

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202092337** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.02.15**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.04.18**

(51) Int. Cl. **F04B 9/10** (2006.01)  
**F04B 9/109** (2006.01)  
**F04B 25/00** (2006.01)  
**F04B 37/18** (2006.01)  
**F04B 39/04** (2006.01)

---

**(54) КОМПРЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ КОМПРЕССИИ**

---

(31) **10 2018 109 443.4**

(32) **2018.04.19**

(33) **DE**

(86) **PCT/EP2019/060176**

(87) **WO 2019/202115 2019.10.24**

(71) Заявитель:  
**СЕРА ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Хиллебранд Стефан, Зайсберг  
Патрик, Фридрих Нильс (DE)**

(74) Представитель:  
**Беляева Е.Н. (BY)**

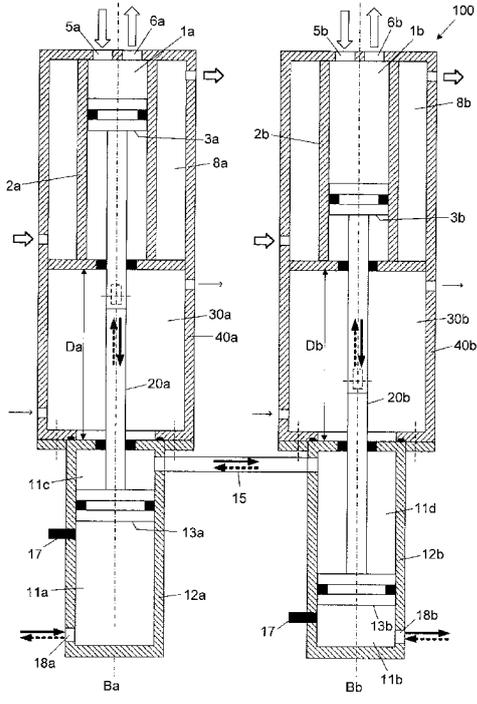
(57) Настоящее изобретение касается компрессорного устройства (100) для сжатия газа в по меньшей мере одной компрессионной камере (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) в по меньшей мере одном компрессионном цилиндре (2a, 2b), в котором а) в каждом из по меньшей мере двух приводных цилиндров (12a, 12b) расположен по меньшей мере один приводной поршень (13a, 13b), при этом указанный по меньшей мере один приводной поршень (13a, 13b) разделяет каждый из по меньшей мере двух приводных цилиндров (12a, 12b) на две приводные камеры (11a, 11b, 11c, 11d, b) при этом по меньшей мере одна первая и вторая приводные камеры (11a, 11b, 11c, 11c) периодически подвергаются воздействию давления гидравлической жидкости для перемещения соответствующего приводного поршня (13a, 13b), с) каждая из оставшихся приводных камер (11c, 11d, 11a, 11b) в по меньшей мере двух приводных цилиндрах (12, 12b) соединена текучей средой с силовым замыканием посредством соединительного элемента (15) и d) движение приводных поршней (13a, 13b) с помощью по меньшей мере одного механического соединительного устройства (20a, 20b) может передаваться по меньшей мере одному компрессионному поршню (3a, 3b), который расположен с возможностью перемещения в по меньшей мере одном компрессионном цилиндре (2a, 2b), при этом указанный компрессионный поршень (3a, 3b) подвижно ограничивает по меньшей мере одну компрессионную камеру (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) в по меньшей мере одном компрессионном цилиндре (2a, 2b) с одной стороны, так что движения приводных поршней (13a, 13b) могут преобразовываться в изменение объема по меньшей мере одной компрессионной камеры (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f), е) при этом по меньшей мере один компрессионный цилиндр (2a, 2b) в пространственном отношении расположен с возможностью отделения от по меньшей мере двух приводных цилиндров (12a, 12b) определенным расстоянием (Da, Db), отличающегося тем, что между по меньшей мере одним компрессионным цилиндром (2a, 2b) и по меньшей мере двумя приводными цилиндрами (12a, 12b) расположена по меньшей мере одна соединительная камера (30a, 30b), которая наполняется функциональным газом. Кроме того, изобретение касается способа компрессии.

**A1**

**202092337**

**202092337**

**A1**



## **Компрессорное устройство и способ компрессии**

### **Описание**

Настоящее изобретение относится к компрессорному устройству и к способу компрессии, имеющему признаки изобретения в соответствии с независимыми пунктами 1 и 13 формулы изобретения.

Такие компрессорные устройства предназначены, например, для применений в перерабатывающей промышленности, машиностроении или в секторе производства водорода, в случаях, когда требуется сжатие газа для транспортировки, хранения, переработки или использования.

Подлежащий сжатию газ может представлять собой, например, некоррозионный газ, не содержащий твердых веществ, такой как водород, гелий, диоксид углерода, аргон, азот или этилен. В принципе, и другие газы или смеси газов могут подвергаться сжатию.

Из уровня техники известны поршневые компрессоры с гидравлическим приводом, которые могут приводиться в действие посредством приводного цилиндра. Компрессор приводится в действие за счет движения приводного поршня, который с помощью механического соединительного устройства, такого как, например, шток поршня, соединяется с компрессионным поршнем, посредством которого изменяется объем компрессионной камеры и, следовательно, осуществляется периодическое сжатие газа.

Поршневой компрессор с гидравлическим приводом может включать, например, компрессионный поршень и приводной поршень, соединенный с компрессионным поршнем (принцип двойного поршня). Также два компрессионных поршня могут быть соединены с одним приводным поршнем (принцип тройного поршня).

Для сжатия большего объема газа за единицу времени или для более высокой степени сжатия газа могут использоваться несколько компрессионных поршней. Для увеличения сжатия газ может вначале подвергаться сжатию в первом компрессионном цилиндре, а затем поступать во второй и, при необходимости, в

несколько дополнительных компрессионных цилиндров, и подвергаться дополнительному сжатию. В принципе, может использоваться произвольное количество стадий сжатия такого типа. Например, в публикации EP 0 064 177 описано трехпоршневое компрессорное устройство, имеющее до четырех стадий сжатия.

При функционировании поршневого компрессора с гидравлическим приводом общей проблемой является возможное загрязнение газа, например, чувствительного газа, такого как водород, гидравлической жидкостью, например, гидравлическим маслом, или загрязнение нежелательным материалом в виде частиц. Загрязнение может происходить, например, в результате того, что материал течет вдоль штока поршня и попадает в компрессионную камеру.

В вышеупомянутой публикации EP 0 064 177 описана конструкция трехпоршневого компрессорного устройства. При каждой регулировке приводного поршня часть штока поршня передвигается между приводным цилиндром с помощью гидравлической жидкости и компрессионным цилиндром с помощью газа, так что возможен перенос загрязняющего материала. В случае горизонтального расположения, кроме того, проблематично то, что уплотнения на штоке поршня, которые герметизируют компрессионный цилиндр и приводной цилиндр, или уплотнения на компрессионных поршнях могут, в частности, изнашиваться с одной стороны, так что при такой конструкции также существует риск загрязнения газа. Риск загрязнения переносимым маслом особенно велик в случае частичного износа уплотнения.

Основной целью изобретения является создание усовершенствованного компрессорного устройства, в котором, в частности, риск загрязнения газа сводится к минимуму.

Эта цель достигается компрессорным устройством по п. 1 формулы изобретения и способом компрессии по п. 13 формулы изобретения.

Соответственно, компрессорное устройство для сжатия газа содержит, по меньшей мере, одну компрессионную камеру в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре. По меньшей мере, в двух внутренних цилиндрах в каждом случае расположен, по меньшей мере, один приводной поршень. Приводные поршни в каждом случае разделяют, по меньшей мере, два внутренних

цилиндра на две приводные камеры. По меньшей мере, одна первая или вторая приводные камеры могут периодически подвергаться воздействию давления гидравлической жидкости для перемещения соответствующего приводного поршня.

Компрессорное устройство этого типа может представлять собой, например, поршневой компрессор, который приводится в действие с помощью гидравлического масла, и который используется для сжатия газов, таких как водород или гелий в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре. По меньшей мере, одна компрессионная камера может быть выполнена, в частности, например, в виде цилиндрической полости в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре. Газ может поступать в, по меньшей мере, один компрессионный цилиндр, например, через входное отверстие для газа, управляемое клапаном, и выходить, например, через выходное отверстие для газа, управляемое клапаном.

По меньшей мере, один приводной поршень в каждом случае расположен в, по меньшей мере, двух приводных цилиндрах, при этом указанные приводные поршни в каждом случае разделяют, по меньшей мере, два приводных цилиндра на две приводные камеры.

Например, когда гидравлическая жидкость поступает в, по меньшей мере, одну первую приводную камеру, первый приводной поршень перемещается в приводном цилиндре, и, по меньшей мере, одна первая приводная камера увеличивается. Поскольку первый приводной поршень делит первый приводной цилиндр на две подкамеры, оставшиеся приводные камеры могут соответственно уменьшаться в размерах.

В каждом случае оставшиеся приводные камеры в, по меньшей мере, двух приводных цилиндрах посредством соединительного элемента соединены текучей средой с силовым замыканием. Под соединением с силовым замыканием такого типа также может подразумеваться гидравлическое соединение. В каждом случае оставшиеся приводные камеры могут представлять собой, например, третью и четвертую приводные камеры.

Периодическая подача гидравлической жидкости в приводные камеры может привести к тому, что приводные поршни будут периодически перемещаться,

при этом приводные поршни будут соединены между собой благодаря гидравлическому соединению. Одна приводная камера увеличивается в каждом из приводных цилиндров, например, когда соответствующая другая камера уменьшается в размере. Гидравлическое соединение может функционировать таким образом, чтобы жидкость из уменьшающейся приводной камеры поступала в соответствующую другую, увеличивающуюся приводную камеру, соединенную с первой.

Таким образом, движение приводных поршней может быть синхронизировано. Например, движение может иметь место в смысле дифференциального цилиндра, в котором, по меньшей мере, один первый приводной поршень выполняет движение, противоположное движению, по меньшей мере, одного второго приводного поршня. По меньшей мере, один первый приводной поршень в смысле синхронизированного гидравлического цилиндра может аналогичным образом выполнять движение, параллельное, по меньшей мере, одному второму приводному поршню. В принципе, работа синхронизированного гидравлического цилиндра более сложна по сравнению с работой дифференциального цилиндра.

Между, по меньшей мере, одной первой и второй приводными камерами и в каждом случае оставшимися приводными камерами могут возникать нежелательные утечки. В частности, в ходе функционирования нежелательные утечки могут возникать со стороны высокого давления на сторону низкого давления. Утечки могут привести к тому, что движение приводных поршней будет рассинхронизировано. Для того чтобы давление текучей среды между, по меньшей мере, одной первой и второй приводными камерами и в каждом случае оставшимися приводными камерами было синхронизировано, в одном варианте осуществления может быть предусмотрено устройство синхронизации. Устройство синхронизации может корректировать движение приводных поршней.

