

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034846**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.27

(21) Номер заявки
201800283

(22) Дата подачи заявки
2016.10.26

(51) Int. Cl. **B21D 24/14** (2006.01)
F15B 11/036 (2006.01)
B21D 45/02 (2006.01)
B21J 13/14 (2006.01)

(54) ИСПОЛНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

(31) 1582/15

(32) 2015.10.29

(33) CH

(43) 2018.09.28

(86) PCT/EP2016/075798

(87) WO 2017/072173 2017.05.04

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ХАТЕБУР УМФОРММАШИНЕН АГ
(CH)**

(72) Изобретатель:
**Вулкан Михай (CH), Цервас Бернхард
(DE)**

(74) Представитель:
**Станковский В.М., Капустина Ю.В.,
Яковлев Д.М., Медведев В.Н. (RU)**

(56) US-A-4208879
FR-A1-2781016
EP-A1-1398105
EP-A1-2813735
EP-A1-0074421
DE-A1-2845092
WO-A1-2010118799

(57) Исполнительное устройство содержит два приводных блока (10, 20) для выходного элемента (24) исполнительного устройства. Первый приводной блок (10) имеет первую поршневую камеру (11) и первый поршень (12), выполненный с возможностью перемещения в ней, а также первое гидравлическое средство (16, 17a, 17b, 18, 19) для перемещения поршня (12). Второй приводной блок (20) имеет вторую поршневую камеру (21) и второй поршень (22), выполненный с возможностью перемещения в ней, а также второе гидравлическое или пневматическое средство (26, 27, 28, 29) для перемещения поршня (22). Второй поршень (22) соединён с выходным элементом (24) исполнительного устройства для совместного перемещения с ним и может быть соединён с первым поршнем (12) для толкающего усилия таким образом, что второй поршень (22) выполнен с возможностью перемещения во внешнем направлении (P1) посредством первого поршня (12). Первый приводной блок (10) выполнен с возможностью большей толкающей силы, чем второй приводной блок (20), в то время как второй приводной блок (20) сконструирован для большей скорости хода, чем первый приводной блок (10).

034846 B1

034846 B1

Изобретение относится к исполнительному устройству для линейного перемещения выходного элемента исполнительного устройства вдоль оси перемещения в соответствии с родовым понятием независимого п.1 формулы. Также изобретение относится к применению исполнительного устройства.

Во время процесса формовки деформируемого материала в формовочном устройстве зачастую необходимо, с одной стороны, поддерживать деформируемый материал от перемещения или управляемо тормозить связанное с процессом перемещение деформируемого материала и, с другой стороны, выталкивать завершённый отформованный материал из формовочной матрицы. В некоторых случаях для этих целей необходимы относительно большие поддерживающие и выталкивающие силы. С другой стороны, по меньшей мере, выталкивание деформируемого материала должно происходить с высокой скоростью, чтобы гарантировать высокий такт работы формовочного устройства.

В WO 2010/118799 A1 описано устройство для выталкивания отформованных деталей из формовочной матрицы формовочного устройства. Выталкивающее устройство содержит два соединённых приводных блока, из которых один прикладывает относительно большую высвобождающую силу, требуемую для высвобождения отформованных деталей из формовочной матрицы, а другой выполняет фактическое выталкивающее движение с меньшей выталкивающей силой, но со значительно более высокой скоростью. В одной конфигурации приводной блок, ответственный за приложение высвобождающей силы, содержит гидравлический цилиндр, в котором установлен с возможностью перемещения поршень, имеющий узко ограниченную длину хода. Поршень действует на выталкивающий стержень в форме штифта, который отрывает отформованную деталь от формовочной матрицы. Приводной блок для фактического выталкивающего движения содержит привод от электрического мотора, который осуществляет дальнейшее движение выталкивающего стержня, при этом отформованная деталь затем полностью выталкивается из формовочной матрицы. Длина хода этого приводного блока существенно больше длины хода поршня гидравлического приводного блока. Привод от электрического мотора может быть прямым приводом от линейного мотора или сервомотора, который соединён с выталкивающим стержнем, например, посредством соединения с реечной передачей.

Это известное выталкивающее устройство не подходит для поддержки формуемой детали в формовочной матрице во время операции формовки или для управляемого торможения связанного с процессом перемещения формуемой детали во время операции формовки.

Таким образом, задача, лежащая в основе настоящего изобретения, состоит в создании исполнительного устройства в соответствии с родовым понятием, которое подходит как для перемещения объекта, так и для поддержки объекта от нежелательных отклоняющихся перемещений под действием внешней силы, а также для управляемого торможения объекта в случае его смещения в результате действия внешней силы.

Эта задача решается исполнительным устройством согласно изобретению, определённым в независимом п.1 формулы изобретения. Особенно предпочтительные варианты изобретения охарактеризованы в зависимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные применения исполнительного устройства являются объектами пп.11-14 формулы на применение.

Сущность изобретения состоит в следующем: исполнительное устройство для линейного перемещения выходного элемента исполнительного устройства вдоль оси перемещения содержит первый приводной блок и второй приводной блок. Первый приводной блок имеет первую поршневую камеру и первый поршень, установленный с возможностью линейного перемещения в ней, а также первое гидравлическое средство для перемещения первого поршня в первой поршневой камере. Второй приводной блок имеет выходной элемент исполнительного устройства, который выполнен с возможностью линейного перемещения вдоль оси перемещения и который может быть соединён с первым поршнем первого приводного блока для толкающего усилия таким образом, что за счёт перемещения первого поршня во внешнем направлении выходной элемент исполнительного устройства аналогичным образом перемещается во внешнем направлении. Второй приводной блок имеет вторую поршневую камеру, соединённую с первой поршневой камерой для совместного перемещения с ней, и второй поршень, установленный с возможностью линейного перемещения во второй поршневой камере, а также второе гидравлическое или пневматическое средство для перемещения второго поршня во второй поршневой камере. Второй поршень соединён с выходным элементом исполнительного устройства для совместного перемещения с ним таким образом, что за счёт перемещения второго поршня во внешнем направлении выходной элемент исполнительного устройства выполнен с возможностью перемещения из второй поршневой камеры, и за счёт перемещения второго поршня во внутреннем направлении, противоположном внешнему направлению, выходной элемент исполнительного устройства выполнен с возможностью перемещения во вторую поршневую камеру. Исполнительное устройство имеет устройство измерения положения для обнаружения положений первого поршня и второго поршня относительно опорного положения, которое является фиксированным по отношению к устройству, для перемещения выходного элемента исполнительного устройства с управлением по положению.

Поскольку второй приводной блок выполнен в виде гидравлического или пневматического поршневого привода, исполнительное устройство подходит не только для перемещения объекта, но и для поддержки и торможения объекта. Устройство измерения положения для обнаружения положений первого

поршня и второго поршня относительно опорного положения, которое является фиксированным по отношению к устройству, позволяет осуществлять перемещение выходного элемента исполнительного устройства с управлением по положению.

Предпочтительно первый приводной блок выполнен с возможностью формирования большей толкающей силы, чем второй приводной блок. В то же время предпочтительно, чтобы второй приводной блок был выполнен с возможностью ускорения и перемещения второго поршня быстрее, чем первый приводной блок ускоряет и перемещает первый поршень. Таким образом возможно оптимальное сочетание большой толкающей силы и быстрого перемещения вперёд.

Предпочтительно исполнительное устройство имеет датчики давления для обнаружения давления в первой поршневой камере и второй поршневой камере для гидравлической или пневматической среды, находящейся в первой поршневой камере и второй поршневой камере. Это позволяет осуществлять перемещение выходного элемента исполнительного устройства с управлением по давлению или силе.

Предпочтительно исполнительное устройство содержит устройство управления, которое взаимодействует с устройством измерения положения и датчиками давления для управляемого по положению и силе перемещения первого поршня и второго поршня.

Предпочтительно исполнительное устройство имеет сервоклапаны, которые выполнены с возможностью приведения в действие устройством управления и предпочтительно выполнены с возможностью непрерывной работы для подачи и удаления гидравлической или пневматической среды в первую и вторую поршневые камеры и из них. Посредством сервоклапанов перемещением выходного элемента исполнительного устройства можно управлять точно и непрерывно.

В качестве альтернативы, исполнительное устройство имеет насосы с управлением по скорости, которые выполнены с возможностью приведения в действие устройством управления для подачи и удаления гидравлической или пневматической среды в первую и вторую поршневые камеры и из них.

Предпочтительно первый приводной блок содержит баллонный или диафрагменный аккумулятор для возвращения первого поршня во внутреннем направлении. В предпочтительной альтернативной конфигурации первый приводной блок содержит газовый аккумулятор для возвращения первого поршня во внутреннем направлении. Это позволяет возвращать первый поршень с очень малой силой.

Предпочтительно толкающий элемент соединён со вторым поршнем для совместного перемещения с ним, причём через упомянутый толкающий элемент второй поршень выполнен с возможностью перемещения во внешнем направлении посредством первого поршня.

В соответствии с другим аспектом изобретения исполнительное устройство применяется для приложения направленной силы к деформируемому материалу в формовочном устройстве.

В предпочтительном применении деформируемый материал выталкивается из формовочной матрицы посредством исполнительного устройства. В другом предпочтительном применении во время процесса формовки деформируемый материал поддерживается исполнительным устройством против действия внешней силы. В другом предпочтительном применении перемещение деформируемого материала, вызываемое действием внешней силы, управляемо тормозится исполнительным устройством.

