняющее устройство прилагает силу к блоку ультразвукового преобразователя, в результате чего блок ультразвукового преобразователя устанавливается во вращении, и, таким образом, зонд отклоняется в боковом направлении. Для генерации возвратно-поступательного вращения блока ультразвукового преобразователя отклоняющее устройство может, в частности, содержать линейный привод, пьезодвигатель, электродвигатель с кривошипно-ползунным механизмом, несбалансированный привод или эксцентриковый привод. Этот вариант осуществления может быть сконструирован как особенно компактный.

Предпочтительно можно обеспечить, что блок ультразвукового преобразователя и отклоняющее устройство размещаются в окружающем корпусе, и что окружающий корпус закупорен или герметично запаян. В результате можно избежать загрязнения, например, промывочной жидкостью, особенно надежным образом.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения узел привода сконструирован для приложения дополнительной силы к зонду в дополнительном направлении, поперечном продольной протяженности зонда. Силу можно, таким образом, прикладывать к зонду в ряде различных направлений, причем каждое поперечно продольному направлению, например, в двух направлениях, перпендикулярных друг другу. В частности, узел привода может содержать дополнительное отклоняющее устройство, которое сконструировано для приложения силы к зонду в дополнительном направлении, поперечном продольному направлению. Для этой цели отклоняющие устройства могут иметь смещение относительно друг друга на соответствующий угол относительно продольной оси зонда, например, перпендикулярно друг другу. Как было описано выше, отклоняющие устройства могут быть идентичными или отличаться друг от друга и могут контролироваться, например, одновременно, поочередно или независимо друг от друга. Отклонение зонда в дополнительном направлении вбок может вызываться действием силы в дополнительном поперечном направлении. Отклонение зонда может, таким образом, генерироваться в различных направлениях, причем каждое поперечно продольному направлению, в результате чего эффективность для абляции или дробления камня в теле может быть дополнительно повышена.

Согласно дополнительному аспекту настоящего изобретения система для литотрипсии, которая, в частности, является системой для интракорпоральной ультразвуковой литотрипсии, содержит устройство для литотрипсии, которое сконструировано так, как описано выше, и эндоскоп, например, нефроскоп, который имеет канал для вставки зонда во внутренние области тела человека или животного. Канал имеет такие размеры, чтобы позволить отклонение зонда, вызванное действием силы в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, чтобы проходить к дальнему концу зонда. В частности, зонд при вставке в канал имеет достаточный боковой зазор в канале для передачи поперечного отклонения, которое прикладывалось к зонду с помощью изменяющейся со временем силы, прикладываемой отклоняющим устройством, аж до дальнего конца; при необходимости, уплотнение также может быть сконструировано соответствующим образом. Длина канала такова, что зонд может направляться через канал и проходить за пределы его дальнего конца, чтобы вступать в контакт с камнем, расположенным перед дальним концом. Таким образом, при обработке камня могут достигаться преимущества, упомянутые выше.

В способе согласно настоящему изобретению для работы устройства для литотрипсии, которое содержит удлиненный зонд, зонд возбуждается в ближней части зонда для выполнения продольных ультразвуковых колебаний, т.е. ультразвуковых колебаний в направлении продольной протяженности зонда, которые передаются через зонд в дальний конец зонда. Кроме того, в ближней части изменяющаяся со временем сила прикладывается к зонду в направлении, поперечном продольной протяженности зонда, таким образом, что зонд отклоняется поперечно его продольному направлению, причем отклонение зонда передается через зонд на дальний конец. Таким образом, дальний конец зонда может быть установлен на продольные ультразвуковые колебания и в то же время может отклоняться в поперечном направлении, например, в виде поперечных колебаний.

Предпочтительно можно обеспечить, что сила прикладывается повторно, в частности, периодически повторно, к зонду в поперечном направлении, причем возможно, что частота повторения регулируется. Сила может прикладываться к зонду непрерывно или с перерывами. Для отклонения зонда удар можно прикладывать к боковой поверхности зонда посредством по меньшей мере одного ударного элемента, для чего ударный элемент может перемещаться посредством приводного устройства. Однако для отклонения зонда сила также может прикладываться в направлении, поперечном продольному направлению, посредством несбалансированного элемента, который может приводиться в действие посредством приводного устройства, или эксцентрика, который может приводиться в действие посредством приводного устройства.

Устройство для литотрипсии предпочтительно сконструировано, как было описано выше. В частности, для возбуждения зонда для выполнения продольных ультразвуковых колебаний может обеспечиваться блок ультразвукового преобразователя, а для приложения изменяющейся со временем силы в поперечном направлении может обеспечиваться отклоняющее устройство, в случае чего зонд, блок ультразвукового преобразователя и/или отклоняющее устройство предпочтительно сконструированы и расположены, как описано выше, и работают, как описано выше. Устройство согласно настоящему изобретению сконструировано, в частности, для выполнения способа.

Способ согласно настоящему изобретению может выполняться экстракорпорально, и устройство для литотрипсии может работать экстракорпорально, в случае чего зонд способен вступать с помощью своего дальнего конца в контакт с объектом, который можно обрабатывать воздействием ультразвуковых колебаний и поперечного отклонения зонда.