Устройство синхронизации может быть образовано, например, линией компенсации давления. Линия компенсации давления может быть расположена на одном конце приводной камеры, где соответствующий приводной поршень начинает двигаться в противоположном направлении. Линия компенсации давления может идти в обход приводного поршня. Вследствие этого с помощью линии компенсации давления может быть синхронизировано давление жидкости

между двумя приводными камерами соответствующего приводного цилиндра. Кроме того, линия компенсации давления может включать обратный клапан для управления компенсацией давления, например, с его помощью линия компенсации давления может открываться или закрываться. Этот принцип можно рассматривать как автоматическую коррекцию или восстановление хода приводных поршней.

С помощью, по меньшей мере, одного механического соединительного устройства движение приводных поршней может передаваться, по меньшей мере, одному компрессионному поршню, который расположен таким образом, чтобы он мог двигаться в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре. В соответствии с одним из вариантов осуществления, по меньшей мере, один компрессионный поршень ограничивает, по меньшей мере, одну компрессионную камеру с одной стороны в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре, так что движения приводных поршней могут преобразовываться в изменение объема, по меньшей мере, одной компрессионной камеры. По меньшей мере, один компрессионный поршень может приводиться в движение с помощью, по меньшей мере, двух приводных поршней. В частности, два приводных поршня могут в каждом случае приводить в движение один компрессионный поршень.

По меньшей мере, один компрессионный цилиндр в пространственном отношении в каждом случае расположен с возможностью отделения от, по меньшей мере, двух приводных цилиндров определенным расстоянием. Например, термин «расстояние» может относиться к расстоянию между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром и, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами вдоль направления движения, по меньшей мере, одного из приводных поршней в каждом случае. В частности, расстояние может быть расположено параллельно направлению силы тяжести. Таким образом, может быть минимизирован риск загрязнения газа, подвергающегося сжатию.

В одном из примеров осуществления, по меньшей мере, один компрессионный цилиндр не имеет общей стенки с, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами. Стенка может быть образована, например, корпусом, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра или корпусом, по меньшей мере, двух приводных цилиндров. Общая стенка может присутствовать, когда корпус компрессионного цилиндра примыкает к корпусу приводного цилиндра. Общая стенка может, в частности, означать, что компрессионный цилиндр контактирует с

одним из, по меньшей мере, двух приводных цилиндров. Например, контакт может осуществляться через металлическую поверхность.

В еще одном варианте осуществления расстояние между компрессионными цилиндрами и приводными цилиндрами, по меньшей мере, равно максимальному расстоянию, которое в каждом случае проходит, по меньшей мере, один из приводных поршней в соответствующем приводном цилиндре. Расстояние может, в частности, соответствовать длине хода, по меньшей мере, одного приводного поршня.

Таким образом, под расстоянием может подразумеваться расстояние между двумя крайними положениями, по меньшей мере, одного приводного поршня. Объем соответствующей приводной камеры в первом положении приводного поршня может быть минимальным. Аналогичным образом, может измениться направление движения гидравлической жидкости – вместо вытекания из приводной камеры она может начать поступать в приводную камеру. Объем приводной камеры во втором положении приводного поршня может быть максимальным. Во втором положении гидравлическая жидкость вместо вытекания из приводной камеры может начать поступать в приводную камеру. Таким образом, под длиной можно также понимать максимальный ход или максимальное расстояние, пройденное приводным поршнем в приводном цилиндре.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретен

ия между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром и, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами расположена, по меньшей мере, одна соединительная камера, которая может наполняться функциональным газом, в частности, для продувки, для обнаружения в ней утечки и/или для ее блокировки.

Например, первая соединительная камера может быть расположена от, по меньшей мере, одного первого приводного цилиндра до, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра. Вторая соединительная камера может быть расположена от, по меньшей мере, одного второго приводного цилиндра до, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра. Аналогичным образом, общая соединительная камера может быть расположена от, по меньшей мере, одного первого приводного цилиндра и второго приводного цилиндра до, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра или нескольких компрессионных цилиндров.

По меньшей мере, одного механическое соединительное устройство может проходить от, по меньшей мере, одного первого приводного цилиндра и/или, по меньшей мере, одного второго приводного цилиндра, через, по меньшей мере, одну соединительную камеру, до, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра. По меньшей мере, одна соединительная камера может быть, например, заключена в соединительный корпус. Соединительный корпус, внутри которого находится по мере одна соединительная камера, может быть герметичным. Следовательно, по меньшей мере, одно механическое соединительное устройство может быть защищено от внешнего загрязнения, например, нежелательными газами и частицами, по меньшей мере, одной соединительной камерой.

В соответствии с одним примером осуществления изобретения, по меньшей мере, одна соединительная камера наполнена функциональным газом. Например, по меньшей мере, одна соединительная камера может быть, например, наполнена промывочным газом. Нежелательные газы и частицы могут быть удалены, по меньшей мере, из одной соединительной камеры путем продувки соединительной камеры с помощью продувочного газа. Также, по меньшей мере, одна соединительная камера может быть, например, наполнена газом для определения утечек. Газ для определения утечек может, например, служить для определения утечек в, по меньшей мере, одной соединительной камере. По меньшей мере, одна соединительная камера может быть наполнена уплотнительным газом. Этот газ для определения утечек может, например, служить для блокировки, по меньшей мере, одной соединительной камеры в отношении газовых сред. Например, уплотнительный газ может предотвращать попадание нежелательных материалов в, по меньшей мере, одну соединительную камеру.

Между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром и, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами может быть расположена, по меньшей мере, одна соединительная камера. В этом случае длина, по меньшей мере, одной соединительной камеры может быть, по меньшей мере, равно максимальному расстоянию, которое в каждом случае проходит, по меньшей мере, один из приводных поршней в соответствующем приводном цилиндре. Таким образом, расстояние между, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами и, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром может быть заключено в, по меньшей мере, одной соединительной камере. Соответственно, по меньшей мере,

одна соединительная камера может образовывать разделительную камеру, с помощью которой, по меньшей мере, два приводных цилиндра отделены от, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра. По меньшей мере, одна соединительная камера может, в частности, быть выполнена в виде фонаря, так что обеспечивается безмасляное уплотнение.

По меньшей мере, одно измерительное устройство, с помощью которого может определяться, например, положение в каждом случае, по меньшей мере, одного приводного поршня в соответствующем приводном цилиндре, может также располагаться в, по меньшей мере, одной из двух приводных камер. Определенное положение может служить для установления, в какой момент времени, по меньшей мере, на одну первую и вторую приводные камеры должно воздействовать давление жидкости. За счет этого можно управлять возвратным движением, по меньшей мере, одного приводного поршня. По меньшей мере, одно измерительное устройство может представлять собой, например, датчик положения. По меньшей мере, одно измерительное устройство может также представлять собой систему определения положения, которая может быть расположена, например, на, по меньшей мере, одном приводном цилиндре.

По меньшей мере, одно измерительное устройство может быть расположено в, по меньшей мере, одной соединительной камере так, чтобы определять положение, по меньшей мере, одного механического соединительного устройства. По меньшей мере, одно измерительное устройство может также быть расположено, например, на, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре так, чтобы определять положение, по меньшей мере, одного компрессионного поршня.

В еще одном из примеров осуществления, по меньшей мере, два приводных цилиндра расположены под, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром. В этом случае термин «под» относится к направлению силы тяжести. Таким образом, по меньшей мере, два приводных цилиндра относительно направления силы тяжести расположены ниже, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра. Вследствие этого протекающая из приводной камеры гидравлическая жидкость из-за силы тяжести не может протекать, например, из, по меньшей мере, двух приводных цилиндров в направлении, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра.

Кроме того, между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром и, по меньшей мере, одним компрессионным поршнем и/или, по меньшей мере, одним механическим соединительным устройством может быть предусмотрено уплотнение, в частности, лабиринтное уплотнение.

Также возможно, чтобы, по меньшей мере, на одном компрессионном цилиндре было расположено охлаждающее устройство, которое отводит отходящее тепло, образованное при функционировании, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра. Охлаждающее устройство может быть выполнено, например, в виде системы воздушного или водяного охлаждения.

Также возможно, чтобы для создания компрессии на нескольких стадиях сжатый газ мог быть направлен в виде газа для дальнейшей компрессии из первой компрессионной камеры во вторую, третью или четвертую компрессионную камеру. В принципе, газ может направляться в произвольное количество дополнительных компрессионных камер для дальнейшей компрессии.

В одном варианте осуществления может быть предусмотрено клапанное устройство для обеспечения независимости движения приводных поршней. Например, с помощью клапанного устройства может быть отключена гидравлическая активация приводных поршней. В соответствии с настоящим документом клапанное устройство может управляться в зависимости от данных, элементов информации и/или параметров процесса, которые получены, например, с помощью, по меньшей мере, одного измерительного устройства. В одном примере вариантов осуществления клапанное устройство может управляться системой управления. Система управления может управлять подачей гидравлической жидкости с помощью клапанного устройства в, по меньшей мере, одну первую и вторую приводные камеры. Система управления может использовать данные, полученные с помощью, по меньшей мере, одного измерительного устройства, в частности, данные, относящиеся к положению или движению элементов конструкции. В другом варианте осуществления система управления может использовать параметры процесса, такие как, например, давление текучей среды или количество подаваемой гидравлической текучей среды (подаваемое количество).

Эта цель также достигается способом компрессии с признаками в соответствии с пунктом 13 формулы изобретения.

Ниже в качестве примера приводятся примеры вариантов осуществления. На приведенных схемах:

На Фиг. 1 показан первый вариант осуществления компрессорного устройства (однотактное компрессорное устройство простого действия с водяным охлаждением, имеющее гидравлическое соединение приводных камер, расположенное рядом со штоком);

на Фиг. 2 показан второй вариант осуществления компрессорного устройства (однотактное компрессорное устройство простого действия с воздушным охлаждением, имеющее гидравлическое соединение приводных камер, расположенное рядом со штоком);

на Фиг. 3 показан третий вариант осуществления компрессорного устройства (однотактное компрессорное устройство простого действия с водяным охлаждением, имеющее гидравлическое соединение приводных камер, расположенное рядом с поршнем);

на Фиг. 4 показан четвертый вариант осуществления компрессорного устройства (двухтактное компрессорное устройство простого действия с водяным охлаждением, имеющее гидравлическое соединение приводных камер, расположенное рядом со штоком);

на Фиг. 5 показан пятый вариант осуществления компрессорного устройства (четырехтактное компрессорное устройство двойного действия с водяным охлаждением, имеющее гидравлическое соединение приводных камер, расположенное рядом со штоком);

на Фиг. 6а показан вариант осуществления компрессорного устройства, имеющего клапанную систему управления в первом положении;

на Фиг. 6б показан вариант осуществления согласно Фиг. 6а во втором положении;

на Фиг. 7 схематически показан еще один вариант осуществления компрессорного устройства с четырехтактной компрессией;

на Фиг. 8А схематически показан альтернативный вариант осуществления компрессорного устройства с тремя этапами двухстадийной компрессии;

на Фиг. 8В схематически показан альтернативный вариант осуществления компрессорного устройства с четырехстадийной компрессией;

на Фиг. 8С схематически показан альтернативный вариант осуществления компрессорного устройства с четырехстадийной компрессией и с альтернативным путем подачи компрессируемого газа;

на Фиг. 8D схематически показан альтернативный вариант осуществления компрессорного устройства с трехстадийной компрессией.

