

Изобретение относится к компрессоростроению и касается поршневых малорасходных компрессоров. Задачей изобретения является усовершенствование конструкции, повышение КПД и снижение энергозатрат.

Технический результат, который получен при осуществлении изобретения:

усовершенствована конструкция;

снижены потери, повышен КПД;

при использовании заявляемой конструкции в автомашинах при накачке или подкачке шин при давлении рабочей среды более 1,8 атм, потребление электроэнергии от аккумулятора автомобиля снижается за счет остаточной энергии, запасенной (полученной) в камере сжатия и действующей в положительном направлении при обратном ходе поршня, т. е. "помогает" вращению электродвигателя, что снижает пиковые нагрузки от питающей сети.

Известный компрессор [Авт. св. СССР №1668752, кл. F04 В 39/00, 10.03.89] содержит цилиндр, в котором установлен поршень с бочкообразной боковой поверхностью, жестко связанной со штоком.

Приводной вал связан посредством кривошипа со штоком. На боковой поверхности поршня выполнена компрессорная канавка с установленным в ней кольцом из пьезокерамического материала.

Это кольцо охватывает разрезное компрессорное кольцо.

Электроприводные полукольца с профилированной внешней поверхностью установлены на валу и разделены по торцам диэлектрическими прокладками.

Каждое из полуколец связано электроконтактом с валом, который электрически связан с кольцом. Ползун подключен к одной из электроклемм и установлен с возможностью контакта с полукольцами, между которыми и валом расположена прокладка из диэлектрического материала.

Прокладки расположены в плоскости, проходящей через ось кривошипа.

Недостатки аналога:

Основным недостатком указанного технического решения является сложность конструкции, нетехнологичность сборки, требует дополнительного технического обслуживания в процессе эксплуатации (замена щеток, чистка контактных колец, наличие дополнительно стабилизированного регулируемого источника питания), что не всегда может быть потребителем оправдано; узкое (специфическое) применение компрессора.

Известный компрессор [Авт. св. СССР №1590645, кл. F 04 В 39/00, опублик. 07.09.90] содержит поршень со штоком, жестко закрепленный на нем корпус с упорным бортом, расположенным со стороны, противоположной штоку, и уплотнительное кольцо, установленное на корпусе с возможностью продольного перемещения и имеющее в поперечном сечении внешнюю и внутреннюю криволинейные поверхности.

Корпус поршня имеет форму усеченного конуса, обращенного большим основанием к штоку, а торцевые поверхности уплотнительного кольца выполнены плоскими, при этом корпус имеет криволинейную боковую поверхность.

Недостатки аналога: пониженный КПД; повышенный износ уплотнительного кольца; повышенное потребление от энергоносителя.

Указанные недостатки - следствие конструктивного решения в выполнении корпуса поршня в виде усеченного конуса и взаимодействующего с ним уплотнительного кольца с внутренней конусной поверхностью. В данном случае конусный корпус поршня выполняет роль "клина" при рабочем ходе, т. е. при сжатии рабочей среды силы, взаимодействующие на уплотнительное кольцо и соответственно на стенки цилиндра выражаются простой зависимостью

$$F=f2P\alpha \ln \alpha \quad (1),$$

где F - усилие "распирания" уплотнительного кольца

P - давление рабочей среды

f - коэффициент трения

$\alpha$  - угол конусности.

Из выражения (1) следует, что чем выше давление рабочей среды, тем выше усилие "распирания" уплотнительного кольца, т. е. резко возрастает реакция на рабочий ход поршня, следовательно, возрастает потребление от энергоносителя для компенсации силы реакции; повышается износ деталей и повышается температура цилиндра из-за повышенного давления на его стенки уплотнительным кольцом.

Все эти недостатки характеризуют пониженный КПД компрессора.

Известный переносной автомобильный Компрессор "Темп-1" [Каталог "Товары народного потребления" Ленинградского производственного объединения "Завод им. М. И. Калинина", 1988], взятый за прототип - это воздушный компрессор поршневого типа с качающимся поршнем и электроприводом.