Однако способ согласно настоящему изобретению можно также проводить интракорпорально, в случае чего зонд сконструирован для введения во внутренние области тела человека или животного. Перед выполнением способа зонд можно вводить, предпочтительно через вал эндоскопа, во внутреннюю область тела и продвигать к камню, который необходимо разрушить, чтобы дальний конец зонда коснулся указанного камня. Когда проводят способ согласно настоящему изобретению, камень подвергается абляции или дробится. После выполнения способа может происходить промывание для удаления фрагментов камня, и/или зонд можно удалять изнутри тела или из вала эндоскопа. Способ можно проводить

повторно.

В способе интракорпоральной литотрипсии с помощью ультразвуковых колебаний зонд устройства для литотрипсии, сконструированный как описано выше, вставляют во внутреннюю область тела человека или животного и продвигают к камню, который необходимо разрушить, чтобы дальний конец зонда коснулся указанного камня, причем устройство для литотрипсии работает как описано выше, и камень подвергается абляции или дробится, и при необходимости фрагменты можно удалять промыванием, и зонд удаляют из внутренней области тела.

Будет оценено, что вышеуказанные признаки и признаки, которые также будут пояснены ниже, можно использовать не только в соответствующем образом процитированной комбинации, но также в других комбинациях или по отдельности, без отклонения от объема настоящего изобретения.

Дополнительные аспекты настоящего изобретения станут понятными из следующего описания предпочтительных типичных вариантов осуществления и со ссылкой на приложенные схематические графические изображения, на которых:

фиг. 1 показывает графическое представление режима работы устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 2а и 2б показывают первый типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 3 показывает второй типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 4а-4в показывают третий типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 5а и 5б показывают четвертый типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 6а и 6б показывают пятый типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 7а и 7б показывают шестой типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 8 показывает седьмой типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 9 показывает восьмой типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 10а и 10б показывают девятый типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению.

Как показано на фиг. 1 в виде упрощенной принципиальной схемы, устройство для литотрипсии содержит удлиненный зонд 1, который также называется сонотродом, и блок 2 ультразвукового преобразователя, который расположен на ближней части 3 зонда 1. Зонд 1 сконструирован для вставки во внутреннюю область тела человека или животного так, чтобы дальний конец 4 зонда 1, также называемый кончик зонда, можно было вводить через природное или искусственное отверстие в теле и продвигать к камню, расположенному внутри тела. Для этой цели зонд 1 можно вставлять в соответствующий канал эндоскопа, проходящий через отверстие в теле, например, через нефроскоп (не показан), к почечному камню, расположенному в почечной лоханке. Ближняя часть 3 зонда 1 с блоком 2 ультразвукового преобразователя остается вне тела и вероятно также вне эндоскопа. Зонд 1 предпочтительно является жестким, но также может быть гибким или полужестким, и обычно изготовлен из нержавеющей стали. Дальний конец 4 зонда 1 также может иметь подвижную головку.

Блок 2 ультразвукового преобразователя содержит ультразвуковой преобразователь 5, который соединен с раструбом 6 для передачи ультразвуковых колебаний. Как правило, раструб 6 постоянным образом соединен с ультразвуковым преобразователем 5. Зонд 1 прикреплен к дальнему концу раструба 6. Зонд 1 может, например, быть вкручен в сквозное отверстие 7 раструба 6, чтобы фланец 8 зонда 1 прочно держался на дальнем конце раструба 6. Зонд 1 может проходить в ближнем направлении через ультразвуковой преобразователь 5 или конец в области раструба 6, например. Раструб 6 служит для усиления ультразвуковых колебаний, сгенерированных ультразвуковым преобразователем 5, и для введения ультразвуковых колебаний в зонд 1.

Введенные ультразвуковые колебания передаются как ультразвуковые волны через зонд 1 на его дальний конец 4 и вызывают колебания дальнего конца соответствующим образом. Как правило, ультразвуковой преобразователь 5 активируется для генерации стоячих волн в зонде 1, так что амплитуда колебаний на дальнем конце 4 зонда 1 находится на максимуме. При помещении дальнего конца 4 на камень в теле это может привести к разрушению фрагментов или тому, что камень становится меньше. Таким образом, камень может постепенно подвергаться абляции или дробиться.

На фиг. 1 показано, что зонд 1 может быть сконструирован как полый зонд, который имеет непрерывный канал 9 промывания. Прикрепление может осуществляться на ближнем конце 10 ультразвукового преобразователя 5 или зонда 1 с целью прикрепления устройства для промывания или отсасывания для удаления фрагментов камня, которые образовались. Альтернативно, соединение для промывания или

отсасывания может быть обеспечено на стороне зонда 1, дистально относительно раструба 6. Путем приложения отрицательного давления к каналу 9 для промывания, камень можно отсасывать в дальний конец 4 зонда 1, и, таким образом, можно предотвратить смещение камня при обработке.

