

Изобретение относится к насосостроению, более конкретно к центробежным герметичным насосам с экранированными магнитными муфтами сцепления, которые могут быть использованы, например, в химическом производстве для перекачки агрессивных, взрывоопасных и криогенных жидкостей.

Известен центробежный насос, содержащий корпус с размещенной внутри экранированной магнитной муфтой сцепления, состоящей из ведущей и ведомой кольцевых полумуфт, при этом на наружной поверхности ведущей полумуфты по ее периметру выполнены пазы, образующие лопасти турбины, а для воздуха на последние в корпусе установлено соглу, которое может быть установлено по касательной к наружной поверхности ведущей полумуфты [1]. Однако, такая конструкция насоса не является герметичной и не может быть использована для перекачки агрессивных, взрывоопасных и криогенных жидкостей, поскольку допускает утечку перекачиваемой жидкости.

Известен также центробежный герметичный насос, содержащий корпус, размещенное в нем рабочее колесо и магнитную муфту с герметичной перегородкой, причем в щелевом зазоре между рабочим колесом и герметичной перегородкой установлено контактное уплотнение [2].

Недостатками такой конструкции является замкнутая схема охлаждения, которая при работе насоса на криогенных и легкокипящих рабочих жидкостях с наличием в них примесей масла не обеспечивает стабильной работы насоса на различных режимах. Это объясняется наличием паромасляной смеси, которая попадая в рабочее колесо вызывает кавитационный срыв режима работы, что приводит к резкому падению напора и производительности насоса. При этом из-за отсутствия перепада давления между нагнетанием и всасыванием в насосе прекращается проток жидкости по каналам смазки и охлаждения.

Известен герметичный центробежный насос, содержащий корпус, размещенный в нем на подшипниках вал с консольно закрепленным на одном его конце рабочим колесом и, охлаждающей подшипники, ведомой магнитной полумуфтой на противоположном конце вала, установленную на приводном валу электродвигателя ведущую магнитную полумуфту, герметичный разделительный стакан, зафиксированный в проточке корпуса с зазором относительно обеих полумуфт, и выполненные в корпусе подводящие каналы рабочей жидкости, соединяющие полость за рабочим колесом с карманами подшипников и всасывающей воронкой рабочего колеса через отверстия в ступице последнего [3].

При работе такого насоса на загрязненных средах, особенно с включением масла, а также при подаче легкокипящих и химически активных жидкостей их пары, смешиваясь с маслом, создают пену, которая попадая в каналы рабочего колеса приводит к снижению, производительности и исчезновению напора, приводит к кавитации. При этом перекачиваемая жидкость из полости за рабочим колесом из-за отсутствия напора не попадает на смазку в каналы подшипников, а находящаяся в них смазочная среда, она же перекачиваемая жидкость, начинает кипеть, условия охлаждения подшипников ухудшаются и последние выходят из строя.

Образующаяся при контакте масла с перекачиваемой жидкостью пена забивает смазочные и охлаждающие каналы подшипников. Особенно усложняются условия работы насоса при подаче криогенных жидкостей, когда из-за малых зазоров в подшипниках и между криогенным разделительным стаканом и сопрягающимися с ним поверхностями ведомой и ведущей магнитных полумуфт возможен нагрев индукционными токами криогенной жидкости и ее вскипание, что приводит к заклиниванию сопрягающихся поверхностей и их свариванию.

К недостаткам такой конструкции герметичного насоса относится также малая инерционность вала приводного электродвигателя и связанной с ним ведущей магнитной полумуфты, что может привести к проскальзыванию в момент пуска магнитных полумуфт относительно друг друга. Это проскальзывание не прекращается самостоятельно и момент схватывания резко уменьшается. Для обеспечения расчетного пускового момента необходимо значительное увеличение числа постоянных магнитов обеих полумуфт или увеличение инерционной системы: вал электродвигателя - ведущая магнитная полумуфта - ведомая магнитная полумуфта - ротор насоса.

В основу настоящего изобретения поставлена задача повышения надежности конструкции герметичного центробежного насоса.