На Фиг. 1 показан вариант осуществления компрессорного устройства 100, в котором расположена, по меньшей мере, одна компрессионная камера 1a, 1b и, в каждом случае, по меньшей мере, один компрессионный цилиндр 2a, 2b для газа.

В этом случае компрессионные цилиндры 2a, 2b расположены вертикально, чтобы быть взаимно параллельными, причем поступающий из компрессионных камер 1a, 1b газ (который впоследствии подвергается сжатию), или выходящий (сжатый) газ, соответственно, показан двойными стрелками на торцевой стороне компрессионных цилиндров. Компрессионные камеры 1a, 1b имеют по одному входному отверстию для газа 5a, 6a и одному выходному отверстию для газа 5b, 6b. Входное отверстие для газа 5a, 6a и выходное отверстие для газа 5b, 6b могут быть образованы газовыми клапанами (не показаны).

Объем компрессионных камер 1a, 1b периодически изменяется в ходе процесса компрессии с помощью компрессионных поршней 3a, 3b.

Компрессионные поршни 3a, 3b подвижно (при движении вниз) разграничивают компрессионные камеры 1a, 1b в компрессионном цилиндре 2a, 2b. В приведенном на чертеже варианте осуществления компрессионные поршни 3a, 3b во время работы выполняют работу только за один ход, таким образом, указанные компрессионные поршни 3a, 3b являются поршнями простого действия.

В этом случае компрессорное устройство 100 расположено таким образом, что сила тяжести направлена вниз. Компрессорное устройство 100 также может быть расположено произвольным образом по отношению к направлению силы тяжести. Например, компрессорное устройство 100 также может быть расположено

горизонтально по отношению к направлению силы тяжести. Приводные цилиндры 12а, 12b расположены в каждом случае таким образом, чтобы быть соосными друг другу, по меньшей мере, под одним компрессионным цилиндром 2а, 2b. В соответствии с другими примерами осуществления (не показаны) приводные цилиндры 12а, 12b расположены над, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром 12а, 12b.

Приводные поршни 13а, 13b, которые в приведенном на чертеже варианте осуществления расположены внутри указанных двух приводных цилиндров 12а, 12b, служат для приведения компрессионных поршней 3а, 3b в движение.

Два приводных поршня 13а, 13b в каждом случае разделяют внутренние камеры приводных цилиндров 12а, 12b на две приводные камеры 11а, 11b, 11с, 11d. Объем приводных камер 11а, 11b, 11с, 11d может варьироваться в зависимости от положения приводных поршней 13а, 13b внутри приводных цилиндров 12а, 12b. В этом случае суммарный объем приводных камер 11а, 11b, 11с, 11d в одном приводном цилиндре 12а, 12b является в каждом случае постоянным.

В первую и вторую приводные камеры 11а, 11b периодически подается гидравлическая жидкость. Входящая и выходящая гидравлическая жидкость показана двойными стрелками (подача гидравлической жидкости 18а, 18b). Например, когда гидравлическая жидкость нагнетается в первую приводную камеру 11а, приводной поршень 13а движется вверх. Движение проходит по осям движения Ва, Вb.

Третья и четвертая приводные камеры 11с, 11d в каждом случае указаны над приводными поршнями 13а, 13b, при этом указанные третья и четвертая приводные камеры 11с, 11d гидравлически соединены между собой с помощью соединительного элемента (15).

Например, когда первый приводной поршень 13а движется вверх, текучая среда, находящаяся в третьей приводной камере 11с, нагнетается в четвертую приводную камеру 11d. Обмен текучей среды между приводными камерами 11с, 11d происходит за счет гидравлического соединения (гидравлического соединения с силовым замыканием).

Приводные поршни 13а, 13b соединены с компрессионными поршнями 3а, 3b с помощью, по меньшей мере, одного механического соединительного

устройства 20а, 20b, причем в приведенном случае указанное устройство представляет собой прямой шток. В этом варианте осуществления изобретения приводные цилиндры 12а, 12b и компрессионные цилиндры 2а, 2b расположены в каждом случае таким образом, чтобы быть выровненными между собой один над другим.

Из-за механического соединительного устройства 20а, 20b движение приводных поршней 13а, 13b может передаваться компрессионным поршням 3а, 3b, которые подвижно расположены в компрессионных цилиндрах 2а, 2b. Таким образом, движения приводных поршней 13а, 13b могут преобразовываться в изменение объема компрессионных камер 1а, 1b.

В этом случае компрессионные цилиндры 2а, 2b в пространственном отношении в каждом случае расположены таким образом, чтобы быть взаимно отделенными от двух приводных цилиндров 12а, 12b расстоянием  $D_a$ ,  $D_b$ . Риск загрязнения, например, переносимого от приводных цилиндров 12а, 12b к компрессионным цилиндрам 13а, 13b, сводится к минимуму из-за указанных расстояний  $D_a$ ,  $D_b$ .

Расстояния  $D_a$ ,  $D_b$  также обеспечивают то, что компрессионные цилиндры 13а, 13b не имеют общей стенки с приводными цилиндрами 12а, 12b; компрессионные цилиндры 2а, 2b и приводные цилиндры 12а, 12b разделены, в частности, в пространственном, гидравлическом, а также термическом отношении.

В одном варианте осуществления расстояние  $D_a$ ,  $D_b$  может быть выбрано равным, по меньшей мере, максимальному расстоянию, которое проходит один из приводных поршней 13а, 13b в соответствующем приводном цилиндре 12а, 12b.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1, между компрессионными цилиндрами 2а, 2b и приводными цилиндрами 12а, 12b расположена, по меньшей мере, одна соединительная камера 30а, 30b, которая может наполняться функциональным газом для продувки, для обнаружения в ней утечки и/или для ее блокировки. По меньшей мере, одна соединительная камера 30а, 30b заключена в соединительный корпус 40а, 40b.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1, также предусмотрено охлаждающее устройство 8а, 8b, с помощью которого компрессионные цилиндры 2а, 2b могут охлаждаться для отвода отработанного тепла, образующегося в

процессе функционирования. В приведенном на чертеже варианте осуществления охлаждающее устройство выполнено в виде системы водяного охлаждения; входящая и выходящая вода обозначена стрелками. В частности, водяное охлаждение целесообразно для компрессоров со сравнительно высокой производительностью.

На Фиг. 1 схематично показано измерительное устройство 17, с помощью которого определяется положение одного из приводных поршней 13а, 13b. Измерительное устройство 17 представляет собой датчик положения.

Например, в таком компрессорном устройстве 100 может быть реализован ход в 500 мм. Общая высота устройства в этом случае будет составлять приблизительно 1800 мм. В принципе, возможны и другие размеры.

В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1, таким образом, представлено одностадийное компрессорное устройство 100 простого действия с водяным охлаждением, имеющее гидравлическое соединение, расположенное рядом со штоком. Термин «расположенное рядом со штоком» в данном случае означает положение относительно механического соединительного устройства 20а, 20b (шток).

Альтернативные варианты конструкции компрессорных устройств 100 будут проиллюстрированы на чертежах ниже, при этом для краткости будет сделана ссылка на описание варианта осуществления согласно Фиг. 1.

На Фиг. 2 показан второй вариант осуществления, который также представляет собой одностадийное компрессорное устройство простого действия, имеющее гидравлическое соединение, расположенное рядом со штоком, но имеющее при этом систему воздушного охлаждения.

В этом варианте осуществления в качестве охлаждающего устройства около компрессионных камер 1а, 1b расположены ребристые устройства. В остальном режим функционирования соответствует первому варианту осуществления.

На Фиг. 3. показан третий вариант осуществления, который представляет собой еще один вариант осуществления согласно Фиг. 1.

Как и первый вариант, третий вариант имеет систему водяного охлаждения. Однако гидравлическое соединение осуществляется не рядом со штоком, а рядом

с поршнем, с помощью соединительного элемента 15. Соответственно, линии 18a, 18b подачи гидравлической жидкости проходят над приводными поршнями 13a, 13b, то есть вблизи от штока.

Компрессорные устройства описанного здесь типа также могут быть выполнены в виде двухстадиного компрессора.

Таким образом, на Фиг. 4, представлен вариант осуществления двухстадийного компрессорного устройства простого действия с водяным охлаждением, имеющего гидравлическое соединение, расположенное рядом со штоком. В остальном четвертый вариант осуществления соответствует первому варианту осуществления. В качестве дополнительного признака здесь показана соединительная линия 60 между первой компрессионной камерой 1a и второй компрессионной камерой 1b, посредством которой, при необходимости, может быть реализована двухстадийная компрессия.

Еще один вариант показан на Фиг. 5. Как и в первом варианте осуществления, присутствует компрессионное устройство 100 с водяным охлаждением, в котором имеется гидравлическое соединение приводных камер 11c, 11d, расположенное рядом со штоком.

Однако в этом варианте осуществления компрессионная камера 1a, 1b выполнена таким образом, что компрессорное устройство 100 работает в режиме двойного действия, то есть работа выполняется при каждом ходе компрессионного поршня 3a, 3b. Соответственно, компрессионные камеры 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f в каждом случае имеют одно входное и одно выходное отверстие.

Еще одно преимущество компрессорного устройства 100 обеспечивается гидравлическим соединением приводных цилиндров 12a, 12b. В связи с тем, что два компрессионных поршня 3a, 3b в каждом случае приводятся в действие отдельным приводным цилиндром 12a, 12b, во время функционирования ход первого цилиндра может изменяться независимо от второго приводного цилиндра с помощью конструкции соответствующего гидравлического контура. Соответствующий вариант осуществления показан на Фиг. 6a, 6b.

Такое раздельное функционирование особенно выгодно при сжатии газов до постоянного выходного давления при понижающемся входном давлении (например, при опорожнении баллонов). В двухстадийной установке

промежуточное давление также падает из-за падающего входного давления, поскольку две стадии спроектированы с расчетом лишь на один конкретный тип применения (узкий диапазон). Отклонение от такой расчетной точки допускается лишь в незначительной степени, например, в пределах указанного диапазона давления на подаче газа. Любое более высокое отклонение приводит к неравномерной и неблагоприятной степени компрессии на одной из двух стадий, в зависимости от того, был ли превышен допустимый диапазон или наоборот, желательный диапазон не был достигнут. Это приводит к чрезмерному и непредвиденному выделению тепла, которое может вызвать повреждение компонентов. Этот принцип аналогичным образом применим и к наполнению контейнеров, в которых выходное давление изменяется, в частности, увеличивается.

Благодаря возможности функционирования с переменным ходом в одном из двух приводных цилиндров 12a, 12b, две стадии могут быть адаптированы к переменным рабочим условиям во время функционирования. Это помогает предотвратить любое ненужное тепловыделение из-за сильно различающихся степеней компрессии на двух стадиях, и входное давление может работать оптимальным образом в большем диапазоне (прежде всего, в диапазонах низкого давления).

Эта регулировка хода достигается за счет изменения гидравлического управления в приводных цилиндрах 12a, 12b.

Когда достигается необходимый ход поршня, гидравлический выход 50 первого приводного цилиндра 12a блокируется, в то время как первый приводной поршень 13a движется вниз, в то же время гидравлическая жидкость (масло) движущегося вверх второго приводного поршня 13b одновременно выпускается через дополнительный выход гидравлической жидкости 51.