Как символически показано на фиг. 1, ультразвуковые колебания или ультразвуковые волны, сгенерированные ультразвуковым преобразователем 5 и введенные в зонд 1 раструбом 6, имеют продольную природу, т.е. соответствующее отклонение зонда 1 происходит в направлении продольной протяженности зонда. Это продольное направление показано стрелкой 11. Кроме того, также может обеспечиваться генерация боковых ультразвуковых волн блоком 2 ультразвукового преобразователя.

Согласно настоящему изобретению изменяющаяся со временем поперечная сила F_q действует на зонд 1 в направлении, поперечном продольному направлению зонда 1, и вызывает поперечное отклонение зонда 1. Отклоняющее устройство обеспечено для этой цели и расположено для приложения переменной поперечной силы F_q к зонду. Например, изгибное колебание зонда 1 может быть возбуждено временной, повторяющейся во времени боковой силой и передается от зонда 1 на его дальний конец 4. Дальний конец 4 зонда 1, таким образом, выполняет, в дополнение к продольным ультразвуковым колебаниям, боковое движение, которое обычно имеет низкую частоту. Такое боковое движение дальнего конца 4 обеспечивает значительное улучшение эффекта абляции и/или дробления зонда 1.

Как указано на фиг. 1, сила F_q может действовать на зонд 1 дистально относительно блока 2 ультразвукового преобразователя, но все еще в ближней части 3 зонда 1, которая остается вне тела или эндоскопа; альтернативно, сила F_q , действующая в поперечном направлении, может прикладываться к зонду 1 в пределах или близко к блоку 2 ультразвукового преобразователя или опосредованно посредством последнего. Для приложения поперечной силы F_q к зонду 1 обеспечивается отклоняющее устройство, которое может быть сконструировано и расположено, например, как в типичных вариантах осуществления, поясненных ниже.

В первом варианте осуществления устройства согласно настоящему изобретению, показанного на виде сбоку на фиг. 2а, отклоняющее устройство содержит линейный привод 12, который, например, может быть пневмоцилиндром, линейно работающим пьезодвигателем или электромагнитом с замещаемым железным сердечником, который приводит в действие ударный элемент, сконструированный как рама 13. Как показано на фиг. 2б в осевой проекции, зонд 1 проходит через внутреннюю часть рамы 13. Как указано двойной стрелкой 14, рама 13 направляется в направлении, поперечном продольной протяженности зонда 1, и приводится в действие линейным приводом 12 для выполнения возвратно-поступательного движения. Линейный привод 12 действует на раму 13 посредством штока 15 поршня или посредством сцепления, вероятно с некоторой величиной зазора. Конечные точки возвратно-поступательного движения определяются так, что внутренние стороны 16, 17 рамы 13 поочередно ударяют взаимно противоположные области 18, 19 удара боковой поверхности зонда 1; альтернативно, зонд 1 также можно ударять только с одной стороны. Рама 13 имеет толщину в продольном направлении зонда 1, так что области 18, 19 удара, в которых рама входит в контакт с поверхностью зонда при ударе, имеют достаточную продольную протяженность для минимизации износа на поверхности зонда 1 (см. фиг. 2а). Отклоняющее устройство с линейным приводом 12 может содержать держатель, с помощью которого оно разъемно прикреплено (не показано) к блоку 2 ультразвукового преобразователя.

Согласно варианту осуществления, показанному на виде сбоку на фиг. 3, отклоняющее устройство с приводным устройством обеспечивается для поперечного отклонения зонда 1 и работает таким же образом, как молотковый прерыватель. В этом случае молоток 21 расположен на пластинчатой пружине 20 и приводится в действие электромагнитом 22 с арматурой и с контактом прерывателя, соединенным с ним, для выполнения возвратно-поступательного движения в поперечном направлении, которое указано двойной стрелкой 23 на фиг. 3, и ударяет по боковой поверхности зонда 1. Пластинчатая пружина 20 может быть прикреплена к блоку 2 ультразвукового преобразователя посредством крепежного кронштейна 24.

Фиг. 3 показывает пример, в котором штуцер 25 для крепления шланга обеспечен на ближней стороне блока 2 ультразвукового преобразователя с целью прикрепления устройства для промывания и/или отсасывания и соединен с каналом 9 непрерывного промывания зонда 1 (см. фиг. 1). Ультразвуковой преобразователь 5 также имеет подключение 26 питания для электрического соединения с контрольным устройством (не показано). Блок 2 ультразвукового преобразователя других типичных вариантов осуществления может быть сконструирован соответствующим образом.

Фиг. 4а показывает третий типичный вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению на виде сбоку и частично в разрезе. Как и в первом типичном варианте осуществления, зонд 1 подвергается ударам, действующим на одну или обе стороны посредством рамы 27, которая является передвигаемой в поперечном направлении, для чего зонд 1 проходит через раму 27, и путь перемещения рамы 27 рассчитывается таким образом, что по меньшей мере одна из внутренних сторон 16, 17 рамы 27 ударяется о соответствующую область удара боковой поверхности зонда 1 при перемещении. В третьем типичном варианте осуществления отклоняющее устройство дополнительно содержит дисковый кулачок 28, который действует на ролик 29, установленный с возможностью вращения около верхней кромки рамы 27.