Поставленная задача достигается тем, что в герметичном центробежном насосе, содержащем корпус, размещенный в нем на подшипниках вал с консольно закрепленным на одном его конце рабочим колесом и, охлаждающей подшипники, ведомой магнитной полумуфтой на противоположном конце вала, установленную на приводном валу электродвигателя ведущую магнитную полумуфту, герметичный разделительный стакан, зафиксированный в расточке корпуса с зазорами относительно обеих полумуфт, и выполненные в корпусе подводящие каналы рабочей жидкости, соединяющие последовательно полость за рабочим колесом с карманами подшипников и всасывающей воронкой рабочего колеса через отверстия в ступице последнего, согласно изобретению

- по крайней мере, два подводящих канала расположены в горизонтальной плоскости и через карманы подшипников соединены посредством отводящих каналов с дополнительным отводящим патрубком, связанным трубопроводом с питательной емкостью, что позволяет улучшить условия смазки и охлаждения подшипникового узла насоса, предотвратить образование паровой смеси и исключить появление кавитационного срыва работы насоса;

- по крайней мере, один подводящий канал рабочей жидкости выполнен в нижней части насоса и напрямую связан через кольцевую щель, образованную сопрягаемыми поверхностями герметичного разделительного стакана и ведомой магнитной полумуфты, с герметичной полостью, что позволяет улучшить теплоотвод из застойной зоны герметичной полости, расположенной в нижней части насоса и, тем самым, повысить стабильность работы насоса при обеспечении расчетных режимов по напору и производительности;

- выходные сечения подводящих каналов связаны с размещенной в корпусе кольцевой распределительной проточкой, что позволяет перераспределить поток охлаждающей рабочей жидкости по окружности на входе на входе в кольцевую щель и стабилизировать процесс охлаждения подшипникового узла;

- ведущая магнитная полумуфта установлена в направляющем кожухе, жестко связанным с корпусами насоса и приводного электродвигателя и образующим совместно с последними и наружной поверхностью ведущей магнитной полумуфты проточный канал для потока охлаждающего воздуха, что позволяет улучшить условия охлаждения подшипникового узла от тепла, выделяющегося при трении, и узла привода в виде двух сопрягающихся магнитных полумуфт от мелла, выделяющихся из-за индукционных токов при передаче энергий от приводного электродвигателя;

- подводящие каналы рабочей жидкости выполнены под углом к продольной от ведомой магнитной полумуфты, что позволяет улучшить условия подвода рабочей жидкости к поверхности трения в подшипниках и исключить появление локальных зон нагрева;

- размещенная в корпусе кольцевая распределительная проточка, снабжена радиально установленными отсекающими перегородками и направляющими лопатками, выполненными в зоне выходного сечения нижнего подводящего канала рабочей жидкости, что позволяет направить поток охлаждающей рабочей жидкости через кольцевую щель в герметичную полость и, тем самым, улучшить условия охлаждения подшипникового узла и устранить возможность образования паровой фракции;

- в зоне выходных сечений подводящих каналов установлены магнитные фильтры, что позволяет предотвратить попадания продуктов эрозионного износа и других металлических примесей в зону трения;

- наружная поверхность ведомой магнитной полумуфты снабжена гофрированной обечайкой с продольными проточными каналами, что позволяет улучшить массообмен между рабочей жидкостью, находящейся в данной части разделительного стакана, и вновь поступающей;

- по крайней мере одна из сопрягаемых поверхностей герметичного разделительного стакана, ведомой и ведущей полумуфт выполнена конической с основанием конуса, размещенным со стороны отводящего патрубка, что позволяет усилить подпор рабочей жидкости, поступающей в герметичную полость и, тем самым, увеличить скорость теплообмена и уноса выделяющегося в процессе работы насоса;

- дополнительный отводящий патрубок снабжен дросселем, например, в виде сменной шайбы с различным проходным сечением, что позволяет оптимизировать процесс охлаждения в ходе доводки насоса и выбрать минимально возможное проходное сечение сменной шайбы при допускаемых рабочих температурах подшипника;

- в дополнительном отводящем патрубке установлен регулирующий клапан, что позволяет вести корректировку температурного режима работы подшипника в процессе работы путем увеличения или уменьшения проходного сечения регулирующего клапана;