Таким образом, во время хода один из приводных поршней остается неподвижным; соединенный с ним приводной поршень может полностью завершить ход за счет отвода масла. Таким образом, ходы двух приводных поршней 13a, 13b могут быть сделаны взаимно независимыми посредством соответствующего клапанного устройства 52.

Линия 16a, 16b компенсации давления располагается на одном конце третьей и четвертой приводной камеры 11c, 11d, где соответствующий приводной поршень 13a, 13b начинает двигаться в противоположном направлении. При таком положении приводного поршня 13a, 13b, при котором начинается обратное движение поршня, линия 16a, 16b компенсации давления поступает в обход приводного поршня 13a, 13b, так что две приводные камеры 11a, 11b, 11c, 11d приводного цилиндра 12a, 12b могут быть соединены через линию 16a, 16b компенсации давления. Линия 16a, 16b компенсации давления имеет обратный клапан 161a, 161b для управления соединением между приводными камерами 11a, 11b, 11c, 11d.

На Фиг. 7 показана модификация варианта осуществления согласно Фиг. 7, таким образом можно ссылаться на описание выше.

В этом случае реализуется четырехстадийная компрессия, при которой первая стадия осуществляется в первой компрессионной камере 1a. Сжатый газ подается на вторую стадию в компрессионной камере 1b через выходное отверстие для газа 5b и входное отверстие для газа 6a. Затем газ подается на третью стадию через выходное отверстие для газа 6b этой компрессионной камеры 1b, при этом третья стадия осуществляется в третьей компрессионной камере 1c. Затем газ подается обратно в первый компрессионный цилиндр, где осуществляется четвертая стадия компрессии в компрессионной камере 1d. На Фиг. 7 стрелками показан поток газа между двумя компрессионными цилиндрами. Согласно настоящему документу размер компрессионных камер 1a, 1b, 1c, 1d при необходимости может быть адаптирован в соответствии с задачами компрессии.

В соответствии с альтернативным вариантом осуществления согласно Фиг. 8А и Фиг. 8В компрессия осуществляется, по меньшей мере, на двух стадиях, на которых первая компрессионная камера 1a и четвертая компрессионная камера 1d образуют первую стадию. Подлежащий сжатию газ в каждом случае подается в первую компрессионную камеру 1a и в четвертую компрессионную камеру 1d через одно входное отверстие 5a, 5a' для газа. В частности, согласно настоящему документу подлежащий сжатию газ поочередно подается в первую компрессионную камеру 1a и в четвертую компрессионную камеру 1d. Сжатый газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, в каждом случае подается на вторую стадию в компрессионные камеры 1b, 1c через выходное отверстие для

газа 5b, 5b'. Газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, в каждом случае подается во вторую компрессионную камеру 1b и в третью компрессионную камеру 1c через одно входное отверстие ба, ба' для газа. Согласно настоящему документу газ из первой компрессионной камеры 1a подается во вторую компрессионную камеру 1b, а газ из четвертой компрессионной камеры 1d подается в третью компрессионную камеру 1c. Газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, подается далее из второй компрессионной камеры 1b и из третьей компрессионной камеры 1c через одно выходное отверстие ба, ба' для газа.

Согласно Фиг. 8А газ, который подвергался дополнительной компрессии на второй стадии, подается для дальнейшей обработки.

Согласно Фиг. 8В 8А газ, который подвергался дополнительной компрессии, из второй компрессионной камеры 1b и из третьей компрессионной камеры 1c, подается на дальнейшие стадии компрессии.

Компрессорные устройства согласно Фиг. 8А и Фиг. 8В включают четыре компрессионных цилиндра 2a, 2b, 2c, 2d. Таким образом, компрессорные устройства по существу соответствуют примеру варианта осуществления согласно Фиг. 7 с модернизированными двумя компрессионными цилиндрами 2c, 2d. Одно охлаждающее устройство 8c, 8d, с помощью которого могут охлаждаться компрессионные цилиндры 2c, 2d, в каждом случае располагается на компрессионных цилиндрах 2c, 2d. С помощью механического соединительного устройства 20a, 20b движение приводных поршней 13a, 13b может передаваться четырем компрессионным поршням 3a, 3b, 3c, 3d, которые в каждом случае расположены с возможностью перемещения в компрессионных цилиндрах 2a, 2b, 2c, 2d. На каждом из механических соединительных устройств 20a, 20b расположены два компрессионных поршня 3a, 3b, 3c, 3d. В принципе, компрессионные поршни 3a, 3b, 3c, 3d могут в каждом случае разделять компрессионные цилиндры 2a, 2b, 2c, 2d на две компрессионные камеры, в которых независимо друг от друга или на нескольких стадиях может в каждом случае осуществляться компрессия газа. Последовательность, согласно которой газ направляется через компрессионные камеры компрессионного устройства, может быть выбрана произвольно. Аналогичным образом, количество стадий сжатия и/или количество одновременных этапов компрессии, при необходимости, многостадийных этапов компрессии может быть произвольным.

На Фиг. 8А осуществляется компрессия газа в первой компрессионной камере 1a, а затем газ подается во вторую компрессионную камеру 1b. Независимо от этого компрессия газа осуществляется в пятой компрессионной камере 1e третьего компрессионного цилиндра 2c. Газ, который должен подвергаться компрессии, подается в пятую компрессионную камеру 1e через входное отверстие 7a для газа. Сжатый газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, подается на дальнейшую стадию в компрессионной камере 1f через выходное отверстие для газа 7b. Газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, подается в шестую компрессионную камеру 1f через входное отверстие 7a' для газа. Газ, который подвергался компрессии, из шестой компрессионной камеры подается далее через выходное отверстие 7b' для газа.

В качестве альтернативы, компрессия газа может осуществляться более чем на двух стадиях. На Фиг. 8В показано четырехстадийное компрессорное устройство. В отличие от компрессорного устройства, показанного на Фиг. 8А, газ подается во входное отверстие для подачи 7a пятой компрессионной камеры 1e, в которой осуществляется третья стадия компрессии. Затем газ подается на четвертую стадию, которая осуществляется в шестой компрессионной камере 1f, через выходное отверстие для газа 7b компрессионной камеры 1e. Газ подается в шестую компрессионную камеру 1f через входное отверстие 7a' для газа. Газ, который подвергался компрессии в шестой компрессионной камере 1f, подается для дальнейшей обработки через выходное отверстие 7b' для газа. Диаметры приводных поршней 3a, 3d больше диаметров приводных поршней 3b, 3c. В принципе, размер приводных поршней 3a, 3b, 3c, 3d, как и размер компрессионных камер 1a, 1b, 1c, 1d при необходимости может быть адаптирован в соответствии с задачами компрессии.

На Фиг. 8С показан альтернативный путь подачи газа через компрессорное устройство. Согласно настоящему документу сжатый газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, подается на вторую стадию в компрессионную камеру 1c через выходные отверстия для газа 5b, 5b'. Газ, который должен подвергаться дальнейшей компрессии, в каждом случае подается во вторую компрессионную камеру 1b и в третью компрессионную камеру 1c через входное отверстие 6a, 6a' для газа. Газ, который подвергается дополнительной компрессии,

из третьей компрессионной камеры 1с подается в пятую компрессионную камеру 1е. Затем газ подается на четвертую стадию шестой компрессионной камеры 1f.

В качестве альтернативы, газ, поступающий с третьей стадии, может подаваться для дальнейшей переработки через пятую компрессионную камеру 1е, как показано на Фиг. 8D. Движение приводного поршня 13а с помощью механического соединительного устройства 20а в соответствии с настоящим документом может передаваться на компрессионный поршень 3а, при этом движение приводного поршня 13b с помощью механического соединительного устройства 20b может передаваться на два компрессионных поршня 3b, 3с. В принципе, может использоваться любое произвольное количество компрессионных поршней, соединенных с механическим соединительным устройством 20а, 20b, и любое произвольное направление газа, подлежащего компрессии, сжатого газа и газа, подлежащего дальнейшей компрессии в компрессионных камерах. Согласно настоящему документу размер компрессионных камер 1а, 1b, 1с, 1d, 1е, 1f при необходимости может быть адаптирован в соответствии с задачами компрессии.

**Список условных обозначений**

1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f	Компрессионная камера
2a, 2b, 2c, 2d	Компрессионный цилиндр
3a, 3b, 3c, 3d	Компрессионный поршень
5a, 6a, 5a', 6a', 7a, 7a'	Входное отверстие для газа
5b, 6b, 5b', 6b', 7b, 7b'	Выходное отверстие для газа
8a, 8b, 8c, 8d	Охлаждающее устройство
11a, 11b, 11c, 11d	Приводная камера
12a, 12b	Приводной цилиндр
13a, 13b	Приводной поршень
15	Соединительный элемент
16a, 16b	Линия компенсации давления
161a, 161b	Обратный клапан
17	Измерительное устройство
18a, 18b	Линии подачи гидравлической жидкости
20a, 20b	Механическое соединительное устройство
30a, 30b	Соединительная камера
40a, 40b	Соединительный корпус
50	Выход гидравлической жидкости
51	Дополнительный выход гидравлической жидкости
52	Клапанное устройство
100	Компрессорное устройство
Ва, Вb	Ось движения
Da, Db	Расстояние

## Формула изобретения

1. Компрессорное устройство (100) для сжатия газа в, по меньшей мере, одной компрессионной камере (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре (2a, 2b), в котором

а) в каждом из, по меньшей мере, двух приводных цилиндров (12a, 12b) расположен, по меньшей мере, один приводной поршень (13a, 13b), при этом указанный, по меньшей мере, один приводной поршень (13a, 13b) разделяет каждый из, по меньшей мере, двух приводных цилиндров (12a, 12b) на две приводные камеры (11a, 11b, 11c, 11d); и

б) при этом, по меньшей мере, одна первая и вторая приводные камеры (11a, 11b, 11c, 11c) периодически подвергаются воздействию давления гидравлической жидкости для перемещения соответствующего приводного поршня (13a, 13b); и

с) каждая из оставшихся приводных камер (11c, 11d, 11a, 11b) в, по меньшей мере, двух приводных цилиндрах (12, 12b) соединена текучей средой с силовым замыканием посредством соединительного элемента (15); и

д) движение приводных поршней (13a, 13b) с помощью, по меньшей мере, одного механического соединительного устройства (20a, 20b) может передаваться, по меньшей мере, одному компрессионному поршню (3a, 3b), который расположен с возможностью перемещения в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре (2a, 2b), при этом указанный компрессионный поршень (3a, 3b) подвижно ограничивает, по меньшей мере, одну компрессионную камеру (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре (2a, 2b) с одной стороны, так что движения приводных поршней (13a, 13b) могут преобразовываться в изменение объема, по меньшей мере, одной компрессионной камеры (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f),

е) при этом, по меньшей мере, один компрессионный цилиндр (2a, 2b) в пространственном отношении расположен с возможностью отделения от, по меньшей мере, двух приводных цилиндров (12a, 12b) определенным расстоянием (Da, Db),

**отличающееся тем, что**

между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром (2а, 2b) и, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами (12а, 12b) расположена, по меньшей мере, одна соединительная камера (30а, 30b), которая наполняется функциональным газом.

2. Компрессорное устройство (100) по п. 1, **отличающееся тем**, что, по меньшей мере, один компрессионный цилиндр (2а, 2b) не имеет общей стенки с, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами (12а, 12b).