Как показано на осевой проекции на фиг. 4б, рама 27 установлена подвижно в направляющем устройстве 30. Здесь рама 27 предварительно натянута пружиной 31 в направлении дискового кулачка 28 (см. фиг. 4а). Дисковый кулачок 28, который показан на фиг. 4в в виде, видимом наискось с дистального направления, имеет контрольную поверхность 32, по которой ролик 29 катится при вращении дискового кулачка 28. Контрольная поверхность 32 занимает угловой диапазон приблизительно 90° относительно оси вращения дискового кулачка 28; ролик 29 не находится в контакте с дисковым кулачком 28 в остальном угловом диапазоне. Дисковый кулачок 28 прикреплен к валу 33 электродвигателя 34, например, с помощью зажимного винта, и может быть при этом установлен во вращении.

Когда дисковый кулачок 28 вращается по часовой стрелке, если смотреть с проксимального направления, ролик 29 катится вдоль контрольной поверхности 32 в направлении его наконечника 35, так что рама 27 смещается вниз относительно силы пружины 31. Конечная точка этого движения может быть определена так, что верхняя внутренняя сторона 17 рамы 27 ударяет верхнюю поверхность зонда 1. Когда ролик 29, находящийся на контрольной поверхности 32, заходит за его наконечник 35, рама толкается вверх пружиной 31, при этом нижняя внутренняя сторона 16 рамы ударяет по нижней поверхности зонда 1. Путем приведения в действие дискового кулачка 28 посредством электродвигателя 34 рама 27 может быть установлена в возвратно-поступательное движение, причем удары оказываются на одну или обе стороны зонда 1 в поперечном направлении, при этом удары приводят к поперечному отклонению зонда. Масса рамы может составлять 16 г, например, и скорость, с которой нижняя внутренняя сторона 16 рамы 27 ударяет по нижней поверхности зонда 1, может составлять, например, 2,4 м/с или более, для достижения достаточного эффекта удара для поперечного отклонения зонда.

Фиг. 4а показывает, что электродвигатель 34 и блок 2 ультразвукового преобразователя расположены параллельно друг другу, и каждый из них жестко установлен в окружающем корпусе 36. Окружающий корпус 36 может быть сконструирован как рукоятка. Окружающий корпус 36 содержит закрывающую пластину 37 на дальнем конце, на котором удерживаются направляющий блок 30 и крышка 38 дискового кулачка 28, и закрывающая пластина 39 на ближней стороне, через которую выступает штуцер для крепления шланга 25 и разъем 40 для подключения для подключения электродвигателя 34 к контрольному устройству. Закрывающие пластины 37, 39 накручены на корпус 41 окружающего корпуса 36. Относительное положение дискового кулачка 28 и рамы 29 относительно блока 2 ультразвукового преобразователя, относительно продольного направления зонда 1, определяет область удара зонда 1, в которой сила, действующая в поперечном направлении, действует на зонд 1. В расположении, показанном на фиг. 4а, поперечная сила прикладывается к зонду 1 дистально относительно блока 2 ультразвукового преобразователя на расстоянии приблизительно 50 мм от фланца зонда 1 или от дальнего конца рамы 29.

Фиг. 5а и 5б показывают четвертый вариант осуществления устройства согласно настоящему изобретению на виде сбоку и в осевой проекции. Как и в третьем типичном варианте осуществления, здесь обеспечивается электродвигатель 34, который установлен параллельно блоку 2 ультразвукового преобразователя в символически показанном окружающем корпусе 36. Электродвигатель 34 приводит в действие ползунковый механизм 42, который содержит приводной диск 43, закрепленный на валу 33 двигателя, и диск 44 с прорезями, который установлен поворотом на окружающем корпусе 36 и соединен с приводным диском 43 посредством шатуна 45. Как показано на фиг. 5б, вращение (стрелка 46) приводного диска 43 при этом превращается в возвратно-поступательный поворот (двойные стрелки 47, 48) диска 44 с прорезями, причем ось 49 вращения направлена параллельно продольной протяженности зонда 1. Начальная точка и конечная точка вращения выбираются таким образом, что зонд 1, который проходит через прорезь 50 диска 44 с прорезями (причем прорезь радиально направлена относительно оси 49), подвергается с одной или обеих сторон силе от стенок прорези 50, в частности, силе удара. Это также может вызвать отклонение зонда 1 в поперечном направлении.

В пятом варианте осуществления, показанном на фиг. 6а и 6б на виде сбоку и в осевой проекции, соединение посредством ползункового механизма заменяется на диск 51 с прорезями, установленный на валу 33 электродвигателя 34. Он расположен таким образом, что зонд 1 лежит в пределах радиальной прорези 52 диска 51 с прорезями. Электродвигатель 34 контролируется таким образом, например, с помощью напряжения прямоугольного сигнала, что вал 33 двигателя с диском 51 с прорезями, находящимся на нем, осуществляет возвратно-поступательное движение (двойная стрелка 53), при котором зонд 1 касается одна внутренняя сторона или альтернативно обе внутренние стороны 54, 55 стенок прорези 52. Также с помощью этого варианта осуществления, который может в ином случае быть сконструирован как четвертый вариант осуществления, зонд может подвергаться силе, действующей в поперечном направлении, и с учетом соответствующей конструкции, в частности, эффекту удара.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 7а и 7б на виде сбоку и в осевой проекции, электродвигатель 34 с валом 33 двигателя, который проходит по существу параллельно продольному направлению зонда 1, расположен рядом с блоком 2 ультразвукового преобразователя и может быть соединен с ним способом, подобным поясненному на фиг. 4а. Согласно фиг. 7а отклоняющее устройство содержит приводной диск 56, который установлен на вале 33 электродвигателя 34 и вблизи окружности которого расположено множество ударных тел. В показанном примере это шесть шарикоподшипников 57, каждый из которых удерживается с зазором на болте 58, который направлен параллельно оси. При вращении