- на наружной поверхности ведущей магнитной полумуфты со стороны приводного электродвигателя выполнены вентиляционные лопатки, например осевого типа, что позволяет осуществить обдув магнитной полумуфты и подшипникового узла и, тем самым, предотвратить нагрев охлаждающей рабочей жидкости;

- ведущая магнитная полумуфта со стороны приводного электродвигателя снабжена стопорным фланцем, установленным с упором в обойму подшипника качения ведущей магнитной полумуфты, что позволяет предотвратить осевое смещение подшипника качения в процессе эксплуатации;

- стопорный фланец ведущей магнитной полумуфты выполнен со сменным маховичным элементом, что позволяет повысить инерционность системы и исключить проскальзывание магнитных полумуфт относительно друг друга в момент пуска насоса.

Между указанной совокупностью существенных признаков заявляемого изобретения и поставленной задачей изобретения вырисовывается четкая причинно-следственная связь, поскольку каждый из технических результатов, достигаемый от каждого в отдельности существенного признака направлен на повышение надежности работы насоса, а именно:

- улучшение смазки и охлаждения подшипникового узла насоса, вследствие устранения образования паровой смеси в каналах рабочих колес, позволяет исключить преждевременный выход подшипников из строя и, тем самым, повысить надежность работы насоса, особенно при работе в условиях химических производств, где неплановая остановка насоса и всей технологической линии может привести к непредвиденным последствиям;

- исключение появления кавитационного срыва работы насоса или просто проявления кавитационных явлений позволяет также стабилизировать работу подшипникового узла и надежность работы насоса в целом;

- улучшение теплоотвода из застойных зон в нижней части герметичной части, расположенной в нижней части насоса, также позволяет улучшить работу подшипникового узла и надежность работы насоса в целом;

- перераспределение потока охлаждающей жидкости по окружности на вход в кольцевую щель на входе подшипникового узла, позволяет стабилизировать процесс охлаждения последнего и, соответственно, исключить его преждевременный выход из строя и повысить в целом надежность работы насоса;

- улучшение условий охлаждения подшипникового узла от тепла, выделяющегося при трении вала в подшипниковом узле, и тепла, выделяющегося из-за индукционных токов при передаче энергии от приводного электродвигателя в сопрягающихся магнитных полумуфтах позволяет также повысить надежность работы насоса в целом;

- улучшение подвода охлаждающей (она же рабочая или перекачиваемая) жидкости к поверхностям трения в подшипниках позволяет исключить появление локальных зон нагрева в подшипниках, повысить надежность работы последних и насоса в целом;

- предотвращение попадания продуктов эрозионного износа и других металлических примесей в зону трения в подшипниках позволяет прежде всего исключить заклинивание ротора насоса в подшипниках или же предотвратить нагрев поверхностей трения, что приводит к повышению надежности работы подшипникового узла и насоса в целом;

- улучшение массообмена между рабочей жидкостью, находящейся в данной части разделительного стакана в подшипниковом узле, и вновь поступающей охлаждающей жидкостью, позволяет в целом улучшить охлаждение подшипникового узла, надежность его работы и надежность работы насоса в целом;

- оптимизация процесса охлаждения при допустимых рабочих температурах подшипника и корректировка его температурного режима позволяет повысить при прочих равных условиях несущую способность подшипника или, что наоборот, повысить надежность его работы и насоса в целом;

- предотвращение осевого смещения подшипника позволяет повысить надежность его работы и насоса в целом;

- повышение инерционности системы, включающей стопорный фланец ведущей полумуфты и сменные маховичные элементы, позволяет исключить проскальзывание магнитных полумуфт относительно друг друга в момент пуска насоса, и тем самым позволяет исключить появление ударных нагрузок на подшипники, повысить надежность работы последних и насоса в целом.