Исполнительное устройство согласно изобретению более подробно описано ниже на основе примерных вариантов выполнения и примеров применения и с обращением к сопровождающим чертежам, на которых

фиг. 1 - схематичный вид примерного варианта выполнения исполнительного устройства согласно изобретению;

фиг. 2 - блок-схема устройства управления исполнительного устройства по фиг. 1;

фиг. 3 - схематичный вид исполнительного устройства по фиг. 1 в контексте формовочного устройства;

фиг. 4-9 показывают исполнительное устройство по фиг. 1 в различных фазах в первом применении, и соответствующий график силы, пути и времени;

фиг. 10-17 схематично показывают последовательность процесса по второму применению во время пробивки/отделения формуемой детали в формовочном устройстве;

фиг. 18-22 показывают исполнительное устройство по фиг. 1 в различных фазах по второму применению во время пробивки/отделения формуемой детали и соответствующий график силы, пути и времени;

фиг. 23-28 схематично показывают последовательность процесса по третьему применению во время удаления окалины и формовки формуемой детали в формовочном устройстве;

фиг. 29-34 показывают исполнительное устройство по фиг. 1 в различных фазах по третьему применению во время удаления окалины и формовки формуемой детали и соответствующий график силы, пути и времени; и

каждая из фиг. 35, 36 схематично показывает вариант деталей исполнительного устройства.

В отношении нижеследующего описания применимы следующие соображения: там, где в целях ясности чертежей условные обозначения включены в чертёж, но не упоминаются в непосредственно связанной с ним части описания, следует обратиться к пояснению этих условных обозначений в предшествующих или последующих частях описания. Напротив, во избежание чрезмерного усложнения чертежей условные обозначения, которые менее существенны для непосредственного понимания, не включены во

все чертежи. В этом случае следует обратиться к другим чертежам.

Примерный вариант выполнения исполнительного устройства согласно изобретению, показанный со своими наиболее важными с точки зрения функциональности частями на фиг. 1-3, содержит первый приводной блок 10 и второй приводной блок 20. Первый приводной блок 10 содержит поршневую камеру 11, например цилиндрическую поршневую камеру, имеющую первый поршень 12, который установлен с возможностью линейного перемещения в ней. Второй приводной блок 20 содержит поршневую камеру 21, например цилиндрическую поршневую камеру, имеющую второй поршень 22, установленный с возможностью линейного перемещения в ней. Две поршневые камеры 11 и 21 установлены совмещённо, одна за другой, по отношению к оси А перемещения, и фиксированно соединены друг с другом.

Первая поршневая камера 11 соединена посредством двух каналов 15а и 15b с первым гидравлическим средством, которое содержит гидравлический источник, который лишь обозначен каналом 16, два гидравлических аккумулятора 17а и 17b, первый 4-ходовой сервоклапан 18, выполненный с возможностью непрерывной работы, и накопительный бак 19. Как дополнительно пояснено ниже, используются только три из четырёх ходов сервоклапана 18, так что первый сервоклапан 18 также может быть выполнен в виде 3-ходового клапана. Два канала 15а и 15b выходят в первую поршневую камеру 11 в области двух её концов в продольном направлении. Канал 15а ведёт к первому сервоклапану 18. По каналу 15b гидравлический аккумулятор (баллонный или диафрагменный аккумулятор) 17b соединён с первой поршневой камерой 11. Со стороны канала 15а рабочее давление первого гидравлического средства составляет до приблизительно 350 бар (контур высокого давления). Со стороны канала 15b рабочее давление значительно ниже. Поэтому гидравлический аккумулятор 17b выполнен в виде аккумулятора низкого давления. Со стороны канала 15b также возможно использовать пневматическую рабочую среду вместо гидравлической среды, и в этом случае будет предусмотрен газовый аккумулятор вместо гидравлического аккумулятора 17b. Это обеспечивает преимущество, если гидравлический баллонный или диафрагменный аккумулятор не имеет достаточно короткое время реакции для конкретного применения исполнительного устройства.

Толкающий элемент 23 в форме стержня соединён со вторым поршнем 22 для совместного перемещения с ним, причём упомянутый толкающий элемент проходит с уплотнением через торцевую стенку 21а второй поршневой камеры 21 и через примыкающую торцевую стенку 11а первой поршневой камеры 11 и выступает в первую поршневую камеру 11. Со стороны второго поршня 22 напротив толкающего элемента 23 установлен для совместного перемещения с ним выходной элемент 24 исполнительного устройства в форме стержня. Выходной элемент 24 исполнительного устройства проходит с уплотнением через торцевую стенку 21b второй поршневой камеры 21, причём упомянутая торцевая стенка находится напротив торцевой стенки 21а, и (в показанном отведённом состоянии) немного выступает из второй поршневой камеры 21. Два поршня 12 и 22 и толкающий элемент 23 и выходной элемент 24 исполнительного устройства ориентированы с совмещением (соосно) по отношению к оси А перемещения.

Вторая поршневая камера 21 соединена посредством двух каналов 25а и 25b со вторым гидравлическим средством, которое содержит гидравлический источник, который лишь обозначен каналом 26, гидравлический аккумулятор 27, второй 4-ходовой сервоклапан 28, выполненный с возможностью непрерывной работы, и накопительный бак 29. Два канала 25а и 25b выходят во вторую поршневую камеру 21 в области двух её продольных концов. Рабочее давление второго гидравлического средства составляет до приблизительно 150 бар (контур низкого давления). Вместо второго гидравлического средства также было бы возможно предусмотреть пневматическое средство, и в этом случае аналогичным образом использовался бы пневматический источник вместо гидравлического источника и газовый аккумулятор вместо гидравлического аккумулятора.

С первой поршневой камерой 11 соединены два датчика 31 и 32 давления, которые обнаруживают давление гидравлической среды, находящейся в первой поршневой камере 11 с каждой стороны первого поршня 12. Аналогичным образом, два датчика 33 и 34 давления соединены со второй поршневой камерой 21, причём упомянутые датчики давления обнаруживают давление гидравлической или пневматической среды, находящейся во второй поршневой камере 21 с каждой стороны второго поршня 22.

Также исполнительное устройство имеет устройство 40 измерения положения, которое обнаруживает положения первого поршня 12 и второго поршня 22 относительно опорного положения, которое является фиксированным по отношению к упомянутому устройству. Устройство 40 измерения положения на магнитной основе содержит сенсорную планку 41, позиционные магниты 42 и 43 и электронный измерительный блок 44. Позиционные магниты 42 неподвижно размещены на первом поршне 12. Позиционные магниты 43 размещены на свободном конце толкающего элемента 23 и неподвижно соединены с ним. Поскольку толкающий элемент 23, в свою очередь, соединён со вторым поршнем 22 для совместного перемещения с ним, положение второго поршня 22 получается непосредственно из положения толкающего элемента 23. Фиксированная сенсорная планка 41 размещена аксиально и проходит через первый поршень 12 в свободный конец толкающего элемента 23. В случае перемещения первого или второго поршня 12, 22, соответственно, позиционные магниты 42, 43, соответственно, формируют соответствующие сигналы в сенсорной планке 41, из которых электронный измерительный блок 44 формирует информацию о положении или расстоянии перемещения.

Второй поршень 22 второго приводного блока 20 может перемещаться вдоль оси А перемещения в направлении стрелки Р1 (внешнем направлении) в результате действия на него находящейся под давлением гидравлической среды посредством канала 25а, и в направлении стрелки Р2 (внутреннем направлении) в результате действия на него находящейся под давлением гидравлической среды посредством канала 25б. Толкающий элемент 23, соответственно, перемещается вместе с ним, и выходной элемент 24 исполнительного устройства соответствующим образом перемещается из второй поршневой камеры 21 и обратно в неё.

Первый поршень 12 первого приводного блока 10 может перемещаться вдоль оси А перемещения в направлении стрелки Р1 (внешнем направлении) в результате действия на него находящейся под давлением гидравлической среды посредством канала 15а. Обратное перемещение первого поршня 12 в направлении стрелки Р2 (внутреннем направлении) осуществляется в результате действия на первый поршень 12 гидравлической среды из гидравлического аккумулятора 17б посредством канала 15б. Второй поршень 22 соединён с первым поршнем 12 посредством толкающего элемента 23 только ради толкающего усилия. Другими словами, первый поршень 12 способен перемещать второй поршень 22 и с ним выходной элемент 24 исполнительного устройства во внешнем направлении только во время своего перемещения во внешнем направлении. Соединение двух поршней 12 и 22 для толкающего усилия, разумеется, является активным только когда упомянутые два поршня находятся в тех положениях, в которых толкающий элемент 23 соприкасается с первым поршнем 12, как показано на фиг. 1. В результате описанного соединения упомянутых двух приводных блоков 10 и 20 или их поршней 12 и 22 выходной элемент 24 исполнительного устройства может (в зависимости от положения упомянутых двух поршней) перемещаться в направлении стрелки Р1, другими словами перемещаться наружу, посредством обоих приводных элементов 10 и 20. Больше подробностей в данном отношении приведено в настоящем документе ниже в отношении характерных примеров применения.

Перемещение или ход первого поршня 12 и второго поршня 22 вдоль оси А перемещения может управляться посредством давления или силы путём соответствующей регулировки сервоклапанов 18 и 28 при помощи датчиков 31-34 давления (давление и сила пропорциональны по площадям эффективной поверхности поршней) и управляться по положению при помощи устройства 40 измерения положения. Как показано на блок-схеме по фиг. 2, для этой цели исполнительное устройство имеет устройство 50 управления, которое взаимодействует с устройством 40 измерения положения и датчиками 31-34 давления, и за счёт надлежащего приведения в действие двух сервоклапанов 18 и 28 выполнено с возможностью осуществления перемещения с управлением по положению и силе первого поршня 12 и второго поршня 22, и вместе с ними выходного элемента 24 исполнительного устройства. Устройство 50 управления также содержит интерфейс 51 оператора, посредством которого возможна установка требуемых сил и давления и положений поршней или длины хода поршней в ходе практического применения исполнительного устройства. Вместо датчиков 31-34 давления или в дополнение к ним на выходном элементе 24 исполнительного устройства также может быть установлен датчик силы, сигнал силы от которого может использоваться для управления перемещением поршней.