3. Компрессорное устройство (100) по п. 1 или 2, **отличающееся тем**, что расстояние (Dа, Db), по меньшей мере, равно максимальному расстоянию, которое в каждом случае проходит, по меньшей мере, один из приводных поршней (13а, 13b) в соответствующем приводном цилиндре (12а, 12b).

4. Компрессорное устройство (100) по любому из пп. 1 - 3, **отличающееся тем**, что, по меньшей мере, одна соединительная камера (30а, 30b) может наполняться функциональным газом для продувки, для обнаружения в ней утечки и/или для ее блокировки.

5. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что в нем предусмотрено, по меньшей мере, одно измерительное устройство (17), с помощью которого может определяться положение, по меньшей мере, одного приводного поршня, по меньшей мере, одного механического соединительного устройства и/или, по меньшей мере, одного компрессионного поршня.

6. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что, по меньшей мере, два приводных цилиндра (12а, 12b) расположены под, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром (2а, 2b).

7. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром (2а, 2b) и, по меньшей мере, одним компрессионным поршнем (3а, 3b) и/или, по меньшей мере, одним механическим соединительным устройством (20а, 20b) предусмотрено уплотнение, в частности, лабиринтное уплотнение.

8. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что, по меньшей мере, на одном компрессионном цилиндре (2a, 2b) расположено охлаждающее устройство (8a, 8b), которое отводит отходящее тепло, образованное при функционировании, по меньшей мере, одного компрессионного цилиндра (2a, 2b).

9. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что для создания компрессии на нескольких стадиях сжатый газ может направляться в виде газа для дальнейшей компрессии из первой компрессионной камеры (1a) в, по меньшей мере, одну, вторую компрессионную камеру (1b, 1c, 1d, 1e, 1f).

10. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что оно содержит клапанное устройство (52) для обеспечения независимости движения приводных поршней (13a, 13b).

11. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что оно содержит систему управления подачей гидравлической жидкости в, по меньшей мере, одну первую и вторую приводную камеру (11a, 11b, 11c, 11d) через клапанное устройство (52), в частности, в зависимости от данных, которые получены с помощью, по меньшей мере, одного измерительного устройства (17), или в зависимости от, по меньшей мере, одного параметра процесса.

12. Компрессорное устройство (100) по, по меньшей мере, одному из предшествующих пунктов, **отличающееся тем**, что давление текучей среды между, по меньшей мере, одной первой и второй приводными камерами (11a, 11b) и каждой из оставшихся приводных камер (11c, 11d) может быть синхронизировано с помощью, по меньшей мере, одного устройства (16a, 16b) синхронизации, которое поступает в обход соответствующего приводного поршня (13a, 13b).

13. Способ компрессии для сжатия газа в, по меньшей мере, одной компрессионной камере (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре (2a, 2b), при котором

а) в каждом из, по меньшей мере, двух приводных цилиндров (12a, 12b) расположен, по меньшей мере, один приводной поршень (13a, 13b), при этом

указанный, по меньшей мере, один приводной поршень (13а, 13b) разделяет каждый из, по меньшей мере, двух приводных цилиндров (12а, 12b) на две приводные камеры (11а, 11b, 11с, 11d); и

b) при этом, по меньшей мере, одна первая и вторая приводные камеры (11а, 11b) периодически подвергаются воздействию давления гидравлической жидкости для перемещения соответствующего приводного поршня (13а, 13b); и

с) каждая из оставшихся приводных камер (11с, 11d, 11а, 11b) в, по меньшей мере, двух приводных цилиндрах (12а, 12b) соединена текучей средой с силовым замыканием посредством соединительного элемента (15); и

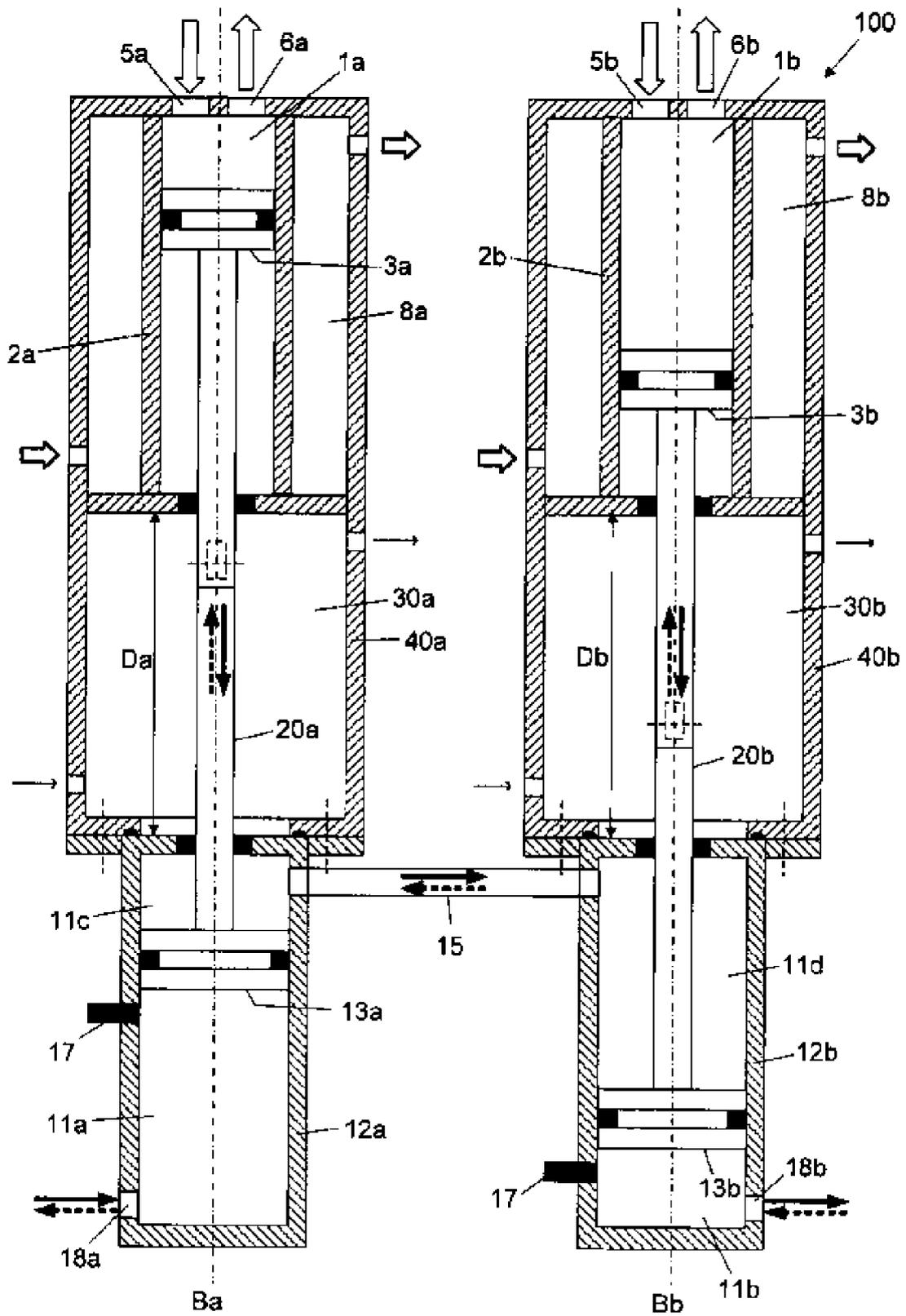
d) движение приводных поршней (13а, 13b) с помощью, по меньшей мере, одного механического соединительного устройства (20а, 20b) передается, по меньшей мере, одному компрессионному поршню (3а, 3b), который расположен с возможностью перемещения в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре (2а, 2b), при этом указанный компрессионный поршень (3а, 3b) подвижно ограничивает, по меньшей мере, одну компрессионную камеру (1а, 1b, 1с, 1d, 1е, 1f) в, по меньшей мере, одном компрессионном цилиндре (2а, 2b), так что движения приводных поршней (13а, 13b) могут преобразовываться в изменение объема, по меньшей мере, одной компрессионной камеры (1а, 1b, 1с, 1d, 1е, 1f),

e) при этом, по меньшей мере, один компрессионный цилиндр (2а, 2b) в пространственном отношении расположен с возможностью отделения от, по меньшей мере, двух приводных цилиндров (12а, 12b) определенным расстоянием (Dа, Db),

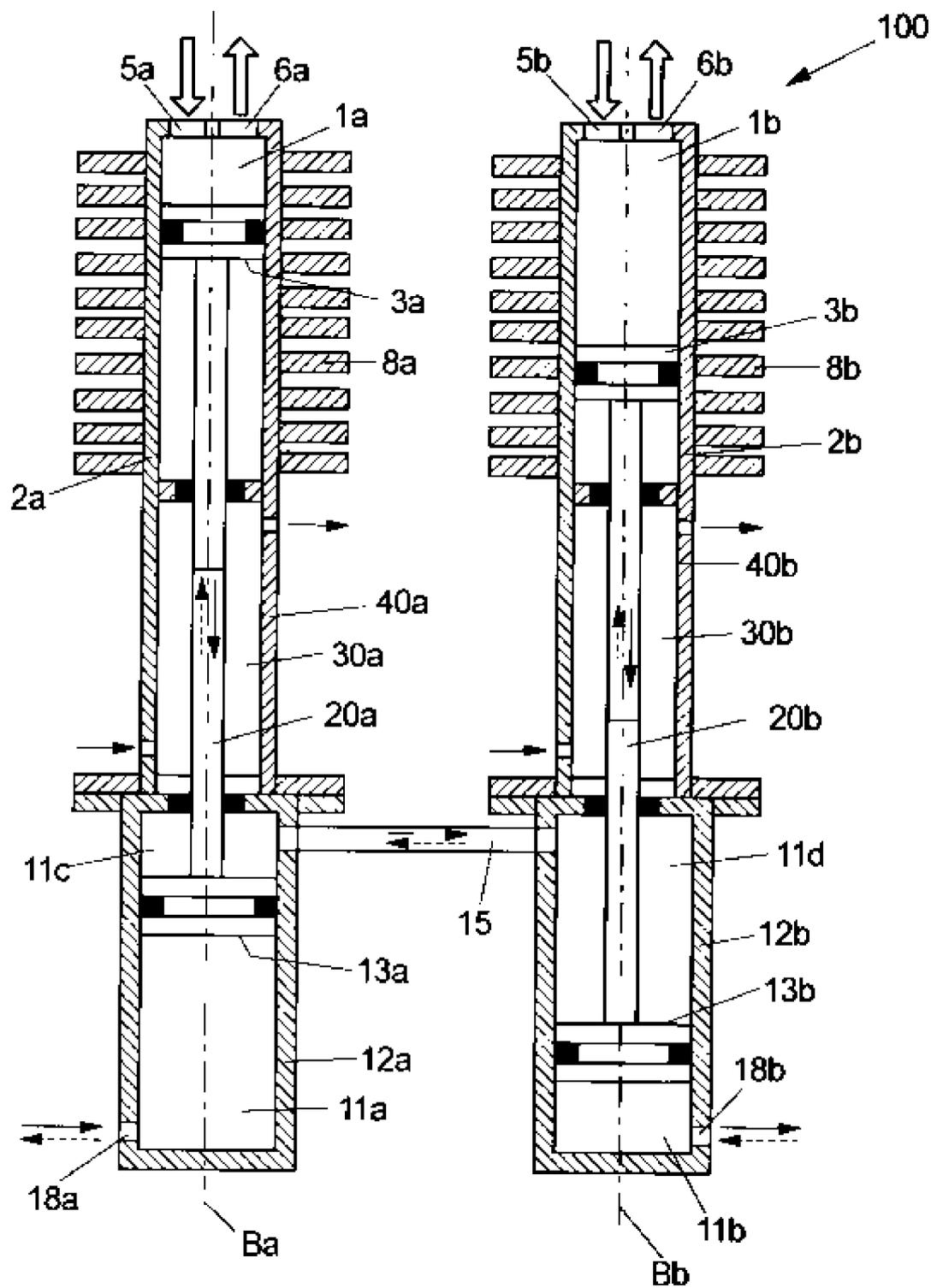
**отличающийся тем, что**

между, по меньшей мере, одним компрессионным цилиндром (2а, 2b) и, по меньшей мере, двумя приводными цилиндрами (12а, 12b) расположена, по меньшей мере, одна соединительная камера (30а, 30b), которая наполняется функциональным газом.