На фиг.1 изображен герметичный центробежный насос, продольный разрез;

фиг.2 - то же, вид с торца;

фиг.3 - сечение А-А на фиг.2;

фиг.4 - сечение Б-Б на фиг.2;

фиг.5 - сечение В-В на фиг.3;

фиг.6 - сечение Г-Г на фиг.3;

фиг.7 - сечение Д-Д на фиг.6;

фиг.8 - сечение Е-ЕГ на фиг.4;

фиг.9 - подшипниковый узел насоса с коническими ограничивающими поверхностями;

фиг.10 - то же (вариант исполнения);

фиг.11 - насос с дополнительным отводящим патрубком, снабженным дросселем;

фиг.12 - узел привода со сменным маховичным элементом;

фиг.13-узел привода с вентиляторными лопатками.

Герметичный центробежный насос содержит корпус 1 с отводящим патрубком 2, размещенный в нем на подшипниках 3 вал 4 с консольно закрепленным на одном его конце рабочим колесом 5 и, охватывающей подшипники 3, ведомой магнитной полумуфтой 6 на противоположном конце вала 4, установленную на приводном валу 7 электродвигателя ведущую магнитную полумуфту 8, герметичный разделительный стакан 9, зафиксированный в расточке 10 корпуса 1 с зазорами 11 относительно обеих полумуфт 6 и 8, и выполненные в корпусе 1 подводящие каналы 12 рабочей жидкости, соединяющие последовательно полость 13 за рабочим колесом 5 с карманами 14 подшипников 3 и всасывающей воронкой 15 рабочего колеса 5 через отверстие 16 в ступице последнего. По крайней мере, два подводящих канала 12 расположены в горизонтальной плоскости и через карманы 14 подшипников 3 соединены посредством отводящих каналов 17 с дополнительным отводящим патрубком 18, связанным трубопроводом с питательной емкостью (последние на чертежах не показаны), а, по крайней мере, один подводящий канал 12 рабочей жидкости выполнен в нижней части насоса и напрямую связан через кольцевую щель 19, образованную сопрягаемыми поверхностями герметичного разделительного стакана 9 и ведомой магнитной полумуфты 6, с герметичной полостью 20, в которой расположена полумуфта 6. При этом ведущая магнитная полумуфта 8 установлена в направляющем кожухе 21, жестко связанная с корпусами насоса и приводного электродвигателя и образующая совместно с последними и наружной поверхностью ведущей магнитной полумуфты 8 проточный канал 22 для потока охлаждающего воздуха.

Подводящие каналы 12 рабочей жидкости могут быть выполнены под углом к продольной оси 23 ведомой магнитной полумуфты 6.

Выходные сечения подводящих каналов 12 могут быть связаны с размещенной в корпусе 1 кольцевой распределительной проточкой 24, снабженной радиально установленными отсекающими перегородками 25 и направляющими лопатками 26, выполненными в зоне выходного сечения нижнего подводящего канала 12 рабочей жидкости. При этом в зоне выходных сечений подводящих каналов 12 могут быть установлены магнитные фильтры 27.

Наружная поверхность ведомой магнитной полумуфты 6 может быть снабжена гофрированной обечайкой 28 с продольными проточными каналами 29.

По крайней мере, одна из сопрягающих поверхностей герметичного разделительного стакана 9, ведомой 6 и ведущей магнитных полумуфт 8 может быть выполнена конической с основанием конуса, размещенным со стороны отводящего патрубка 2.

Дополнительный отводящий патрубок 18 может быть снабжен дросселем 30, например, в виде сменной шайбы с различным проходным сечением. Кроме того, в дополнительном отводящем патрубке 18 может быть установлен регулирующий клапан 31.

Ведущая магнитная полумуфта 8 со стороны приводного электродвигателя может быть снабжена стопорным фланцем 32, установленным с упором в обойму 33 подшипника качения 34 ведущей магнитной полумуфты 9. При этом стопорный фланец 32 может быть выполнен со сменным маховичным элементом 35.

На наружной поверхности ведущей магнитной полумуфты 9 со стороны приводного электродвигателя могут быть выполнены вентиляторные лопатки 36, например, осевого типа.

Герметичный центробежный насос работает следующим образом.