приводного диска 56 наружные кольца шарикоподшипников 57 ударяют сторону зонда 1 и при этом подвергают зонд 1 силе, направленной поперечно продольной протяженности зонда 1, который при этом возбуждается для поперечного колебания.

Согласно фиг. 8 в дополнительном варианте осуществления, который в ином случае сконструирован, как описано выше, каждая из ударных масс 59 удерживается на вращающемся приводном диске 61 посредством нити 60; вместо нити 60 также могут обеспечиваться другие гибкие удерживающие средства, такие как цепь. Когда приводной диск 61 устанавливается во вращении посредством электродвигателя, ударные массы 59 следуют по круговой траектории, как указано символически стрелкой 62. Траектория направлена таким образом, что ударные массы 59 ударят по поверхности зонда 1 в процессе.

В типичных вариантах осуществления, описанных выше, в каждом случае предусмотрено, что изменяющаяся со временем сила, поперечная продольному направлению зонда 1, действует на зонд 1 дистально относительно блока 2 ультразвукового преобразователя. Фиг. 9 показывает типичный вариант осуществления настоящего изобретения на виде сбоку и частично в разрезе, на котором изменяющаяся со временем сила, действующая в поперечном направлении, действует на зонд 1 проксимально относительно блока 2 ультразвукового преобразователя.

Как показано на фиг. 9, блок 2 ультразвукового преобразователя содержит ультразвуковой преобразователь 5 и раструб 6. Ультразвуковой преобразователь 5 содержит множество пьезоэлектрических элементов 63, наложенных один на другой в продольном направлении, для генерации ультразвуковых колебаний. Раструб 6 и ультразвуковой преобразователь 5 имеют сквозное отверстие 7, которое является непрерывным в продольном направлении и через которое зонд 1 направляется за ближний конец ультразвукового преобразователя 5.

Отклоняющее устройство 64 расположено проксимально относительно ультразвукового преобразователя 5 и размещается в корпусе 65, в который зонд 1 проходит через отверстие, отцентрированное со сквозным отверстием 7 блока 2 ультразвукового преобразователя. В варианте осуществления, показанном на фиг. 9, зонд 1 имеет проходящий в осевом направлении непрерывный канал 9 для промывания и направлен аж до ближней стороны корпуса 65, где расположен штуцер 25 для крепления шланга, который соединяется с каналом 9 для промывания.

Электродвигатель 66 размещается во внутреннем пространстве корпуса 65, и сила, действующая в поперечном направлении, прилагается к зонду 1 посредством эксцентрикового диска 67, который может быть установлен в возвратно-поступательном или непрерывном вращении электродвигателем 66 и при этом ударяет зонд 1. В принципе отклоняющее устройство 64 может вместо этого быть сконструировано с диском с прорезями или согласно другим типичным вариантам осуществления, описанным выше. Сквозное отверстие 7 сконструировано с достаточным допуском, так что отклонения зонда 1, сгенерированные таким образом в поперечном направлении, могут передаваться посредством блока 2 ультразвукового преобразователя в дистальном направлении.

Таким образом, с одной стороны, удар может прилагаться к зонду 1 для введения подобной удару силы, а, с другой стороны, вращение эксцентрикового диска также может действовать как несбалансированная или центробежная масса, которая посредством электродвигателя 66, установленного в корпусе 65, устанавливает блок, образованный отклоняющим устройством 64 и блоком 2 ультразвукового преобразователя, и, таким образом, ближней частью зонда 1, в дополнительные колебания в поперечном направлении, что в общем представляет низкочастотные компоненты по сравнению с ударным возбуждением. Это может аналогично передаваться на дальний конец 4 зонда 1 и отклонять его в поперечном направлении. Отклоняющее устройство 64 и блок 2 ультразвукового преобразователя могут размещаться в окружающем корпусе (не показан), который может быть сконструирован как рукоятка, и они могут быть установлены в нем упруго, например.