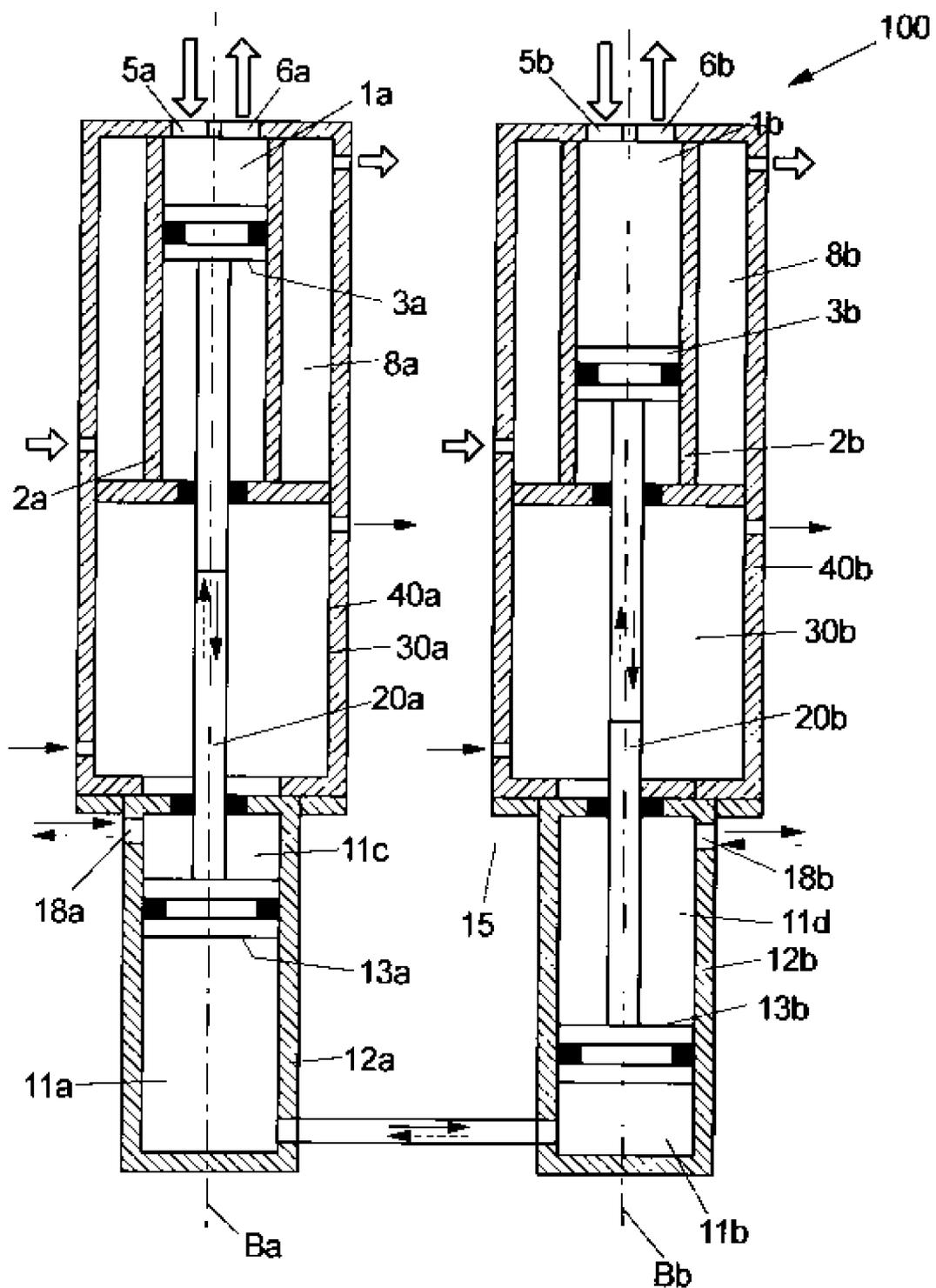
ФИГ. 1



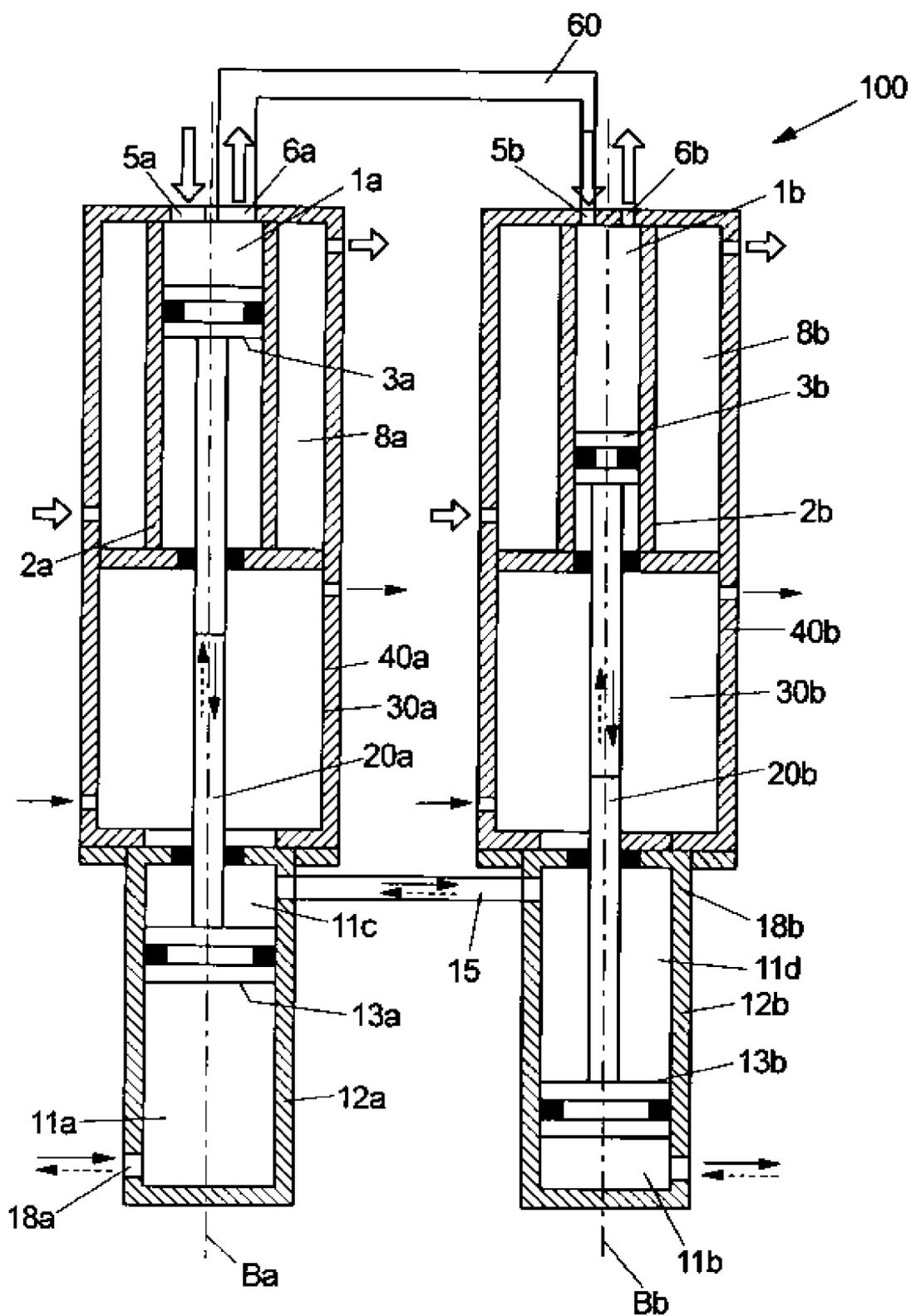
ФИГ. 2



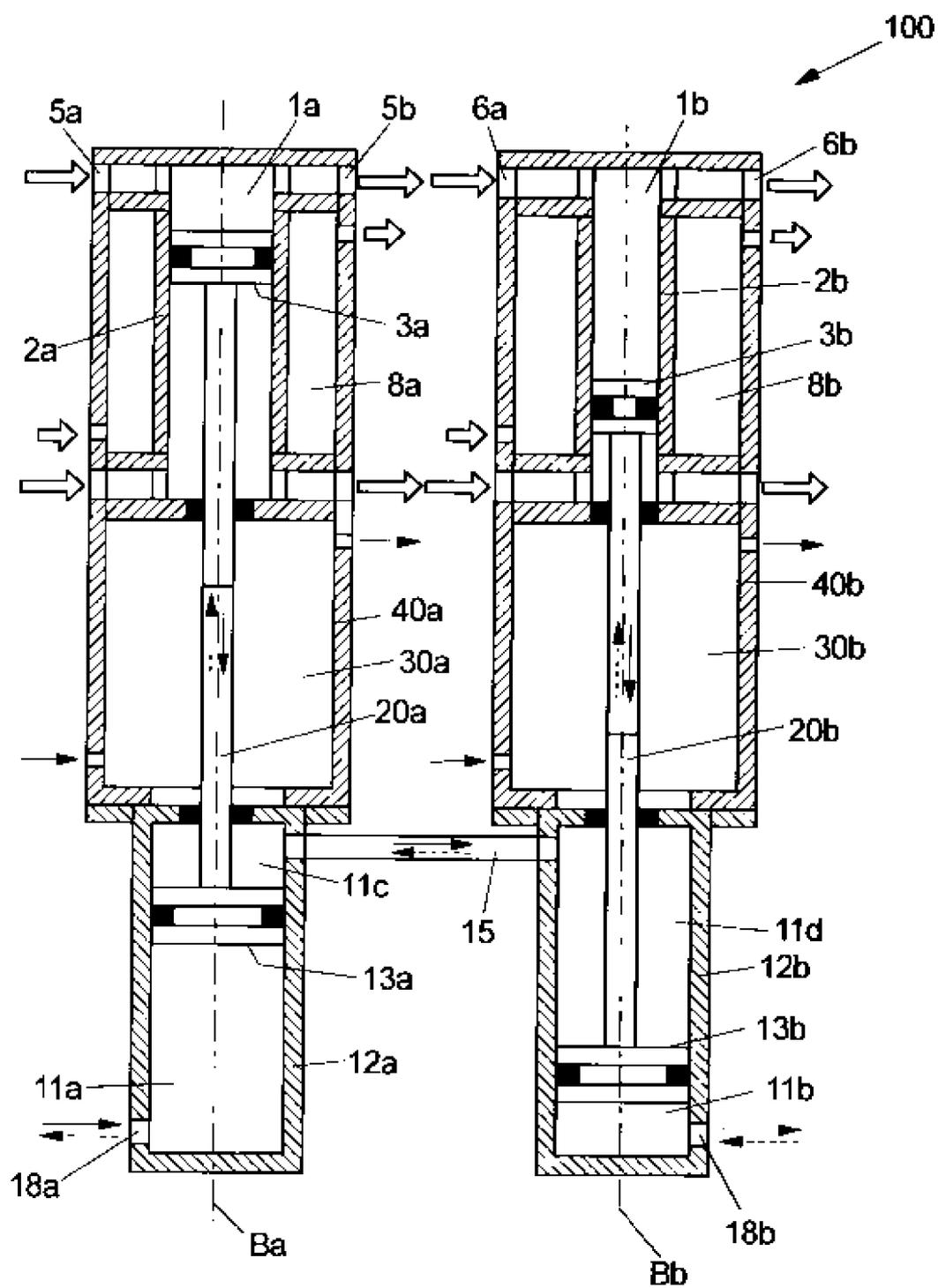
ФИГ. 3