Перекачиваемая жидкость через всасывающую воронку 15 попадает в проточные каналы рабочего колеса 5, где приобретает кинетическую энергию от вращающегося рабочего колеса 5, которая преобразуется в энергию напора, и затем направляется через отводящий патрубок 2 потребителю. Часть потока рабочей жидкости при этом попадает в полость 13 за рабочим колесом 5, а затем по подводящим каналам 12 подается в карманы 14 подшипников 3, разделяется на два потока, охлаждает их и смазывает контактирующие с валом 4 рабочие поверхности. Один из смазывающих потоков рабочей жидкости, направленный в сторону рабочего колеса 5 через отверстия 16 в ступице рабочего колеса 5 постулат в всасывающую воронку 15, где смешивается с основным потоком перекачиваемой жидкости. Второй поток смазывающей рабочей жидкости после смазки и охлаждения контактирующих с валом 4 поверхностей подшипника 3 поступает частично в зазор 11 между наружной поверхностью ведомой магнитной полумуфты 6

и внутренней поверхностью разделительного стакана 9 в герметичную полость 20, а затем смешивается с остальной частью потока, которая напрямую попадает в дополнительный отводящий патрубок 18, связанный, в свою очередь, трубопроводом с питательной емкостью. При этом, часть потока охлаждающей жидкости из полости 13 за рабочим колесом 5 напрямую через подводящий канал 12, выполненный в нижней части насоса, подается через кольцевую щель 19, образованную сопрягаемыми поверхностями герметичного разделительного стакана 9 и ведомой магнитной полумуфты, непосредственно в герметичную полость 20, а из нее в дополнительный отводящий патрубок 18.

Такое конструктивное выполнение системы смазки и охлаждения подшипникового узла насоса позволяет повысить надежность работы, как непосредственно подшипникового узла, так и всего насоса в целом.

Выполнение подводящих каналов 12 рабочей жидкости под углом к продольной оси 23 ведомой магнитной полумуфты 6 позволяет улучшить условия подвода рабочей жидкости к поверхности трения в подшипниках 3, а также в зазор 11 между ведомой магнитной полумуфтой 6 и герметичного разделительного стакана 9, который тоже является местом выделения тепла из-за индукционных токов при передаче энергии приводного электродвигателя посредством обеих магнитных полумуфт 6 и 8.

Установка в кольцевой распределительной проточке 24 радиальных отсекающих перегородок 25 и направляющих лопаток 26 в зоне выходного сечения нижнего подводящего канала 12, позволяет направить поток охлаждающей рабочей жидкости через кольцевую щель 19 в герметичную полость 20 и, тем самым, улучшить условия охлаждения подшипникового узла и устранить возможность образования паровой фракции, а установка в выходных сечениях подводящих каналов 12 магнитных фильтров 27 позволяет предотвратить попадание продуктов эрозионного износа в подшипниковый узел 3.

Аналогичную задачу решает и установка на наружной поверхности ведомой магнитной полумуфты гофрированной обечайки 27 с продольными проточными каналами 28, что позволяет улучшить массообмен между рабочей жидкостью, находящейся в донной части разделительного стакана 9, и вновь поступающей.

Выполнение, по крайней мере, одной из сопрягающих поверхностей герметичного разделительного стакана 9, ведомой 6 и ведущей 8 полумуфт кривической с основанием конуса, размещенным со стороны отводящего патрубка 2, позволяет усилить подпор рабочей жидкости поступающей в герметичную полость 20 и, тем самым, усилить скорость теплообмена и уноса выделяющего в процессе работы тепла.

Установка в дополнительном отводящем патрубке 18 дросселя 30, например, в виде сменной шайбы с различным проходным сечением позволяет оптимизировать процесс охлаждения в ходе доводки насоса, выбрав минимально возможно проходное сечение сменной шайбы при допускаемых рабочих температурах подшипника 3.