Два приводных блока 10 и 20 имеют различные конфигурации. Первый поршень 12 первого приводного блока 10 имеет эффективную площадь поверхности поршня, которая существенно больше, чем у второго поршня 22, и на неё также действует более высокое рабочее давление. В результате первый приводной блок 10 может формировать существенно большие толкающие/удерживающие силы или тормозящие силы, чем второй приводной блок 20. Напротив, однако, перемещение первого поршня требует существенно большего объёмного расхода и поэтому является более медленным. Второй поршень 22 второго приводного блока 20 имеет относительно малую эффективную площадь поверхности поршня (кольцевую). В результате второй приводной блок 20 способен формировать лишь относительно малые толкающие/удерживающие силы или тормозящие силы. С другой стороны, однако, второй поршень 22 может ускоряться и перемещаться относительно быстро с малым объёмным расходом. Сочетание двух приводных блоков 10 и 20 допускает некоторую степень разделения силы и перемещения. Это позволяет формировать очень большие толкающие силы при относительно низкой скорости и формировать меньшие толкающие силы посредством относительно большой длины хода поршня при относительно высокой скорости. Сочетание двух приводных блоков 10 и 20 обеспечивает оптимальную гибкость в отношении условий применения или пригодности к применению исполнительного устройства.

На практике первая и вторая поршневые камеры 11 и 21 являются предпочтительно полыми цилиндрическими, а первый и второй поршни 12, 22, соответственно, являются цилиндрическими. Внутренний диаметр первой поршневой камеры 11 составляет, например, около 80 мм, внутренний диаметр второй поршневой камеры 21 составляет около 50 мм. Диаметр толкающего элемента 23 и диаметр выходного элемента 24 исполнительного устройства в каждом случае составляют около 40 мм. При этих размерах эффективная площадь поверхности поршня для первого поршня 12 составляет $\Pi \cdot 40^2$ мм² с каждой стороны, а эффективная площадь поверхности поршня (кольцевая) для второго поршня 22 составляет $\Pi \cdot (25^2 - 20^2)$ мм² с каждой стороны.

Исполнительное устройство согласно изобретению пригодно для применений, в которых требуется

действие направленной силы на объект. Приложение силы может быть использовано, например, для осуществления управляемого перемещения объекта на определённое расстояние вдоль оси перемещения и при этом преодолевать сопротивление, противодействующее перемещению объекта (толкающая сила). Его примером является выталкивание отформованной заготовки из формовочной матрицы формовочного устройства. Приложение силы также может быть использовано для поддержки или удержания объекта на месте во время действия противодействующей внешней силы (удерживающей силы). Его примером является поддержка заготовки, подлежащей формовке в формовочной матрице во время воздействия пуансона на заготовку. Кроме того, исполнительное устройство пригодно для осуществления контролируемого торможения перемещения объекта, вызываемого противоположно направленным действием внешней силы (тормозящей силы). Его примером является введение с контролируемым торможением заготовки в формовочную матрицу формовочного устройства. Перемещение, поддержка и торможение объекта также могут комбинироваться посредством исполнительного устройства согласно изобретению и могут быть реализованы в любом желаемом порядке. Исполнительное устройство согласно изобретению является в особенности очень пригодным для применения в формовочных устройствах для перемещения, поддержки и торможения формуемых деталей.

Основные функции исполнительного устройства (перемещение, поддержка, торможение), которые будут очевидны из нижеследующего описания характерных применений, являются по отдельности регулируемые и приспособляемые к рассматриваемому применению. Фундаментальные преимущества исполнительного устройства согласно изобретению состоят в низком износе механических компонентов; плавной последовательности перемещения при применении в высокоскоростном процессе формовки; безопасное, центральное приложение силы; возможность очень гибкой реализации положений в ходе процесса; и высокий уровень безопасности в результате защиты гидравлической системы от перегрузки.

На фиг. 3 показано исполнительное устройство в практическом применении, причём исполнительное устройство установлено сбоку в виде блока на корпусе 110 механизма формовочного устройства 100. В данном случае на чертеже первое и второе гидравлические средства объединены в гидравлический блок 60, при этом только гидравлический аккумулятор 17b, два сервоклапана 18 и 28 и два канала 25a и 25b обозначены отдельно.

Корпус 110 механизма формовочного устройства имеет сквозное отверстие 111, в которое выступает выходной элемент 24 исполнительного устройства. На стороне корпуса 110 механизма, противоположной исполнительному устройству, установлена формовочная матрица 120, которая, аналогичным образом, имеет сквозное отверстие 121 и в которой находится деформируемый материал (формуемая заготовка) W. Между деформируемым материалом W и выходным элементом 24 исполнительного устройства размещён выталкивающий стержень 122. При движении второго поршня 22 в направлении корпуса 110 механизма выходной элемент 24 исполнительного устройства выталкивает посредством выталкивающего стержня 122 деформируемый материал или формуемую заготовку W из матрицы 120.

На фиг. 4-9 показано исполнительное устройство в различных фазах рабочего цикла при его применении в качестве выталкивающего устройства для деформируемого материала, который был отформован в формовочном устройстве. Как показано на фиг. 3, выходной элемент 24 исполнительного устройства приводит в действие выталкивающий стержень 122, который, в свою очередь, выталкивает деформируемый материал W из формовочной матрицы 120. Формовочное устройство с формовочной матрицей и деформируемый материал, а также выталкивающий стержень не показаны на фиг. 4-9.

Для выталкивания деформируемого материала, который был отформован в матрице, прежде всего необходима относительно большая высвобождающая сила для отрыва деформируемого материала от матрицы, причём деформируемый материал перемещается лишь на пренебрежимую величину в матрице с относительно низкой скоростью. В таком случае для последующего, собственно выталкивающего перемещения требуется лишь значительно меньшая выталкивающая сила, но деформируемый материал (в зависимости от его размеров) перемещается на относительно большое расстояние перемещения из матрицы до тех пор, пока он не пройдёт её передний край. В интересах высокого такта работы механизма, т.е. короткого цикла работы формовочного устройства, выталкивание деформируемого материала должно осуществляться с наибольшим возможным ускорением и скоростью.

На фиг. 4 показано исполнительное устройство в исходном положении, при этом два поршня 12 и 22 и вместе с ними выходной элемент 24 исполнительного устройства переместились в заданное положение, которое зависит от высоты деформируемого материала (в направлении выталкивания) и его положения в матрице (расстояния от переднего края матрицы). Конфигурация соответствует конфигурации по фиг. 3.

На фиг. 5 показано исполнительное устройство в фазе высвобождения. Оба поршня 12 и 22 перемещены во внешнем направлении с управлением по положению, причём высвобождающая сила прикладывается первым приводным блоком 10 или его поршнем 12. Толкающий элемент 23 по-прежнему соприкасается с первым поршнем 12. Во время перемещения первого поршня 12 во внешнем направлении гидравлическая среда впереди первого поршня 12 выталкивается в гидравлический аккумулятор 17b. Высвобождение деформируемого материала из матрицы осуществляется с управлением по положению при ограничении максимума давления или максимальной силы.

На фиг. 6 показано исполнительное устройство в фазе толкающего усилия. Когда деформируемый материал высвобожден из матрицы, что может быть распознано по падению давления или по силовому сигналу, если соответствующий силовой датчик установлен на выходном элементе 24 исполнительного устройства, второй поршень 22 перемещается во внешнем направлении с управлением по положению, причём выходной элемент 24 исполнительного устройства выталкивает деформируемый материал из формовочной матрицы (перемещает его в положение впереди переднего края матрицы). Это фактическое выталкивающее перемещение, которое может быть осуществлено очень быстро посредством второго приводного блока 20. Первый поршень 12 в это время возвращается в своё исходное положение с управлением по положению посредством давления от гидравлического аккумулятора 17b. Сервоклапан 18 управляемо открывается в сборный бак 19. В качестве альтернативы, первый поршень 21 также может быть возвращён в ходе последующего возвратного перемещения (во внутреннем направлении) второго поршня 22 посредством него через толкающий элемент 23.

На фиг. 7 показано исполнительное устройство в фазе удержания. Первый поршень 12 находится в своём исходном положении, второй поршень 22 и выходной элемент 24 исполнительного устройства переместились вовне на такую величину, что деформируемый материал находится впереди переднего края формовочной матрицы, откуда оно может транспортироваться прочь посредством транспортировочной системы формовочного устройства.

В следующем рабочем цикле формовочного устройства новый деформируемый материал (заготовка, подлежащая формовке) размещён впереди формовочной матрицы и вводится в формовочную матрицу, например посредством пуансона с надлежащим силовым приводом. В результате выходной элемент 24 исполнительного устройства толкается во внутреннем направлении P2 посредством заготовки (через выталкивающий стержень). Тогда исполнительное устройство переходит в фазу торможения, показанную на фиг. 8, в которой управление перемещением второго поршня 22 изменяется с управления по положению на управление по силе с контролем положения, при котором перемещению заготовки при её вводе противодействует, т.е. тормозит, управляемая тормозящая сила. Во время введения заготовки второй поршень 22 перемещается внутрь с управлением по силе, с контролем положения, до тех пор, пока он не достигнет своего исходного положения по фиг. 4. Тормозящая сила является относительно малым и в любом случае устанавливается достаточно малым, чтобы не вызвать какую-либо деформацию заготовки.

Затем заготовку формуют, придавая желаемую форму, в формовочной матрице посредством пуансона формовочного устройства.