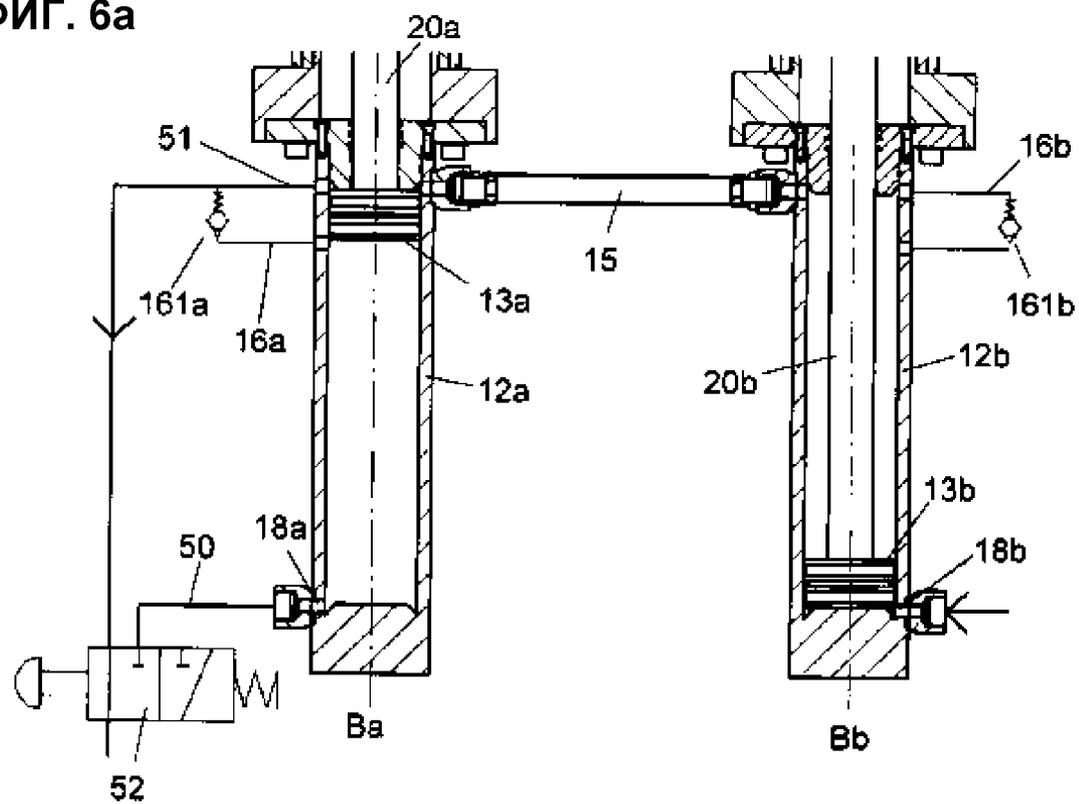
ФИГ. 4



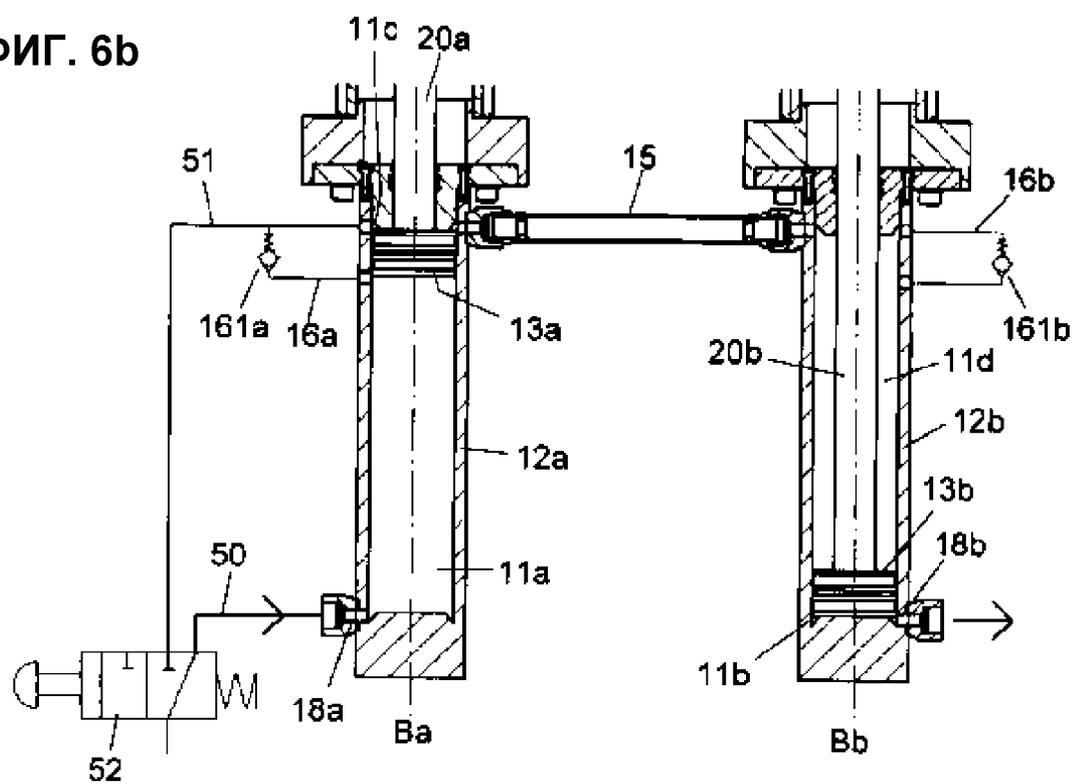
ФИГ. 5



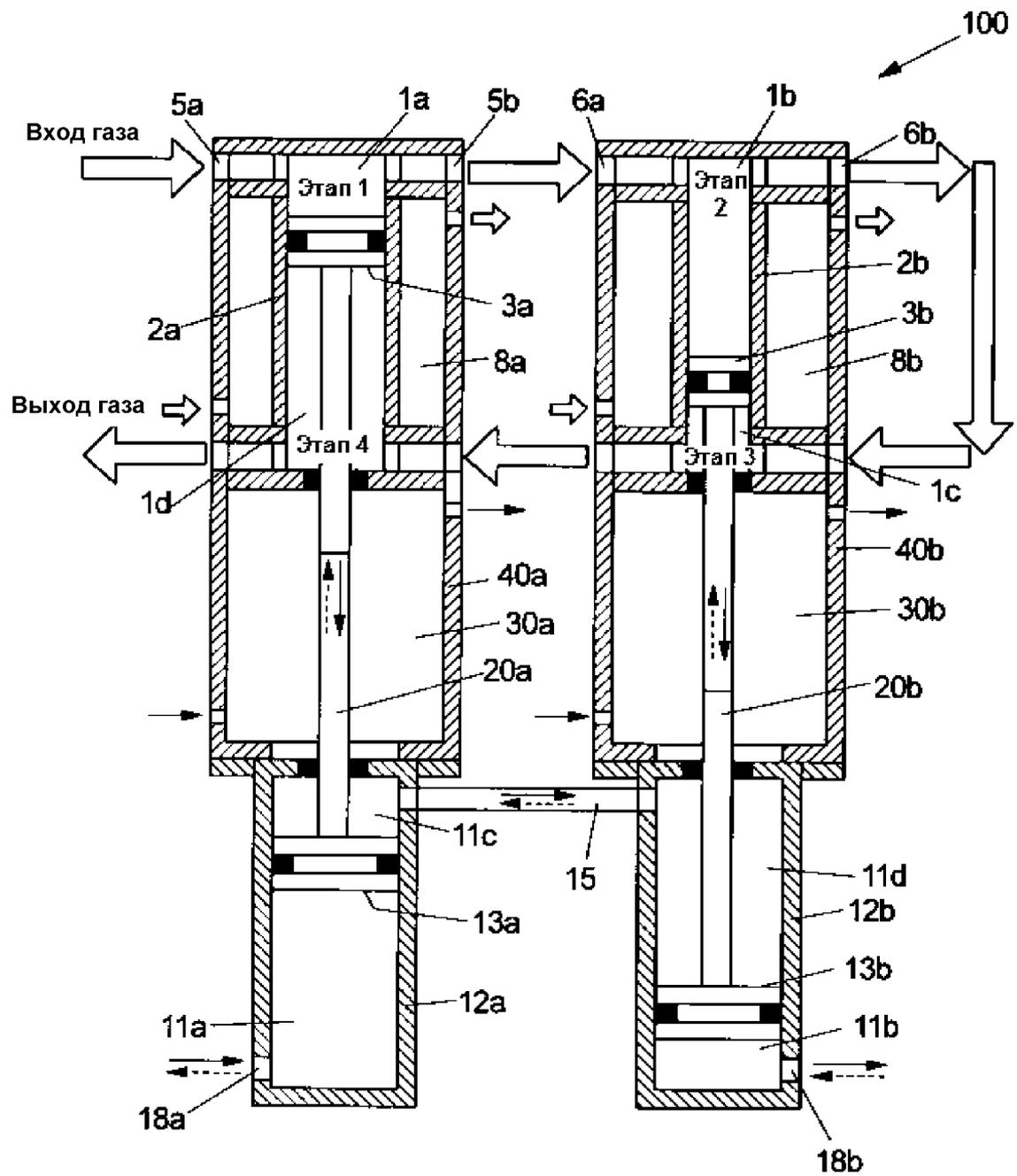
ФИГ. 6а



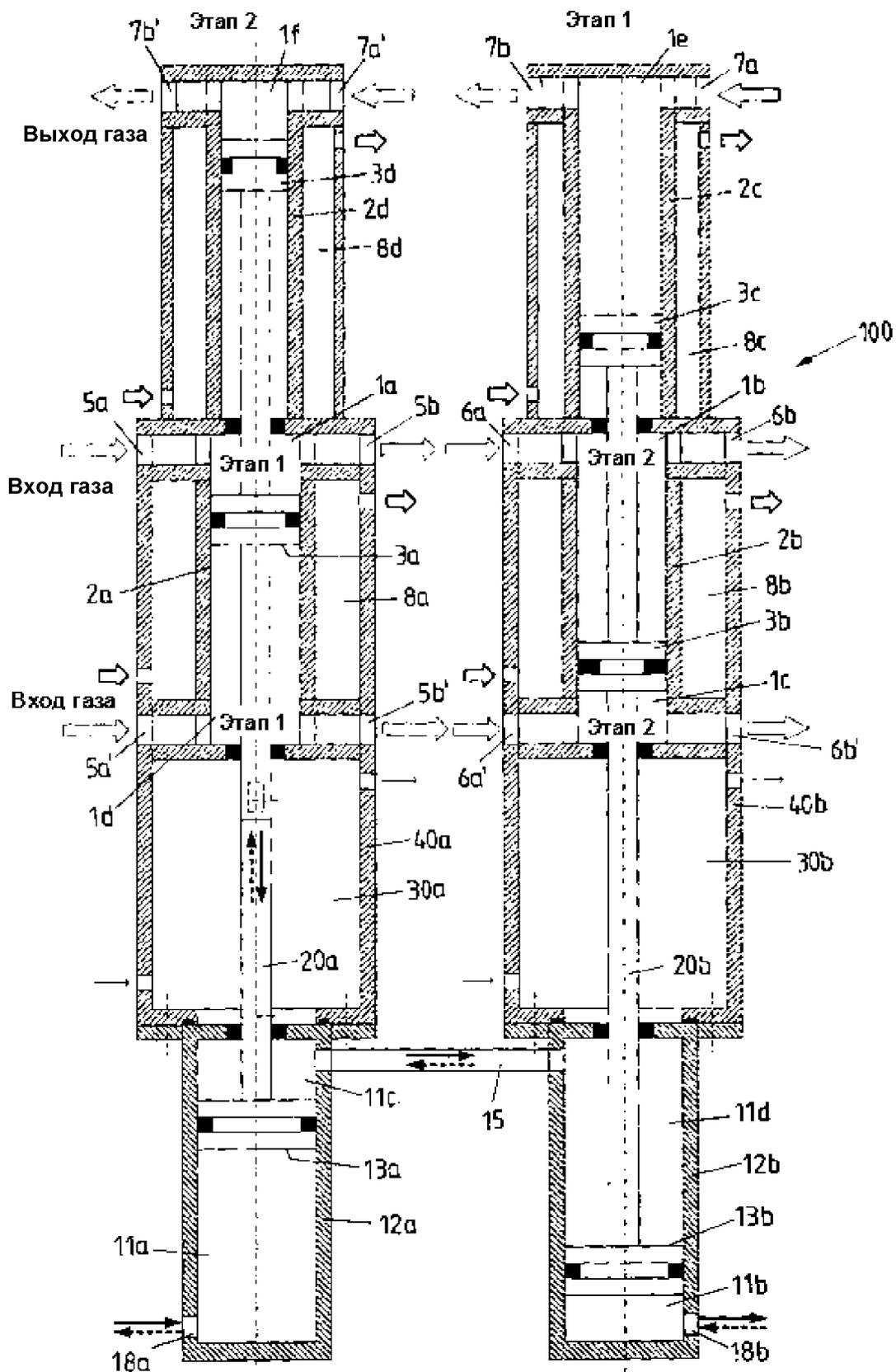