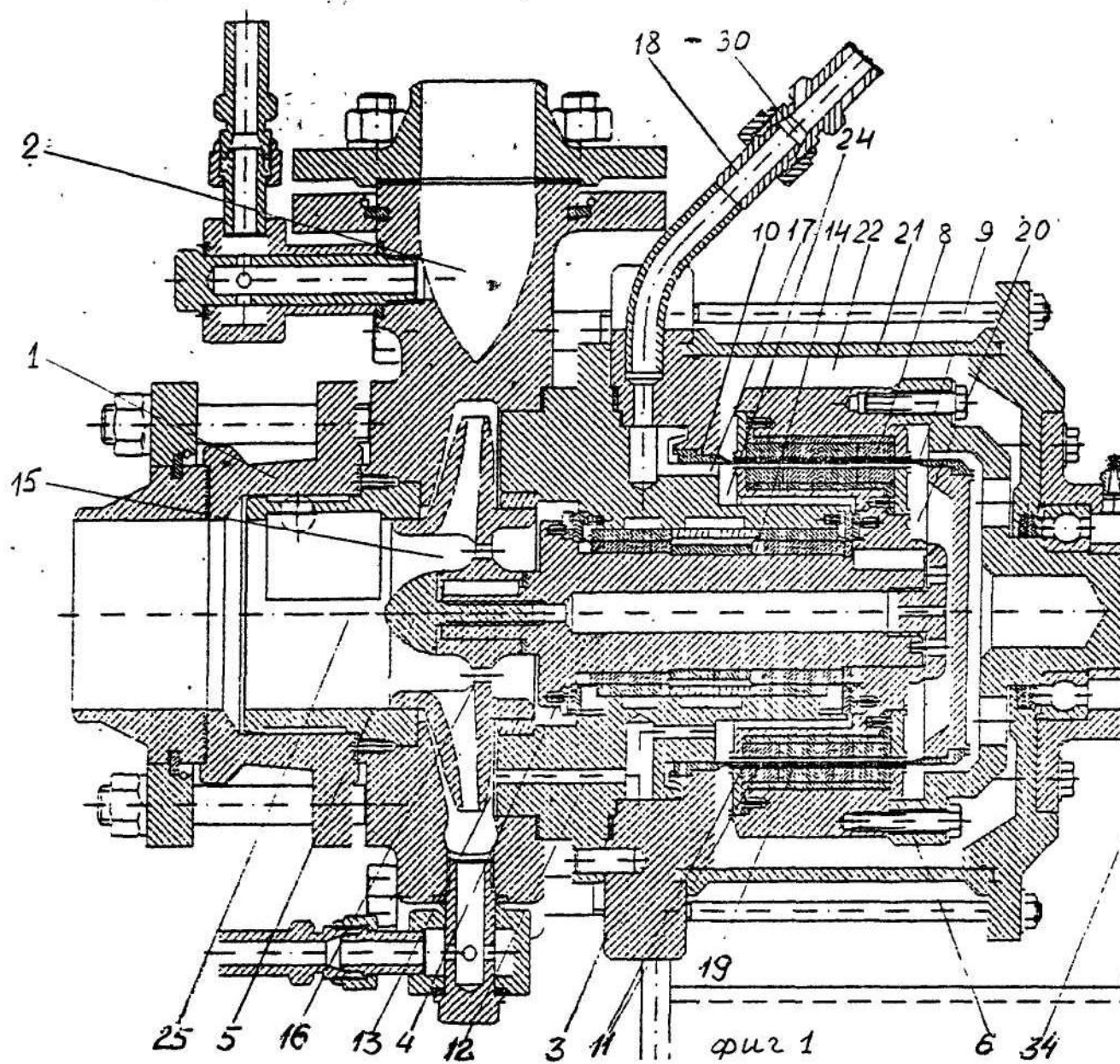
На рабочих режимах в процессе эксплуатации возможна корректировка температурного режима работы подшипника 3 при помощи регулирующего вентиля 31. Так, при увеличении нагрузки на подшипник 3 увеличивается выделение тепла, а увеличение передаваемого крутящего момента приводит к увеличению тепловыделения в магнитной муфте, из-за индукционных потоков, при этом необходимо увеличить поток рабочей жидкости, поступающей на охлаждение, путем увеличения проходного сечения регулирующего вентиля 31. При нормальном или пониженном температурном режиме подшипника 3, проходное сечение регулирующего вентиля 31 можно уменьшать.