На фиг. 9 показана толкающая сила, которая возникает во время цикла выталкивания в исполнительном устройстве и которое должно прикладываться устройством посредством его выходного элемента 24 исполнительного устройства, а также путь (длина хода из исходного положения) выходного элемента 24 исполнительного устройства в зависимости от времени t цикла. Пунктирная линия показывает путь s , сплошная линия показывает силу F . Во время фазы высвобождения (фиг. 5) выходной элемент 24 исполнительного устройства перемещается лишь на относительно короткое расстояние. Высвобождающая сила, которая должна быть приложена, является (вкратце) относительно большой. В последующей фазе толкающего усилия (фиг. 6) выходной элемент 24 исполнительного устройства сильно ускоряется при приложении относительно малой силы и быстро перемещается вовне в полной мере. За кратким периодом неподвижности следует фаза удержания (фиг. 7) и затем фаза торможения (фиг. 8), при этом выходной элемент 24 исполнительного устройства вновь перемещается внутрь в своё исходное положение по фиг. 4 с управлением по силе с постоянной тормозящей силой.

На фиг. 10-17 показана характерная последовательность процесса во время пробивки и разделения отформованной детали в формовочном устройстве.

В формовочном устройстве показаны только разделительная матрица 220, штамповочный пуансон 230, разделительная муфта 240 и направляющая муфта 250. Заготовка, подлежащая пробивке и разделению, (деформируемый материал) обозначена U. Аналогично фиг. 3, направляющая муфта 250 соединена с выходным элементом 24 исполнительного устройства посредством толкающего элемента (не показан) и приводится в действие под действием силы от него во время работы. На фиг. 18-21 показаны соответствующие положения выходного элемента 24 исполнительного устройства и двух поршней 12 и 22 во время отдельных этапов последовательности процесса.

Силы, описанные ниже как "большая сила" и "малая сила" следует понимать как толкающие, удерживающие и тормозящие силы, прикладываемые первым приводным блоком 10 и вторым приводным блоком 20.

В начале процесса пробивки и разделения два поршня 12 и 22, начиная перемещение из исходного положения (фиг. 21), перемещаются с управлением по положению в положение, показанное на фиг. 18 (фаза толкающего усилия) и фиг. 19 (фаза удержания). Направляющая муфта 250, которая приводится в действие или получает силовой привод от выходного элемента 24 исполнительного устройства, расположена непосредственно перед передним краем разделительной матрицы 220. Деформируемый материал U размещён перед разделительной матрицей 220 посредством транспортировочного устройства формовочного устройства (фиг. 10)

На следующем этапе штамповочный пуансон 230 и разделительная муфта 240 перемещаются в на-

правлении разделительной матрицы 220 и вжимают в неё деформируемый материал U на короткое расстояние (фиг. 11). Это перемещение тормозится исполнительным устройством с небольшой силой, причём второй поршень 22 перемещается во внутреннем направлении до тех пор, пока он не примет положение, показанное на фиг. 20.

На следующем этапе (фиг. 12) штамповочный пуансон 230 толкает участок UK сердцевины деформируемого материала U в направляющую муфту 250, причём исполнительное устройство поддерживает направляющую муфту 250 с большой силой.

На следующем этапе (фиг. 13) начинается операция разделения. Разделительная муфта 240 перемещается в направлении разделительной матрицы 220 и толкает деформируемый материал U в формовочную матрицу. В то же время два поршня 12 и 22 исполнительного устройства возвращаются в свои исходные положения (фиг. 21) с управлением по положению и силе, и во время этого перемещения во внутреннем направлении тормозят перемещение направляющей муфты 250 с малой силой. На этом этапе участок деформируемого материала, который остаётся после выбивания участка UK сердцевины, разделяется на кольцевой центральный участок UM и кольцеобразный участок UR обода, как показано на фиг. 14.

Затем штамповочный пуансон 230 и разделительная муфта 240 вновь перемещаются в обратном направлении (фиг. 15).

Одновременно или впоследствии выходной элемент 24 исполнительного устройства вновь перемещается во внешнем направлении с управлением по положению (фиг. 18) и начинает операцию выталкивания центрального участка UM (фиг. 16). Как только выходной элемент исполнительного устройства достигает положения, показанного на фиг. 19, центральный участок UM располагается перед разделительной матрицей 220, откуда он может быть транспортирован транспортировочным устройством формовочного устройства (фиг. 17). Тогда может начаться новый цикл пробивки и разделения.

На фиг. 22 показана толкающая сила, которая возникает во время цикла пробивки и разделения в исполнительном устройстве и которая должна прикладываться устройством посредством его выходного элемента 24 исполнительного устройства, а также путь перемещения (длину хода из исходного положения) выходного элемента 24 исполнительного устройства в зависимости от времени t цикла. Пунктирная линия показывает путь s перемещения, сплошная линия показывает силу F .

На фиг. 23-28 показана характерная последовательность процесса удаления окалины и формовки формируемой детали в формовочном устройстве.

В формовочном устройстве показаны только формовочная матрица 320, пуансон 330 и выталкивающий стержень 350. Заготовка (деформируемый материал), подлежащая удалению окалины и формовке, обозначена U. Аналогично фиг. 3, выталкивающий стержень 350 соединён с выходным элементом 24 исполнительного устройства непосредственно или посредством толкающего элемента (не показан) и получает силовой привод от него во время работы. На фиг. 29-33 показаны соответствующие положения выходного элемента 24 исполнительного устройства и двух поршней 12 и 22 во время отдельных этапов последовательности процесса.

Цикл процесса показан как начинающийся с деформируемого материала U, который уже отформован в формовочной матрице 320 (фиг. 23). Пуансон 330 уже возвращён. Выходной элемент 24 исполнительного устройства и поршни 12 и 22 расположены в исходном положении, показанном на фиг. 29, при этом выталкивающий стержень 350 занимает положение, показанное на фиг. 23.

Далее происходит высвобождение и выталкивание деформируемого материала U из формовочной матрицы 320. На фиг. 30 показано исполнительное устройство в фазе высвобождения. На фиг. 31 показано исполнительное устройство в фазе выталкивания, и на фиг. 32 показаны положения двух поршней 12 и 22, которые вместе переместились во внешнем направлении, в полностью выдвинутом состоянии (фаза удержания), причём затем деформируемый материал располагается перед формовочной матрицей 320 (фиг. 24) и может быть транспортирован прочь. Высвобождение и выталкивание деформируемого материала осуществляются таким же способом, как описано в отношении фиг. 4-8. Высвобождение осуществляется с большой силой, а дальнейшее выталкивание - с малой силой.

На следующем этапе завершённый формовкой деформируемый материал транспортируется прочь, и новая заготовка U, подлежащая формовке, располагается перед формовочной матрицей 320 посредством транспортировочного устройства формовочного устройства (фиг. 25). Выходной элемент 24 исполнительного устройства по-прежнему находится в положении удержания согласно фиг. 32.

Перед собственно операцией формовки производится очистка заготовки U от окалины. Для этой цели заготовка слегка сжимается посредством пуансона 330, причём необходимая противоположная сила (удерживающая сила) прикладывается исполнительным устройством или его выходным элементом 24 исполнительного устройства, который находится в положении удержания (фиг. 32).

Затем начинается процесс формовки, при этом пуансон 330 вдавливают заготовку U в формовочную матрицу 320 (фиг. 27), в то время как выходной элемент исполнительного устройства перемещается в своё исходное положение, показанное на фиг. 29 с управлением по силе и положению. В то время как заготовка U вдавливается в формовочную матрицу 320, выходной элемент 24 исполнительного устройства тормозит перемещение вводимой заготовки с управлением по силе. На фиг. 33 показано исполнительное устройство в этой фазе торможения.

Как только выходной элемент 24 исполнительного устройства и два поршня 12 и 22 достигают своего исходного положения, выходной элемент 24 исполнительного устройства противодействует направленному внутрь перемещению заготовки с большой силой, при этом заготовка подвергается окончательной формовке в формовочной матрице посредством пуансона (фиг. 28).

Тогда формовочное устройство готово к новому рабочему циклу.

На фиг. 34 показана толкающая сила, которая возникает во время цикла очистки от окалины и формовки в исполнительном устройстве и которая должна прикладываться устройством посредством его выходного элемента 24 исполнительного устройства, а также путь перемещения (длина хода из исходного положения) выходного элемента 24 исполнительного устройства в зависимости от времени t цикла. Пунктирной линией показан путь s перемещения, сплошной линией показана сила F .

В описанных выше примерных вариантах выполнения подача и удаление гидравлической среды осуществляются посредством сервоклапанов 18 и 28. На фиг. 35 и 36 показан вариант первого и второго приводных блоков, в котором вместо сервоклапанов используются насосы с управлением по скорости.

В дополнение к уже описанным компонентам приводной блок 10' содержит гидравлический бак 119 и насос 118а с управлением по скорости, приводимый в действие электрическим сервомотором 118b. Насос 118а соединён с первой поршневой камерой 11 посредством канала 15а.

В дополнение к уже описанным компонентам второй приводной блок 20' содержит насос 128а с управлением по скорости, приводимый в действие электрическим сервомотором 128b. Насос 128а соединён со второй поршневой камерой 21 посредством каналов 25а и 25b. Предусмотренный дополнительно диафрагменный или баллонный аккумулятор 127 соединён с двумя каналами 25а и 25b посредством соответствующего невозвратного клапана 127а и 127b соответственно.

Два сервомотора 118b и 128b (вместо сервоклапанов 18 и 28) приводятся в действие контроллером 50.