ФИГ. 6b



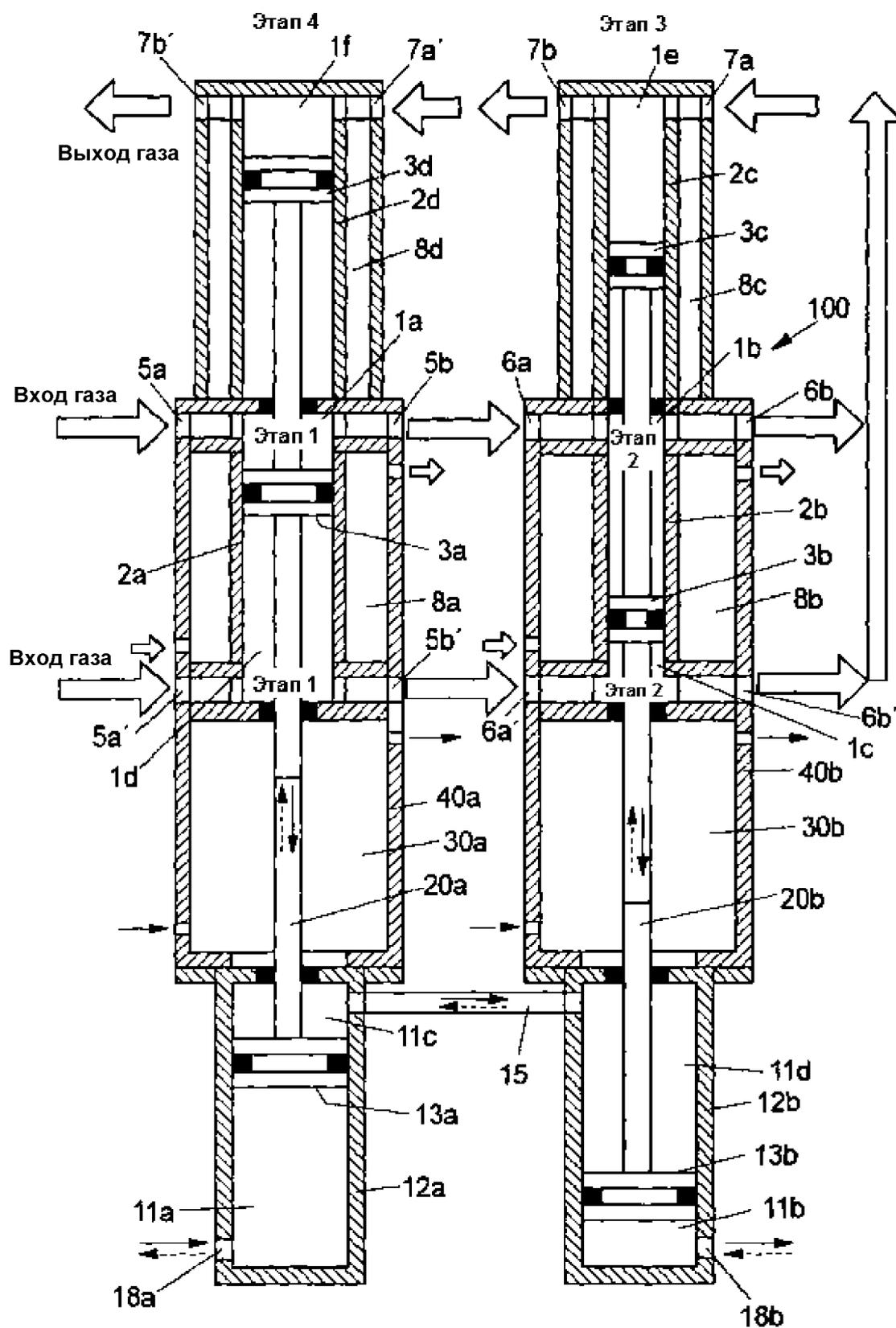
ФИГ. 7



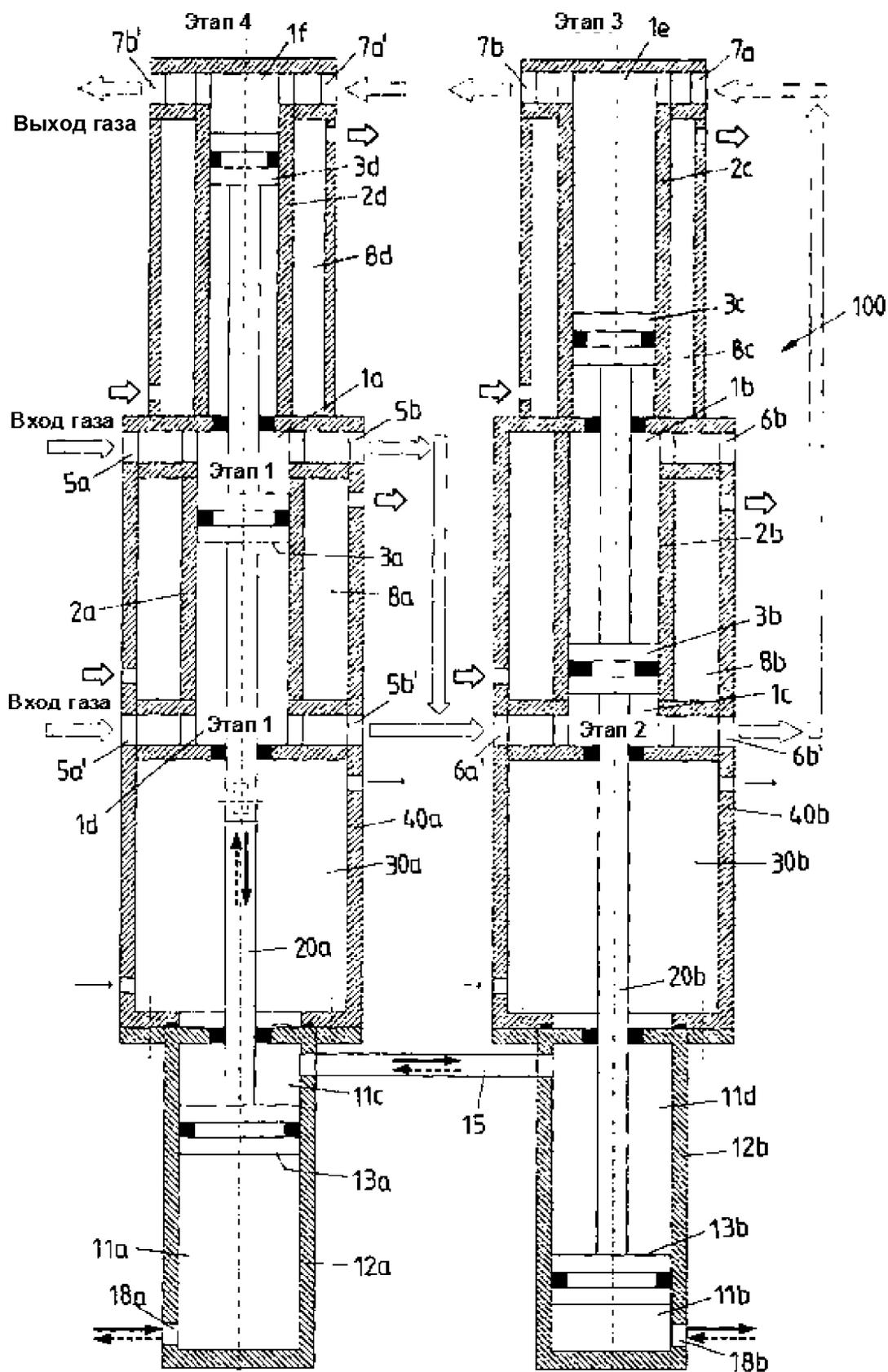
ФИГ. 8А



ФИГ. 8В



ФИГ. 8С



ФИГ. 8D