Согласно девятому типичному варианту осуществления, показанному на фиг. 10а и 10б на виде с двух сторон, повернутых на 90° относительно друг друга, блок 2 ультразвукового преобразователя перемещается, с помощью приводного устройства 68, которое действует между окружающим корпусом 69 и блоком 2 ультразвукового преобразователя, в возвратно-поступательном вращении вокруг оси 70, которая является поперечной относительно продольной оси зонда 1 и которая пересекает блок 2 ультразвукового преобразователя в центральной части. Для этой цели приводное устройство 68 может содержать, например, линейный привод, такой как соленоид с заменяемым железным сердечником, пьезодвигатель или электродвигатель с кривошипным приводом, в результате чего изменяющаяся со временем поперечная сила непрерывно прилагается к блоку 2 ультразвукового преобразователя, в частности, чередующаяся сила, направленная вверх и вниз. Из-за вращения блока 2 ультразвукового преобразователя, которое генерируется таким образом, зонд 1 отклоняется в поперечном направлении в своей ближней части, в результате чего также может возникать поперечное отклонение дальнего конца зонда 1.

В описании выше термины "верх" и "вниз" следует понимать только со ссылкой на представление на фигурах; в зависимости от ориентации устройства, признак, описанный таким образом, также может быть ориентирован по-другому. Термин "боковой" используется со ссылкой на продольную протяженность зонда 1 и, в частности, означает боковую поверхность цилиндрически сконструированного зонда 1.

Для ясности не все номера позиций показаны на всех фигурах. Номера позиций, не поясненные от-

носительно фигуры, имеют такое же значение, что и на других фигурах.

Перечень номеров позиций.

- 1 зонд
- 2 блок ультразвукового преобразователя
- 3 ближняя часть
- 4 дальний конец
- 5 ультразвуковой преобразователь
- 6 растроб
- 7 сквозное отверстие
- 8 фланец
- 9 канал для промывания
- 10 ближний конец
- 11 стрелка (продольное направление)
- 12 линейный привод
- 13 рама
- 14 двойная стрелка
- 15 шток поршня
- 16 внутренняя сторона
- 17 внутренняя сторона
- 18 область удара
- 19 область удара
- 20 пластинчатая пружина
- 21 молотковый прерыватель
- 22 электромагнит
- 23 двойная стрелка
- 24 крепежный кронштейн
- 25 штуцер для крепления шланга
- 26 подключение питания
- 27 рама
- 28 дисковый кулачок
- 29 ролик
- 30 направляющее устройство
- 31 пружина
- 32 контрольная поверхность
- 33 вал двигателя

34	электродвигатель
35	наконечник
36	окружающий корпус
37	закрывающая пластина
38	крышка
39	закрывающая пластина
40	разъем для подключения
41	тело
42	кривошипно-ползунный механизм
43	приводной диск
44	диск с прорезями
45	шатун
46	стрелка
47	двойная стрелка
48	двойная стрелка
49	ось
50	прорезь
51	диск с прорезями
52	прорезь
53	двойная стрелка
54	внутренняя сторона
55	внутренняя сторона
56	приводной диск
57	шарикоподшипник
58	болт
59	ударная масса
60	нить
61	приводной диск
62	стрелка
63	пьезоэлектрические элементы
64	отклоняющее устройство
65	корпус
66	электродвигатель
67	эксцентриковый диск
68	приводное устройство
69	окружающий корпус
70	ось
Fq	сила сдвига

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для литотрипсии, содержащее удлиненный зонд (1), который вставляется во внутренние области тела человека или животного, и узел привода, расположенный на ближней части (3) зонда (1) и служащий для отклонения зонда (1), причем узел привода содержит блок (2) ультразвукового преобразователя для возбуждения ультразвуковых колебаний в направлении продольной протяженности зонда (1), и узел привода содержит отклоняющее устройство (64) для приложения изменяющейся со временем силы к зонду (1) в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1), отличающееся тем, что отклоняющее устройство (64) сконструировано для приложения изменяющейся со временем силы путем удара, прилагаемого к боковой поверхности зонда (1) посредством по меньшей мере одного ударного элемента.
2. Устройство для литотрипсии по п.1, отличающееся тем, что регулируется частота и/или интенсивность изменяющейся со временем силы.
3. Устройство для литотрипсии по п.1 или 2, отличающееся тем, что по меньшей мере один ударный элемент сконструирован как таран или молоток (21), который перемещается посредством приводного устройства, чтобы оказать удар на зонд (1).
4. Устройство для литотрипсии по п.1 или 2, отличающееся тем, что по меньшей мере один ударный элемент сконструирован в виде рамы (13, 27), которая перемещается посредством приводного устройства, или в виде диска (44, 51) с прорезями, который перемещается посредством приводного устройства, чтобы оказать удар на зонд (1).
5. Устройство для литотрипсии по п.3 или 4, отличающееся тем, что приводное устройство сконструировано как линейный привод (12) или в виде молоткового прерывателя.
6. Устройство для литотрипсии по п.3 или 4, отличающееся тем, что приводное устройство содержит дисковый кулачок (28), действующий на силу сжатия пружины, или кривошипно-ползунный механизм, который может приводиться в действие электродвигателем (34, 66), пьезодвигателем, пневматическим двигателем или турбиной, или содержит электродвигатель (34, 66), который может контролироваться для выполнения возвратно-поступательного движения.
7. Устройство для литотрипсии по п.1 или 2, отличающееся тем, что по меньшей мере один ударный элемент сконструирован как массивное тело, которое перемещается посредством приводного устройства по круговой траектории, чтобы оказать удар на зонд (1).
8. Устройство для литотрипсии по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что отклоняющее устройство (64) для приложения изменяющейся со временем силы к зонду (1) сконструировано в виде несбалансированного элемента, который может приводиться в действие посредством приводного устройства, или в виде эксцентрика (67), который может приводиться в действие посредством приводного устройства.
9. Устройство для литотрипсии по п.7 или 8, отличающееся тем, что приводное устройство содержит электродвигатель (34, 66), пьезодвигатель, пневматический двигатель, турбину или электродвигатель (34, 66), который может контролироваться для выполнения возвратно-поступательного движения.
10. Устройство для литотрипсии по любому из пп.3-9, отличающееся тем, что двигатель приводного устройства соединен с отклоняющим устройством (64) посредством гибкого вала.
11. Устройство для литотрипсии по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что отклоняющее устройство (64) располагается таким образом, что изменяющаяся со временем сила действует на зонд (1) в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1), дистально относительно блока (2) ультразвукового преобразователя.
12. Устройство для литотрипсии по любому из пп.1-10, отличающееся тем, что зонд (1) проходит в проксимальном направлении за блок (2) ультразвукового преобразователя, и тем, что отклоняющее устройство (64) располагается таким образом, что изменяющаяся со временем сила действует на зонд (1) в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1), проксимально относительно блока (2) ультразвукового преобразователя.
13. Устройство для литотрипсии по любому из пп.1-10, отличающееся тем, что отклоняющее устройство (64) расположено для приложения силы к блоку (2) ультразвукового преобразователя, чтобы прикладывать изменяющуюся со временем силу к зонду (1) в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1).
14. Устройство для литотрипсии по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что блок (2) ультразвукового преобразователя установлен с возможностью перемещения в окружающем корпусе (36, 69).
15. Устройство для литотрипсии по п.14, отличающееся тем, что блок (2) ультразвукового преобразователя установлен упруго в окружающем корпусе (36, 69) и/или поворотно вокруг оси (70) поворота, поперечной продольной протяженности зонда (1).
16. Устройство для литотрипсии по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что узел