Режим работы двух приводных блоков ясен специалисту в данной области техники и не требует дополнительного пояснения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Исполнительное устройство для линейного перемещения выходного элемента (24) исполнительного устройства вдоль оси (А) перемещения, имеющее первый приводной блок (10; 10') и второй приводной блок (20; 20'), причём первый приводной блок (10; 10') имеет первую поршневую камеру (11) и первый поршень (12), установленный с возможностью линейного перемещения в ней, а также первое гидравлическое средство (16, 17а, 17b, 18, 19) для перемещения первого поршня (12) в первой поршневой камере (11), и при этом второй приводной блок (20; 20') имеет упомянутый выходной элемент (24) исполнительного устройства, который выполнен с возможностью линейного перемещения вдоль оси (А) перемещения и соединения с первым поршнем (12) первого приводного блока (10; 10') для толкающего усилия таким образом, что за счёт перемещения первого поршня (12) во внешнем направлении (P1) выходной элемент (24) исполнительного устройства аналогичным образом перемещается во внешнем направлении (P1), причём второй приводной блок (20; 20') имеет вторую поршневую камеру (21), соединённую с первой поршневой камерой (11) для совместного перемещения с ней, и второй поршень (22), установленный с возможностью линейного перемещения во второй поршневой камере (21), а также второе гидравлическое или пневматическое средство (26, 27, 28, 29) для перемещения второго поршня (22) во второй поршневой камере (21), причём второй поршень (22) соединён с выходным элементом (24) исполнительного устройства для совместного перемещения с ним таким образом, что за счёт перемещения второго поршня (22) во внешнем направлении (P1) выходной элемент (24) исполнительного устройства выполнен с возможностью перемещения из второй поршневой камеры (21) и за счёт перемещения второго поршня (22) во внутреннем направлении (P2), противоположном внешнему направлению, выходной элемент (24) исполнительного устройства выполнен с возможностью перемещения во вторую поршневую камеру (21), отличающееся тем, что исполнительное устройство имеет устройство (40) измерения положения для обнаружения положений первого поршня (12) и второго поршня (22) относительно опорного положения, которое является фиксированным относительно устройства, для перемещения выходного элемента (24) исполнительного устройства с управлением по положению.

2. Исполнительное устройство по п.1, отличающееся тем, что первый приводной блок (10; 10') выполнен с возможностью формирования большей толкающей силы, чем второй приводной блок (20; 20').

3. Исполнительное устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что второй приводной блок (20; 20') выполнен с возможностью ускорения и перемещения второго поршня (22) быстрее, чем первый приводной блок (10; 10') ускоряет и перемещает первый поршень (12).

4. Исполнительное устройство по любому из пп.1-3, отличающееся тем, что оно имеет датчики (31, 32, 33, 34) давления для обнаружения давления в первой поршневой камере (11) и второй поршневой камере (21) для гидравлической или пневматической среды, находящейся в первой поршневой камере (11) и второй поршневой камере (12).

5. Исполнительное устройство по п.4, отличающееся тем, что оно имеет устройство (50) управления, которое взаимодействует с устройством (40) измерения положения и датчиками (31, 32, 33, 34) да-

ления для перемещения первого поршня (12) и второго поршня (22) с управлением по положению и силе.

6. Исполнительное устройство по п.5, отличающееся тем, что оно имеет сервоклапаны (18, 28), которые выполнены с возможностью приведения в действие устройством (50) управления и выполнены с возможностью непрерывной работы для подачи и удаления гидравлической или пневматической среды в первую и вторую поршневые камеры (11, 21) и из них.

7. Исполнительное устройство по п.5, отличающееся тем, что оно имеет насосы (118а, 128а) с управлением по скорости, которые выполнены с возможностью приведения в действие устройством (50) управления, для подачи и удаления гидравлической или пневматической среды в первую и вторую поршневые камеры (11, 21) и из них.

8. Исполнительное устройство по любому из пп.1-7, отличающееся тем, что первый приводной блок (10; 10') имеет баллонный или диафрагменный аккумулятор (17b) для возвращения первого поршня (12) во внутреннем направлении (P2).

9. Исполнительное устройство по любому из пп.1-7, отличающееся тем, что первый приводной блок (10; 10') имеет газовый аккумулятор (17b) для возвращения первого поршня (12) во внутреннем направлении (P2).

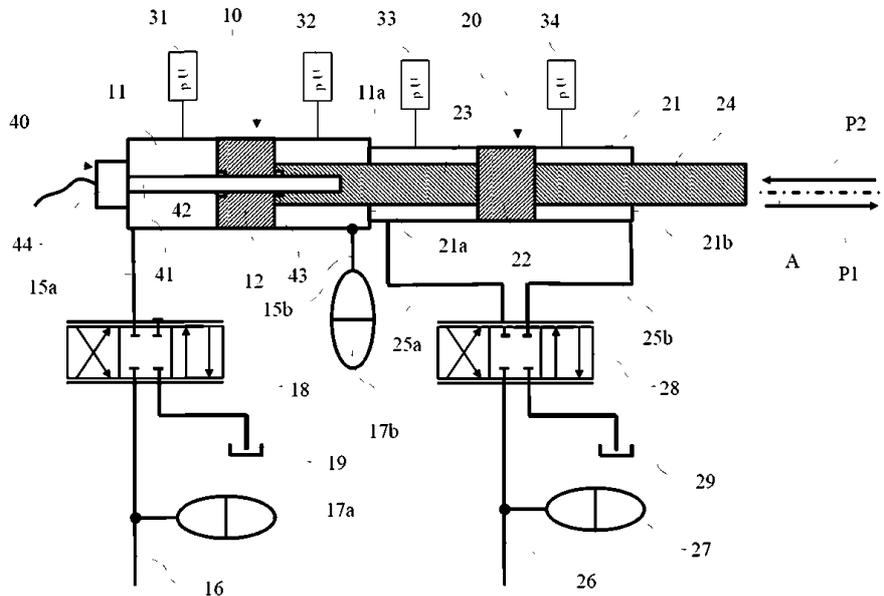
10. Исполнительное устройство по любому из пп.1-9, отличающееся тем, что со вторым поршнем (22) соединён толкающий элемент (23) для совместного перемещения с ним и второй поршень (22) выполнен с возможностью перемещения во внешнем направлении посредством первого поршня (12) через толкающий элемент (23).

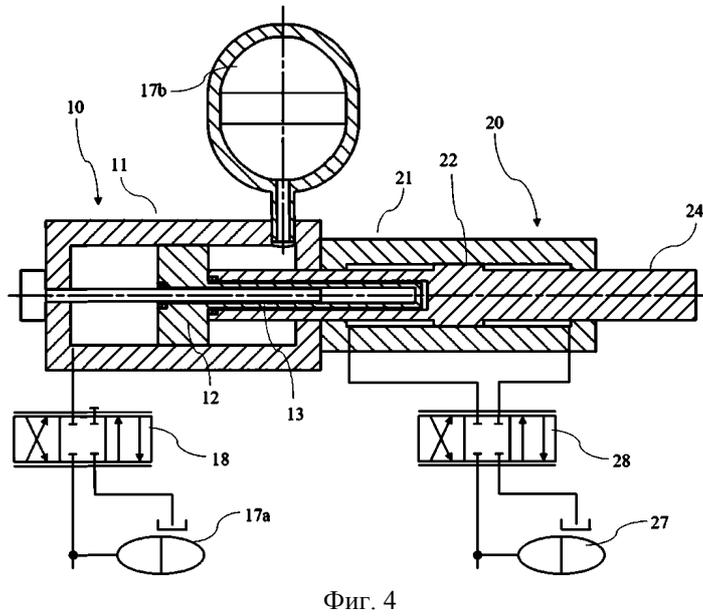
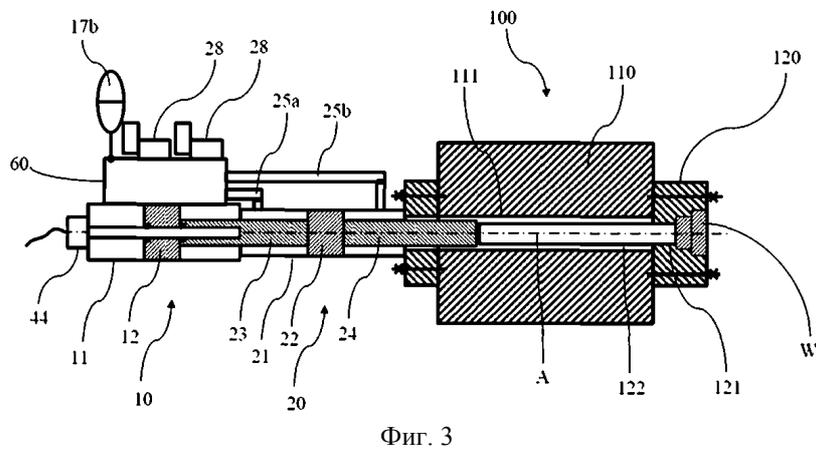
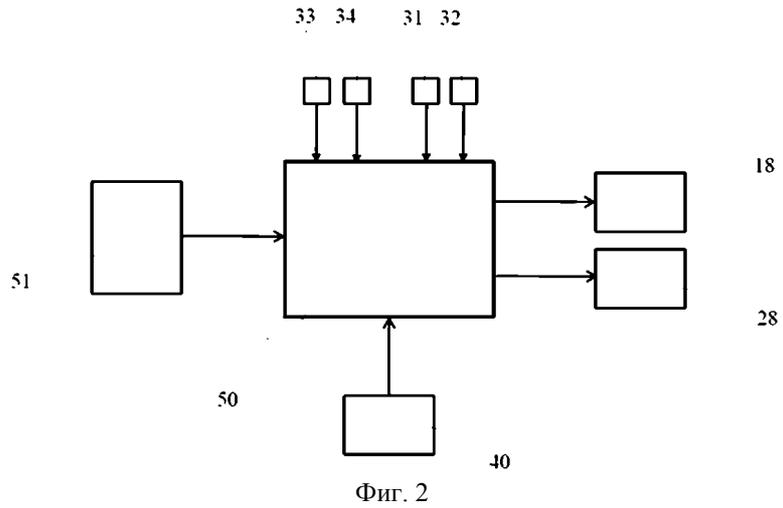
11. Применение исполнительного устройства по любому из предшествующих пунктов для приложения направленной силы к деформируемому материалу (W) в формовочном устройстве (100).