Согласно прототипу (Каталог, рис. 1), корпус компрессора, включающий рабочий цилиндр, на который установлена крышка с седлом нагнетательного клапана, который жестко связан с корпусом и снабжен ограничителем. Ограничитель выполнен с несколькими выпускными отверстиями. Между ограничителем и седлом расположен запорный орган. В рабочем цилиндре установлен качающийся поршень, на конце которого выполнен упорный бурт. Поршень жестко связан со штоком, с которым соединен посредством кривошипа приводной вал электропривода.

На боковой поверхности поршня выполнена конусная канавка с установленным в ней уплотнительным кольцом, выполненным с возможностью продольного перемещения.

Уплотнительное кольцо имеет в поперечном сечении внешнюю бочкообразную и внутреннюю криволинейную поверхности [Авт. св. №1590645, кл. F 04 В 39/00, опублик. 07.09.90].

Недостатки прототипа: сложность конструкции; сниженный КПД по причине несовершенства конструкции; повышенные энергозатраты.

В основу изобретения поставлена задача создания (или усовершенствования) компрессора, в котором новое выполнение узла герметизации и конструкции выходного клапана поршня повышает КПД за счет

снижения потерь, улучшает условия эксплуатации, повышает надежность и за счет этого снижается потребление электроэнергии от аккумулятора и снижаются пиковые нагрузки от питающей сети (от аккумулятора автомобиля), повышается производительность компрессора.

Перечисляем конструктивные элементы (детали, узлы), которые являются общими с аналогом (или прототипом).

Компрессор содержит корпус, включающий рабочий цилиндр, на который установлена крышка с седлом нагнетательного клапана, который жестко связан с корпусом и снабжен ограничителем, выполненным с выпускными отверстиями, между ограничителем и седлом расположен запорный орган; в рабочем цилиндре установлен качающийся поршень с упорным буртом, который жестко связан со штоком, при этом на боковой поверхности поршня выполнена канавка с установленным в ней уплотнительным кольцом, выполненным с возможностью продольного перемещения и имеющим в поперечном сечении внешнюю и внутреннюю криволинейные поверхности.

Перечисляем конструктивные элементы (детали, узлы), которые впервые выполнены в заявленном объекте:

Поршень компрессора снабжен уступом и расположенным на его радиальной поверхности демпфирующим элементом, выполненным с возможностью взаимодействия с уплотнительным кольцом, на внутренней криволинейной поверхности которого выполнена кольцевая проточка, в которой помещен распорный элемент, при этом суммарная площадь внутренней криволинейной поверхности уплотнительного кольца определена следующим

$$S_1 \geq S_2,$$

где  $S_1$  - суммарная площадь внутренней криволинейной поверхности кольца;

$S_2$  - площадь внешней рабочей криволинейной поверхности кольца.

Канавка в поршне выполнена между упорным буртом и уступом и снабжена центровочным элементом; ограничитель нагнетательного клапана снабжен рельефными лабиринтами, которые расположены со стороны запорного органа и равномерно по площади наружной поверхности ограничителя.

Внутренняя криволинейная поверхность уплотнительного кольца разделена на рабочую и посадочную поверхности, которые выполнены в виде усеченных конусов.

Большее основание конуса рабочей поверхности кольца обращено противоположно уступу поршня.

Большее основание конуса посадочной поверхности кольца обращено к уступу.

Центровочный элемент в канавке поршня выполнен с возможностью взаимодействия с посадочной поверхностью уплотнительного кольца. Упорный бурт выполнен с возможностью съема с поршня.

Демпфирующий элемент выполнен из упругого материала.

Высотой рельефных лабиринтов образован канал для истечения рабочей среды через выпускные отверстия.

Причинно-следственная связь заключается в том, что вся вышеуказанная совокупность существенных признаков, как каждый в отдельности, так и вместе, обеспечивает выполнение поставленной задачи изобретения - упрощение конструкции, уменьшение материалоемкости, снижение потерь, повышение КПД.