привода сконструирован для приложения дополнительной изменяющейся со временем силы к зонду (1) в дополнительном направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1).

17. Система для литотрипсии, содержащая устройство для литотрипсии согласно любому из предыдущих пунктов и эндоскоп, имеющий канал для вставки зонда (1) во внутренние области тела человека или животного, причем

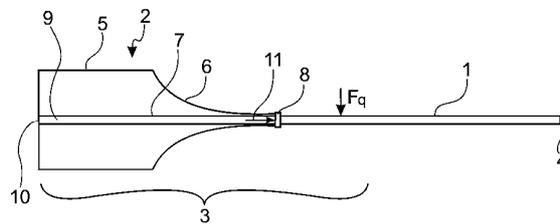
канал имеет такие размеры, чтобы позволить поперечное отклонение зонда (1), вызванное изменяющейся со временем силой, в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1), чтобы передаваться к дальнему концу (4) зонда (1).

18. Способ работы устройства для литотрипсии, содержащего удлиненный зонд (1), в котором зонд (1) в ближней части (3) возбуждается для выполнения ультразвуковых колебаний в направлении продольной протяженности зонда (1), причем эти ультразвуковые колебания передаются по зонду (1) к дальнему концу (4) зонда (1), и

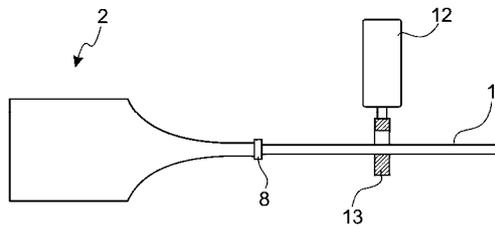
в ближней части (3) изменяющаяся со временем сила прилагается к зонду (1) в направлении, поперечном продольной протяженности зонда (1), и поперечное отклонение зонда (1), вызванное таким образом, передается по зонду (1) на дальний конец (4) зонда (1),

отличающийся тем, что

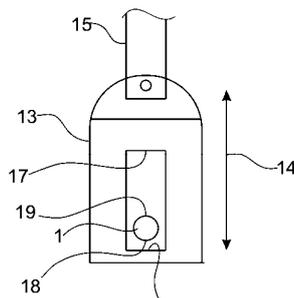
изменяющаяся со временем сила прикладывается путем удара, прикладываемого к боковой поверхности зонда (1).