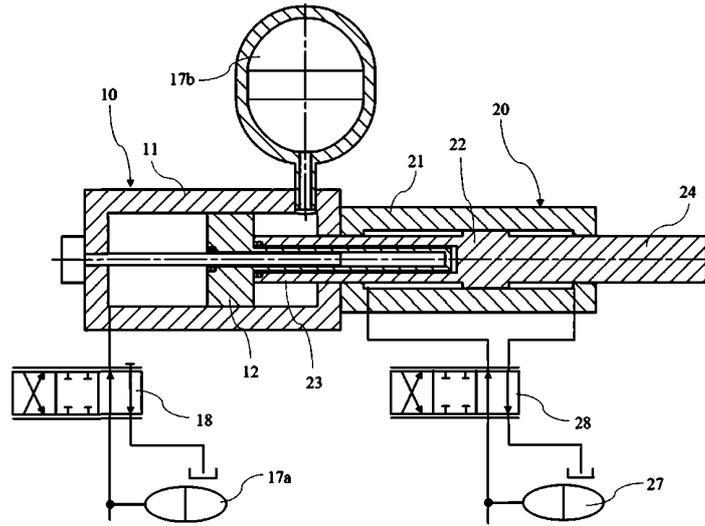
12. Применение по п.11, при этом деформируемый материал (W) выталкивается из формовочной матрицы (120) посредством исполнительного устройства.

13. Применение по п.11, при этом во время процесса формовки деформируемый материал (W) поддерживается исполнительным устройством против действия внешней силы.

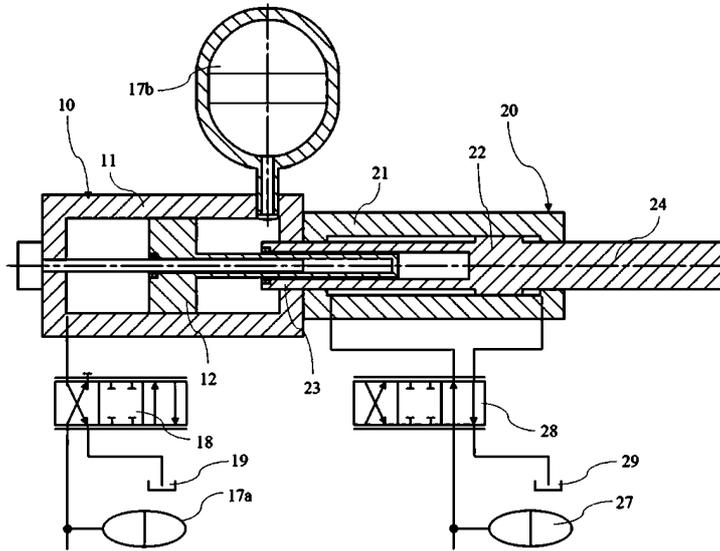
14. Применение по любому из пп.11-13, при этом перемещение деформируемого материала (W), вызываемое действием внешней силы, управляемо тормозится исполнительным устройством.