Характер проявления новых свойств изобретения:

уплотнительное кольцо поджимается посредством демпфирующего элемента к уступу поршня, тем самым перекрывая просачивание рабочей среды в цилиндр;

запорный орган поджимается к рельефным лабиринтам ограничителя, тем самым через образовавшийся канал обеспечивается полный проход рабочей среды через выпускные отверстия в ограничителе клапана.

На фиг. 1 показан компрессор, продольное сечение; на фиг. 2 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - уплотнительное кольцо.

Компрессор состоит из корпуса 1, включающий рабочий цилиндр 2, на который установлена крышка 3 с седлом 4 нагнетательного клапана 5 для выхода рабочей среды.

Нагнетательный клапан 5 выполнен со штуцером 6 и связан с корпусом 1 с помощью механического крепления 7.

В канале нагнетательного клапана 5 содержится ограничитель 8.

Запорный орган 9 клапана расположен между ограничителем 8 и седлом 4.

Между нагнетательным клапаном 5 и крышкой 3 расположен уплотнительный элемент 10.

В рабочем цилиндре 2 компрессора установлен качающийся поршень 11, жестко связанный со штоком 12, с которым соединен посредством кривошипа 13 приводной вал 14 электропривода 15 (см. фиг. 1).

Поршень 11 выполнен ступенчатой формы и имеет уступ 16 и канавку 17. На конце поршня 11 установлен упорный съемный бурт 18,

Канавка 17 в поршне 11 расположена между упорным съемным буртом 18 и уступом 16, на радиальной поверхности которого противоположно бурту 18 укладывается демпфирующий элемент 19 из упругого материала.

В канавке 17 устанавливается уплотнительное кольцо 20 с возможностью продольного перемещения, которое имеет внешнюю бочкообразную и внутреннюю криволинейные поверхности.

Канавка 17 снабжена центровочным элементом 21, служащим для точного сочленения кольца 20 с поршнем 11.

Уплотнительное кольцо 20 ложится на демпфирующий элемент 19 с возможностью взаимодействия с ним, что смягчает ударные нагрузки и исключает просачивание рабочей среды из цилиндра 2.

Внутренняя криволинейная поверхность уплотнительного кольца 20 разделена на рабочую и посадочную поверхности, выполненные, например, в виде усеченных конусов.

При этом большее основание конуса рабочей поверхности кольца 20 обращено противоположно уступу 16 поршня 11, а большее основание конуса посадочной поверхности обращено к уступу 16.

Посадочной поверхностью кольцо 20 центрируется с помощью элемента 21 в канавке 17 поршня 11.

На внутренней рабочей поверхности кольца 20 выполнена кольцевая проточка 22, в которой размещен распорный (пружинящий) элемент 23, служащий для создания постоянного давления на стенки уплотнительного кольца 20 с целью исключения просачивания рабочей среды в начале рабочего хода поршня 11.

Рабочая среда в цилиндре 2 оказывает равномерное давление  $P_1$  на внутреннюю и наружную стенки уплотнительного кольца 20, при этом если суммарная площадь конусных поверхностей (C+D) кольца 20 обозначить  $S_1$ , а внешней рабочей поверхности -  $S_2$ , таким образом согласно фиг. 3 суммарная площадь  $S_1$  конусных поверхностей (C+D) должна быть несколько больше или равна площади  $S_2$  рабочих поверхностей (A+B) кольца 20, что определяется следующим

$$S_1 \geq S_2,$$

где  $S_1$  - суммарная площадь внутренней криволинейной поверхности кольца;

$S_2$  - площадь внешней рабочей криволинейной поверхности кольца.

Проекция сил, создаваемых давлением рабочей среды на внутреннюю и внешнюю рабочую поверхности уплотнительного кольца 20 практически уравниваются за счет оптимального выбора площадей внешней рабочей и внутренней поверхностей кольца 20, что должно соответствовать следующему

$$S_1 P_1 \geq S_2 P_1.$$

Разница значений в данном соотношении величина постоянная.