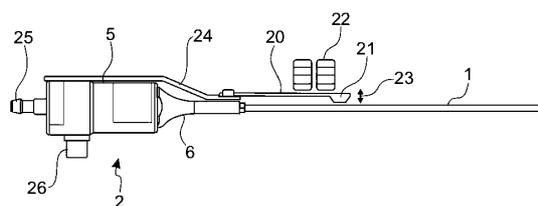
Фиг. 1



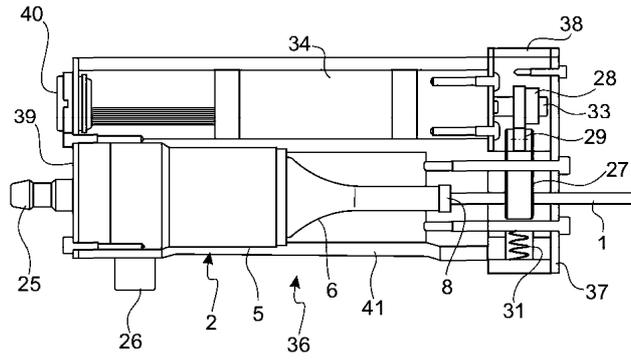
Фиг. 2а



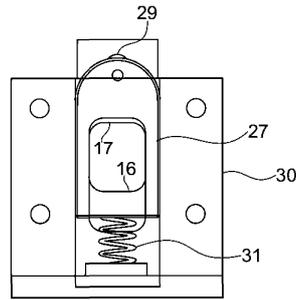
Фиг. 2б



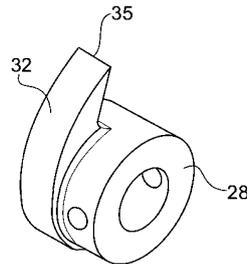
Фиг. 3



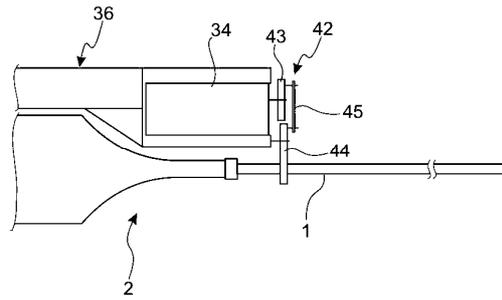
Фиг. 4а



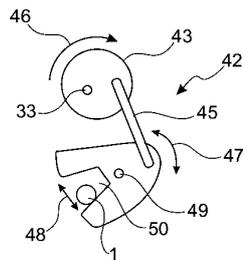
Фиг. 4б



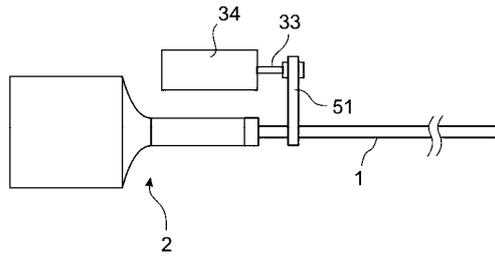
Фиг. 4в



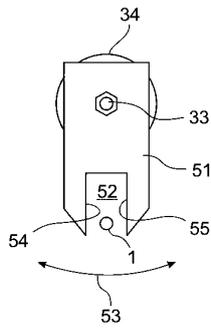
Фиг. 5а



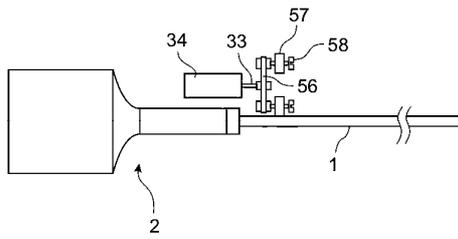
Фиг. 5б



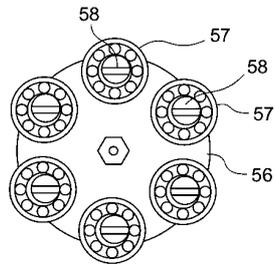
Фиг. 6а



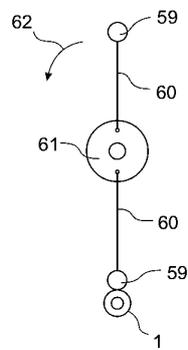
Фиг. 6б



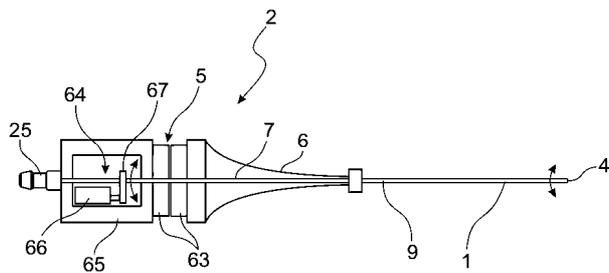
Фиг. 7а



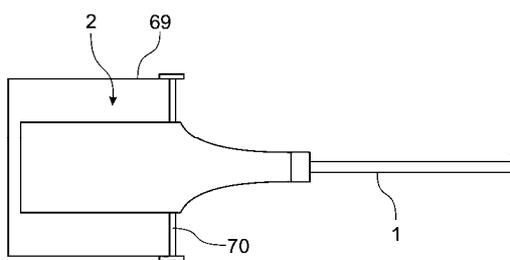
Фиг. 7б



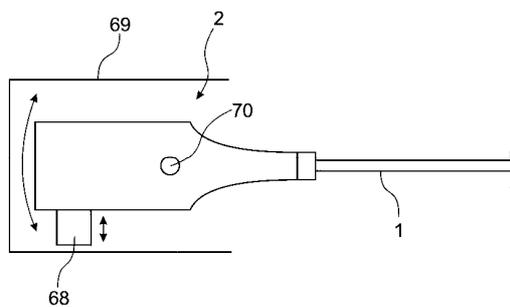
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10а



Фиг. 10б