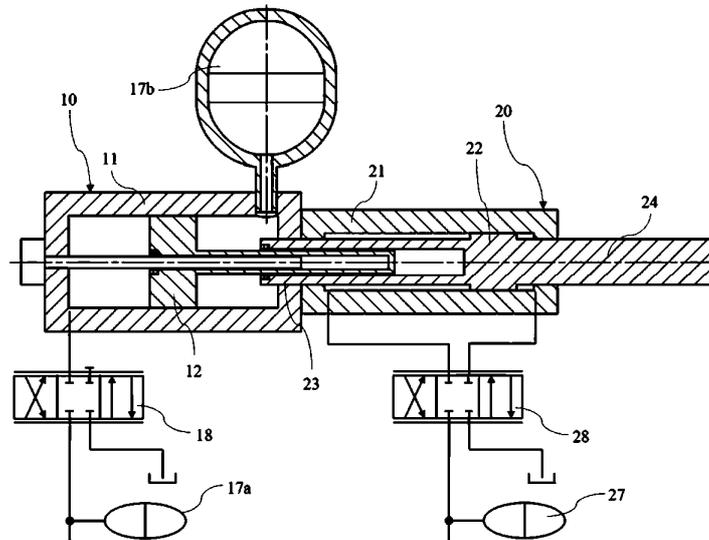




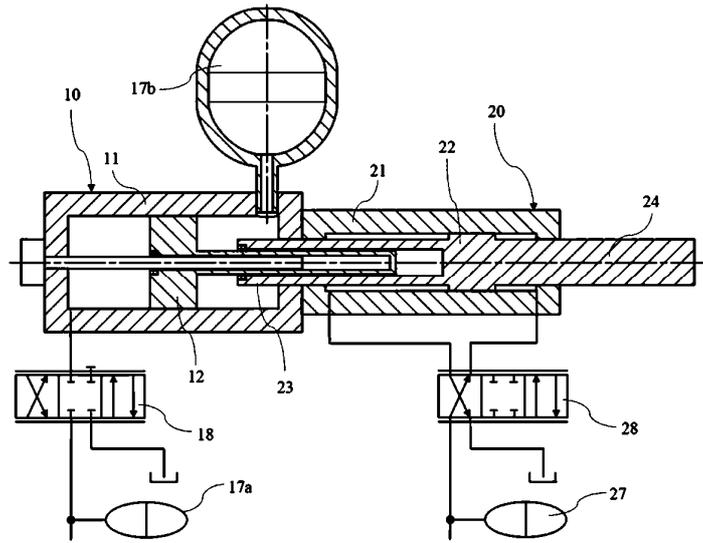
Фиг. 5



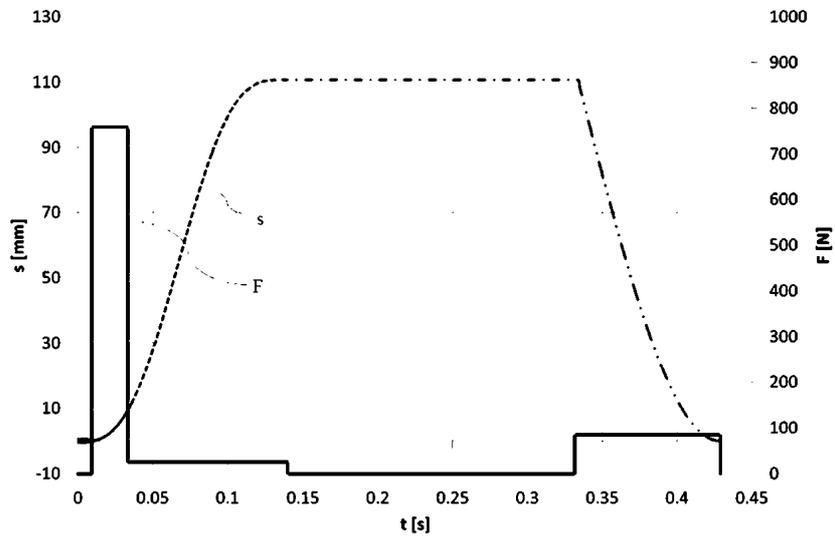
Фиг. 6



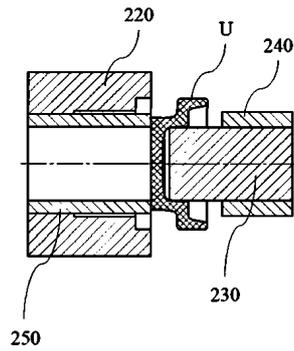
Фиг. 7



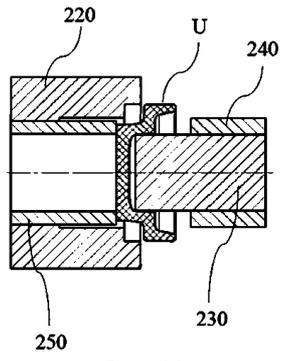
Фиг. 8



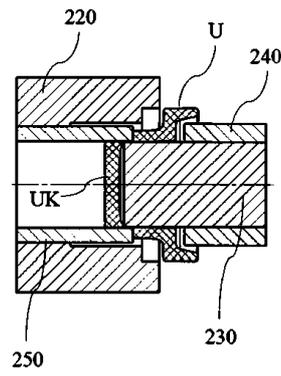
Фиг. 9



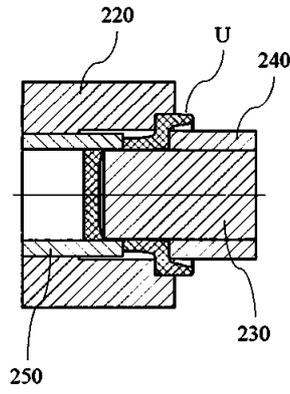
Фиг. 10



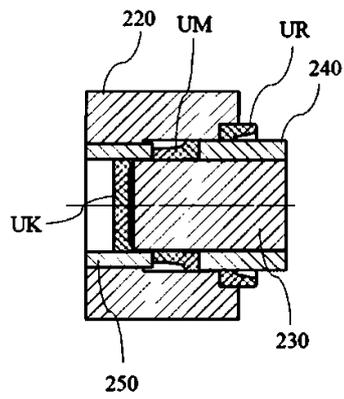
Фиг. 11



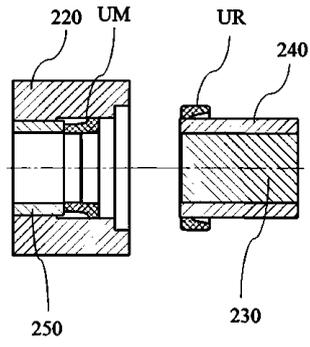
Фиг. 12



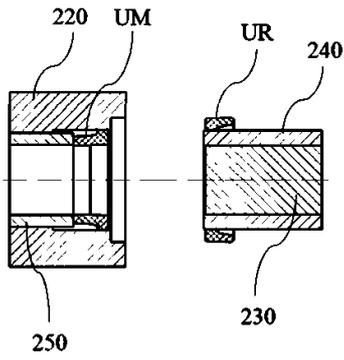
Фиг. 13



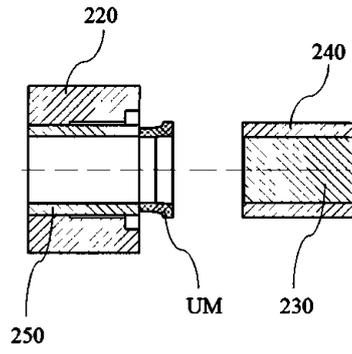
Фиг. 14



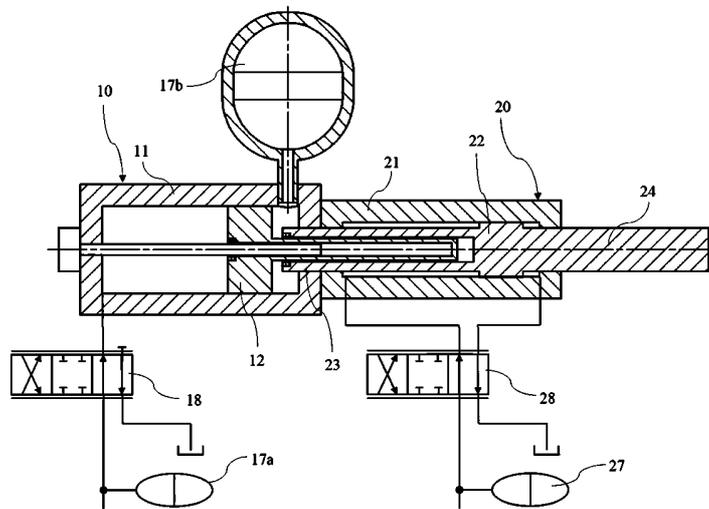
Фиг. 15



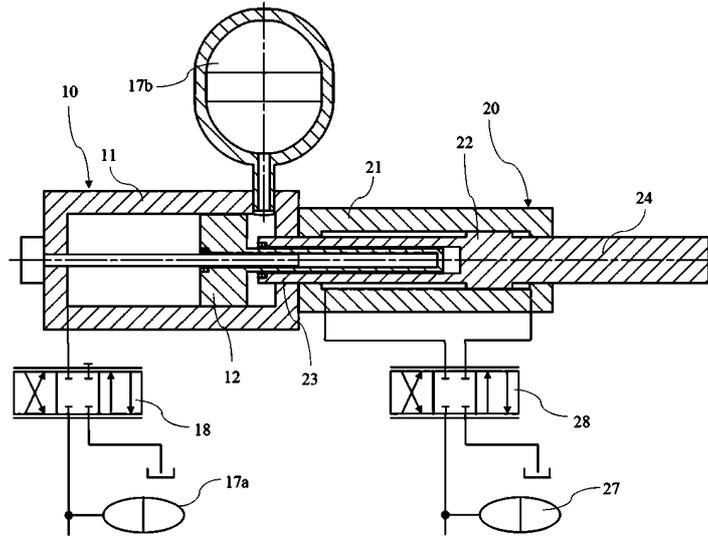
Фиг. 16



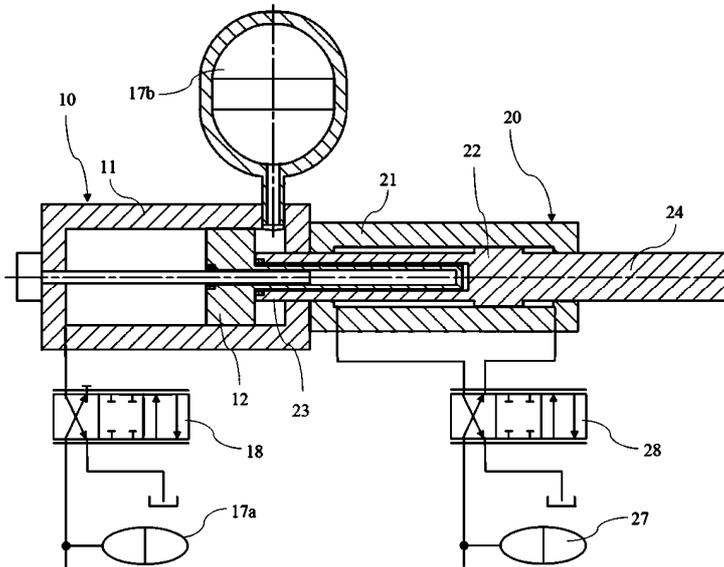
Фиг. 17



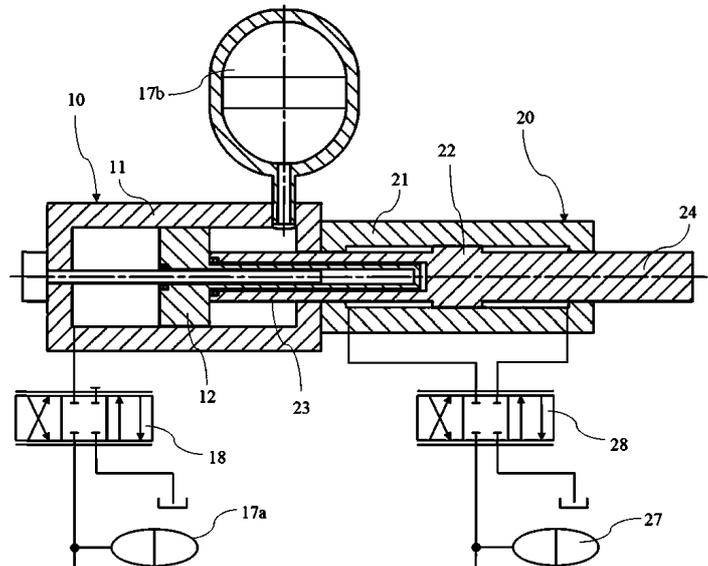
Фиг. 18