Согласно фиг. 2 ограничитель 8 в корпусе нагнетательного клапана 5 снабжен как минимум 2-мя выпускными отверстиями 24 для прохода рабочей среды. Отверстия 24 при нагнетании рабочей среды частично перекрываются запорным органом 9.

В отличие от прототипа, в ограничителе которого происходит искусственное уменьшение сечения отверстий, что повышает скорость истечения рабочей среды и приводит к повышению температуры и износу элементов нагнетательного клапана и цилиндра компрессора.

С целью повышения эффективности работы нагнетательного клапана 5 предлагаемого компрессора и пропускной способности при нагнетании, ограничитель 8 снабжен рельефными лабиринтами 25, расположенными со стороны запорного органа 9 и равномерно по площади наружной поверхности ограничителя 8.

Рельефные лабиринты 25 не позволяют перекрывать сечение выпускных отверстий 24 запорным органом 9 за счет создания дополнительного канала 26, образованного высотой рельефных лабиринтов, что снижает скорость истечения рабочей среды (уменьшается температура нагрева, т. к. скорость истечения рабочей среды падает) за счет эффективного использования проходной площади сечения выпускных отверстий 24.

Если суммарную площадь выпускных отверстий 24 в ограничителе 8 обозначить  $S_1'$ , а площадь пропускного канала в рабочем цилиндре 2 -  $S_2'$ , таким образом должно быть соблюдено следующее соотношение:

$$S_1' \geq S_2'.$$

В отличие от прототипа данное соотношение не соблюдено.

Предлагаемый компрессор работает следующим образом:

В момент нагнетания рабочей среды к потребителю, уплотнительное кольцо 20 поджимается посредством демпфирующего элемента 19 к уступу 16 поршня 11, тем самым перекрывая просачивание рабочей среды в цилиндр 2.

Разница давлений ( $P_1$ ) рабочей среды воздействует на внешнюю (A+B) рабочую и внутреннюю (C+D) поверхности уплотнительного кольца 20.

Распорный (пружинящий) элемент 23 обеспечивает постоянную выборку зазоров между уплотнительным кольцом 20 и стенками цилиндра 2.

В момент сжатия рабочая среда воздействует с одинаковым усилием на всю поверхность кольца 20, при этом площадь внутренней поверхности кольца 20 выбирается из следующего условия

$$S_1 \geq S_2.$$

где  $S_1$  - суммарная площадь внутренней криволинейной поверхности кольца;

$S_2$  - площадь внешней рабочей криволинейной поверхности кольца.

При этом создается избыточное давление, равное разнице давлений, создаваемых рабочей средой на внешнюю рабочую и внутреннюю поверхности кольца 20, что предотвращает преждевременный износ кольца 20 (за счет уменьшения коэффициента трения), повышает КПД и снижает энергозатраты.

В момент сжатия запорный орган 9 поджимается к рельефным лабиринтам 25 ограничителя 8, тем самым через образовавшийся канал 26 обеспечивается полный проход рабочей среды через выпускные отверстия 24 в ограничителе 8 клапана 5, т.е. используется 100% площади сечения выпускных отверстий 24.