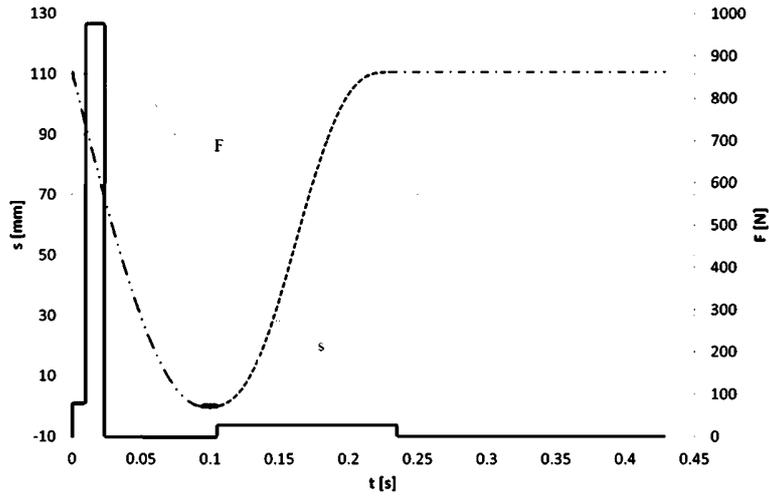
Фиг. 19



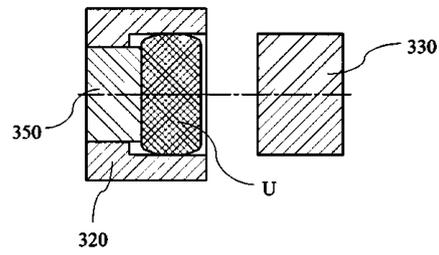
Фиг. 20



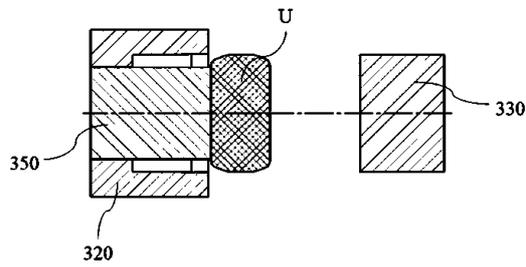
Фиг. 21



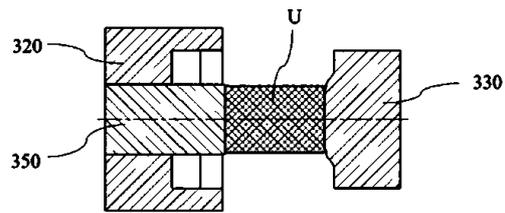
Фиг. 22



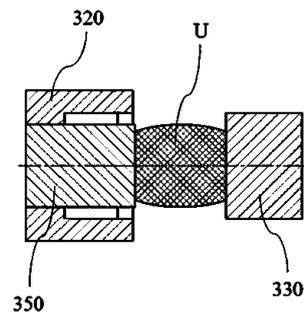
Фиг. 23



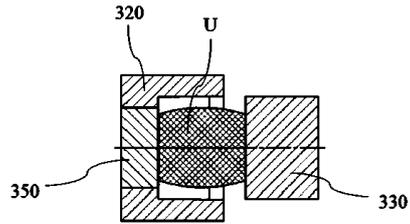
Фиг. 24



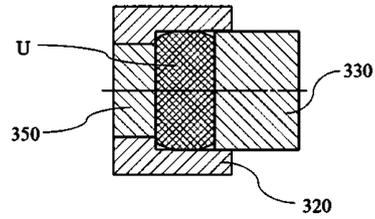
Фиг. 25



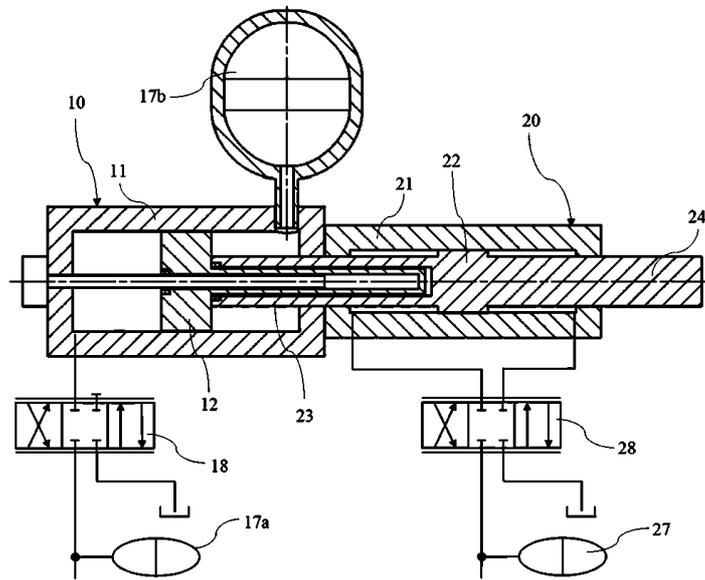
Фиг. 26



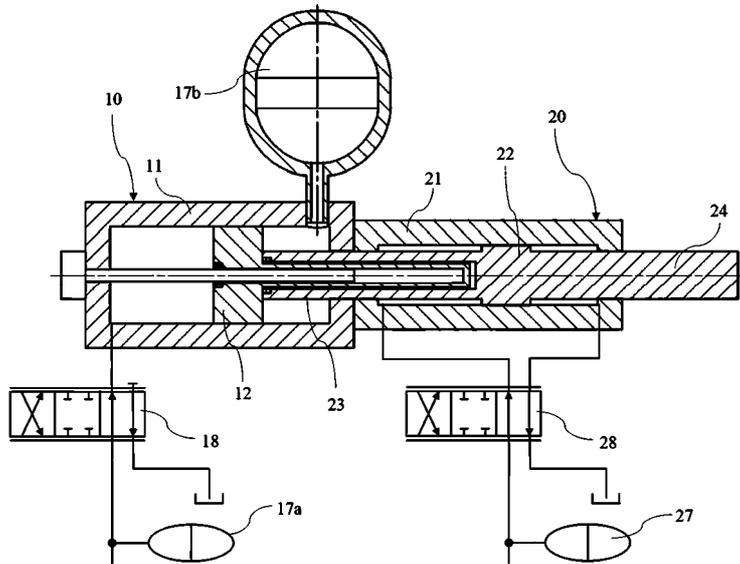
Фиг. 27



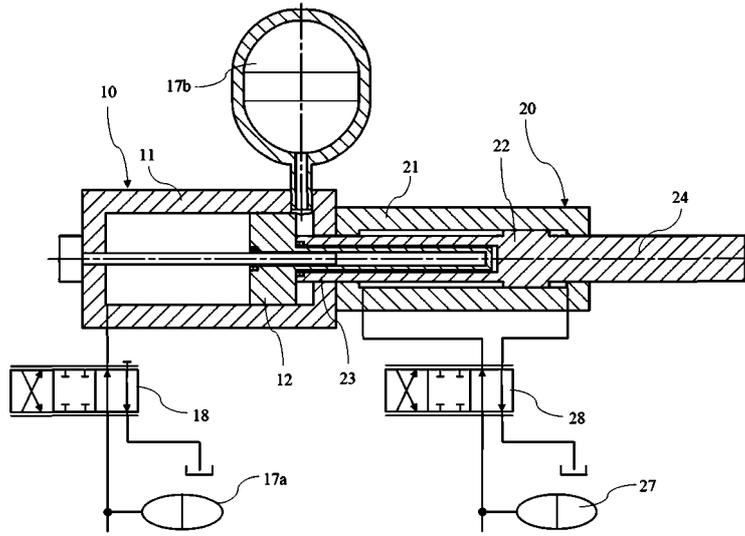
Фиг. 28



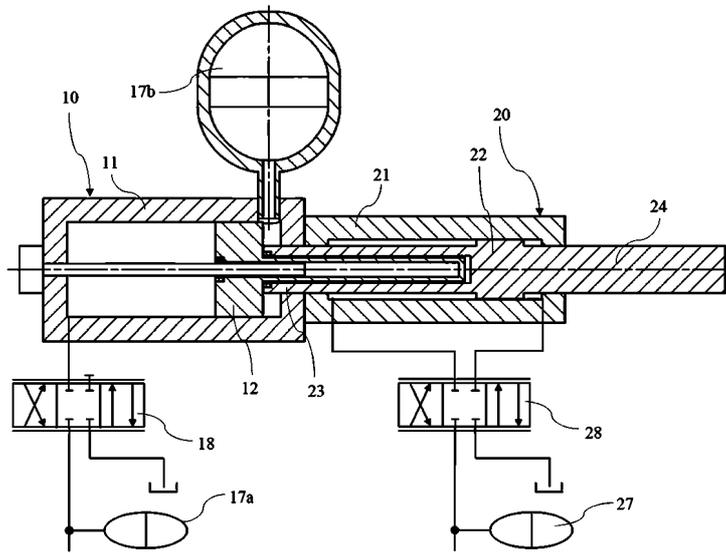
Фиг. 29



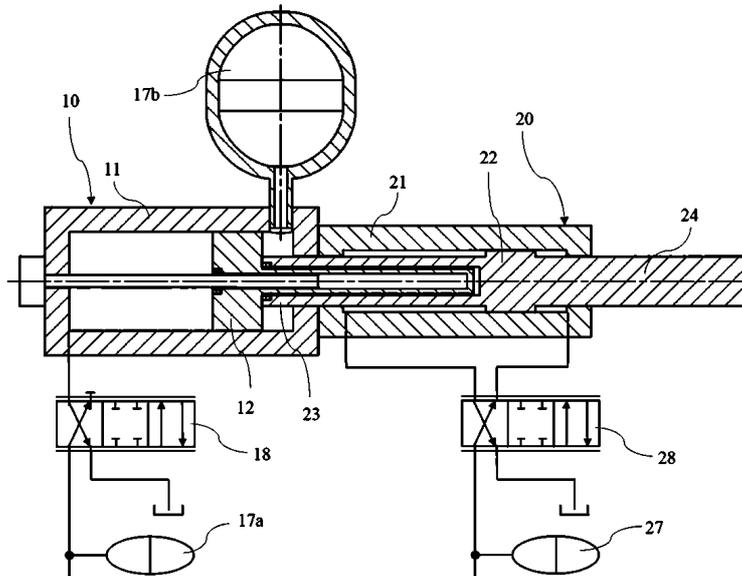
Фиг. 30



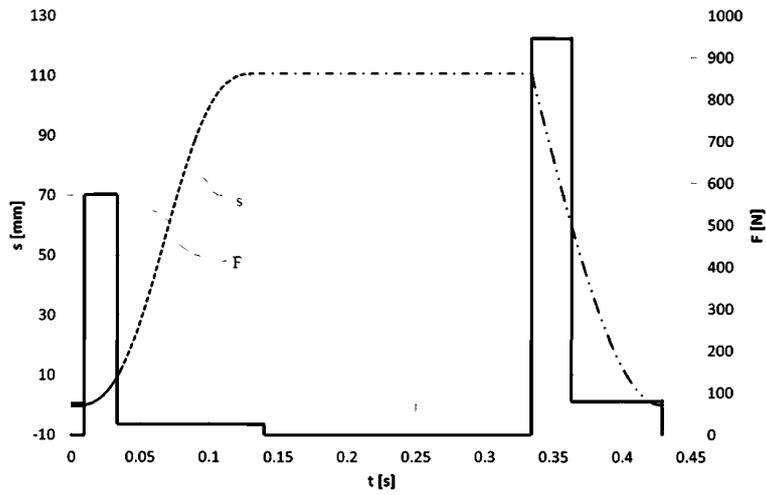
Фиг. 31



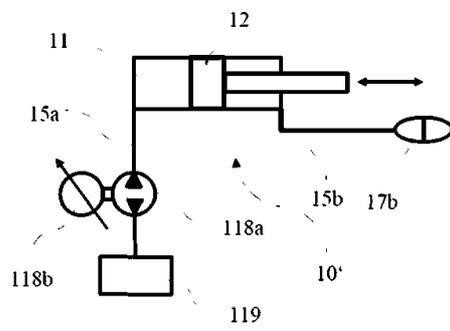
Фиг. 32



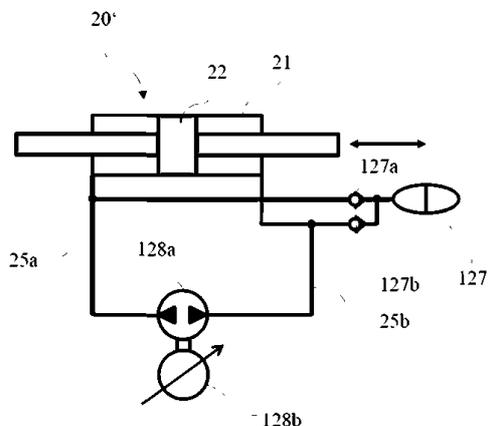
Фиг. 33



Фиг. 34



Фиг. 35



Фиг. 36