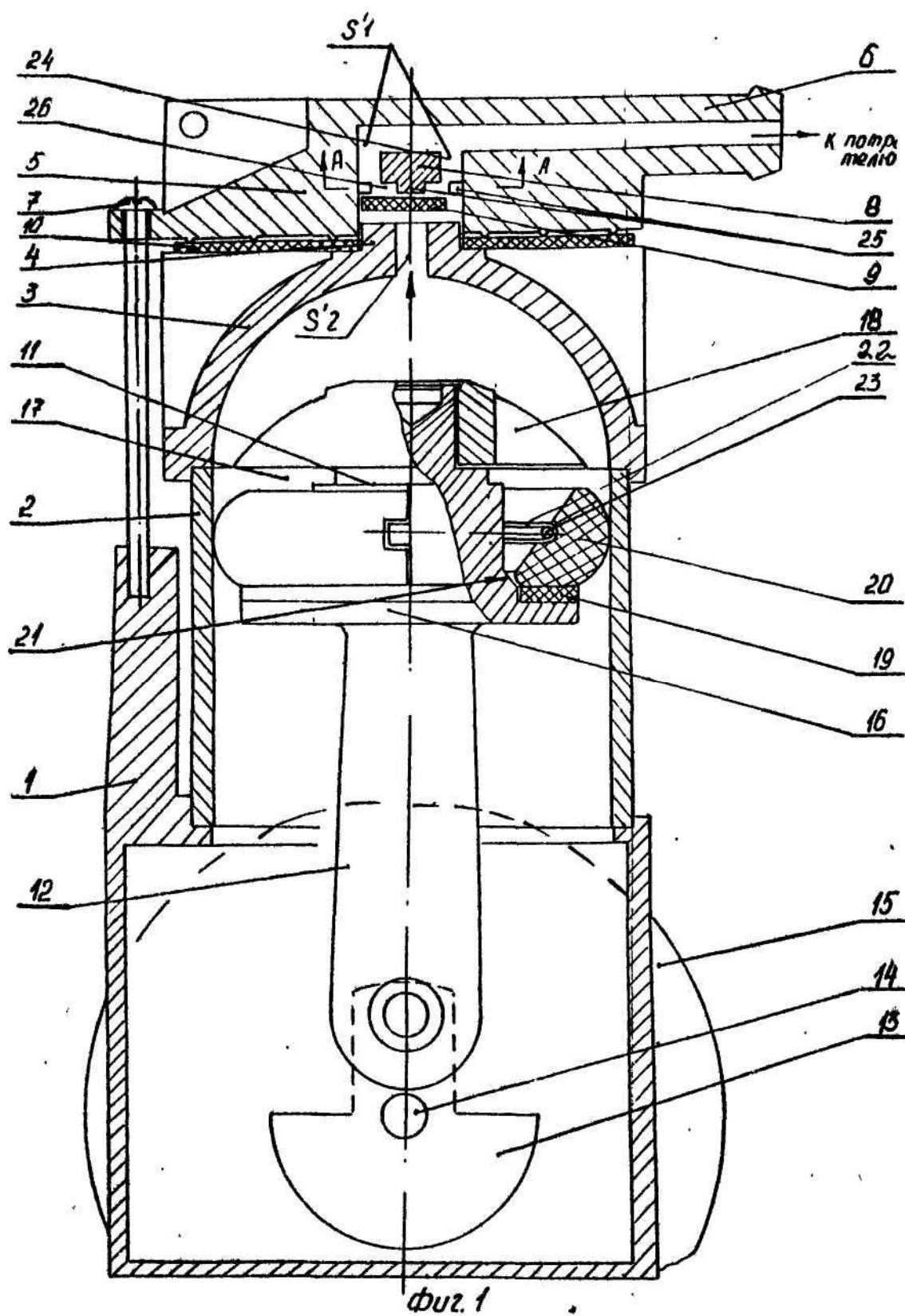
Предлагаемый компрессор позволяет:

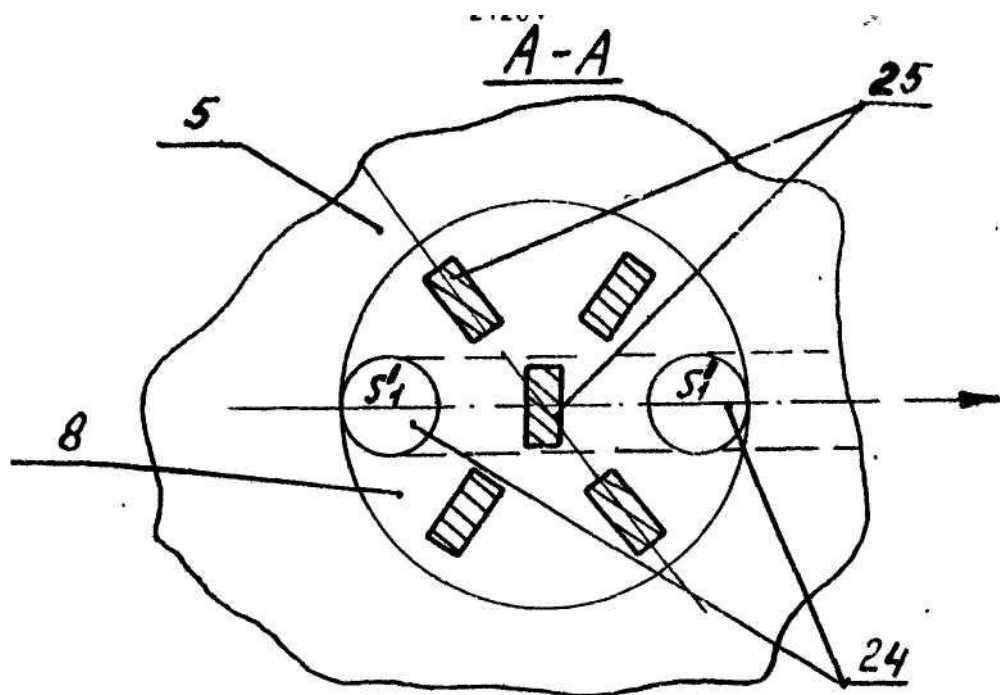
усовершенствовать конструкцию;

повысить КПД за счет снижения потерь;

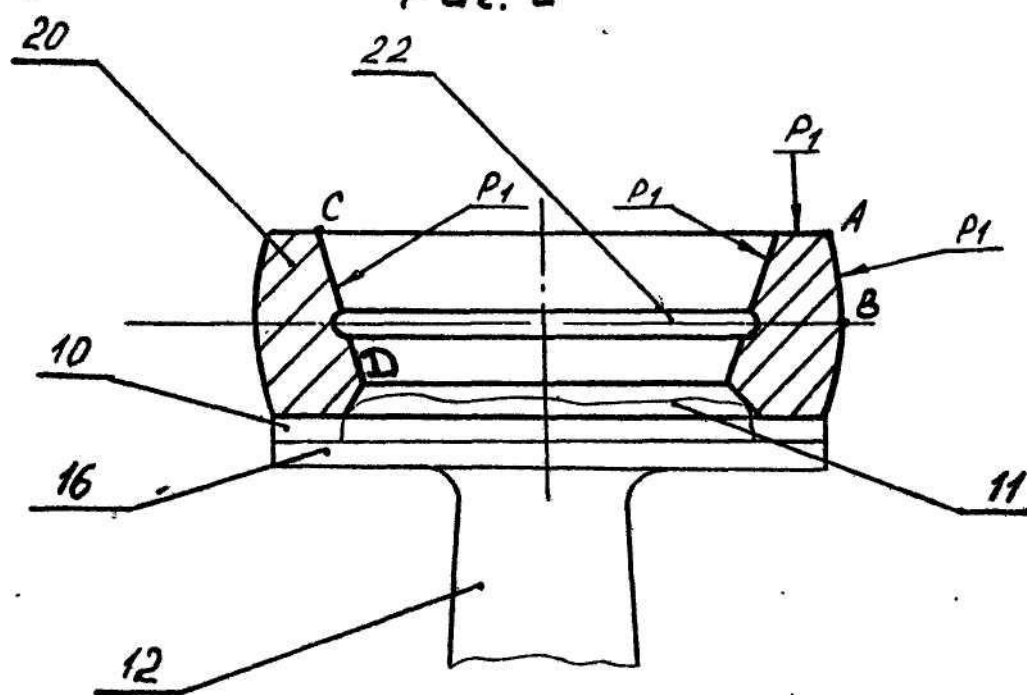
снизить энергозатраты за счет снятия распирающего давления с уплотнительного кольца и использования демпфирующего элемента;

снизить шум при работе компрессора за счет снижения скорости истечения рабочей среды.





Фиг. 2



Фиг. 3