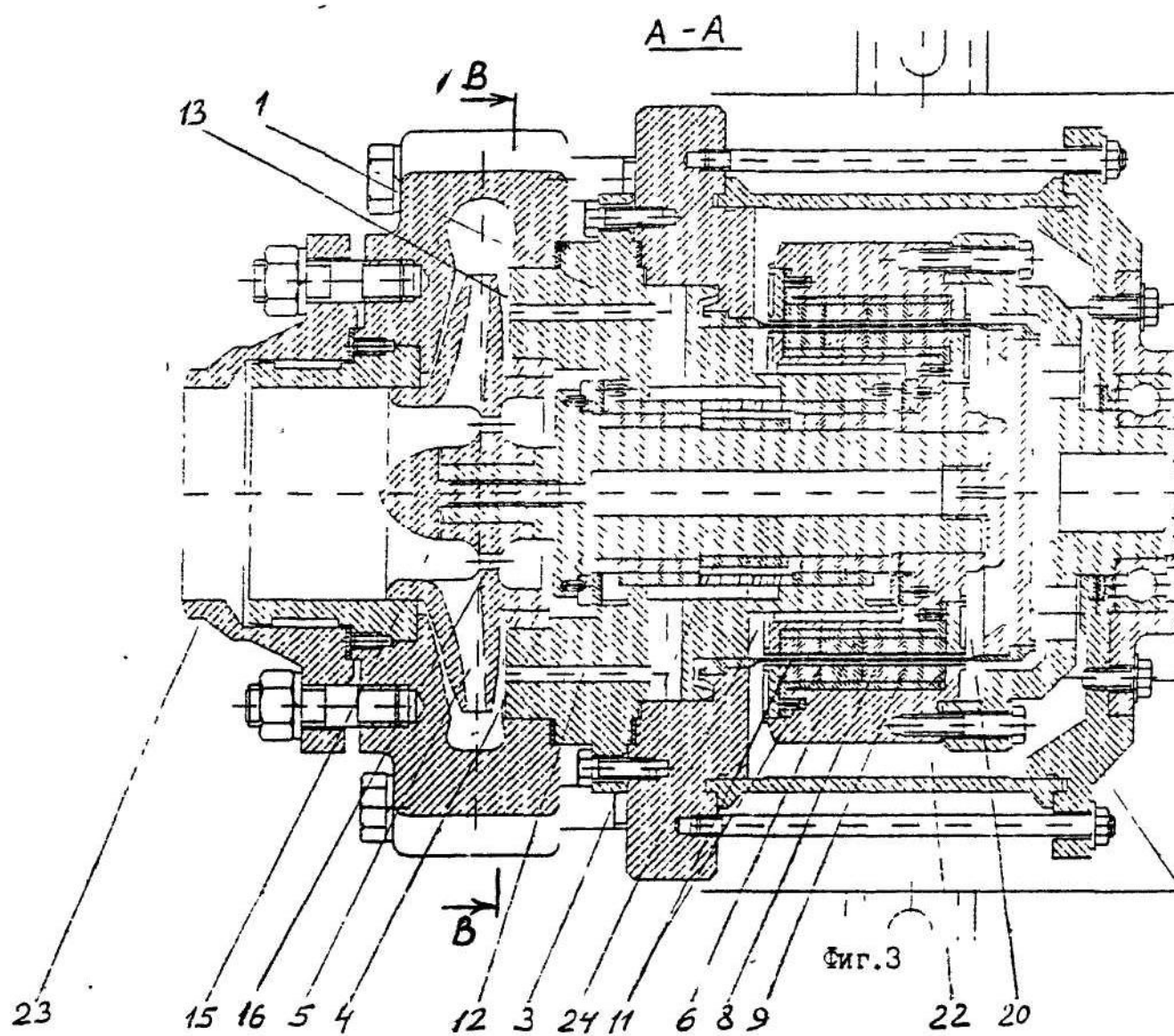
Повышению надежности работы насоса способствует также выполнение ведущей полумуфты 8 со стороны приводного электродвигателя со стопорным фланцем 32, установленным с упором в обойму 33 подшипника качения 34 ведущей магнитной полумуфты, что позволяет предотвратить осевое смещение подшипника качения 34 в процессе работы. При этом стопорный фланец 32 может быть выполнен со сменным маховичным элементом 35, например, в виде жесткой металлической втулки и гибкой пружинной ленты, что позволяет повысить инерционность системы и исключить проскальзывание магнитных полумуфт 6 и 8 в момент пуска насоса.

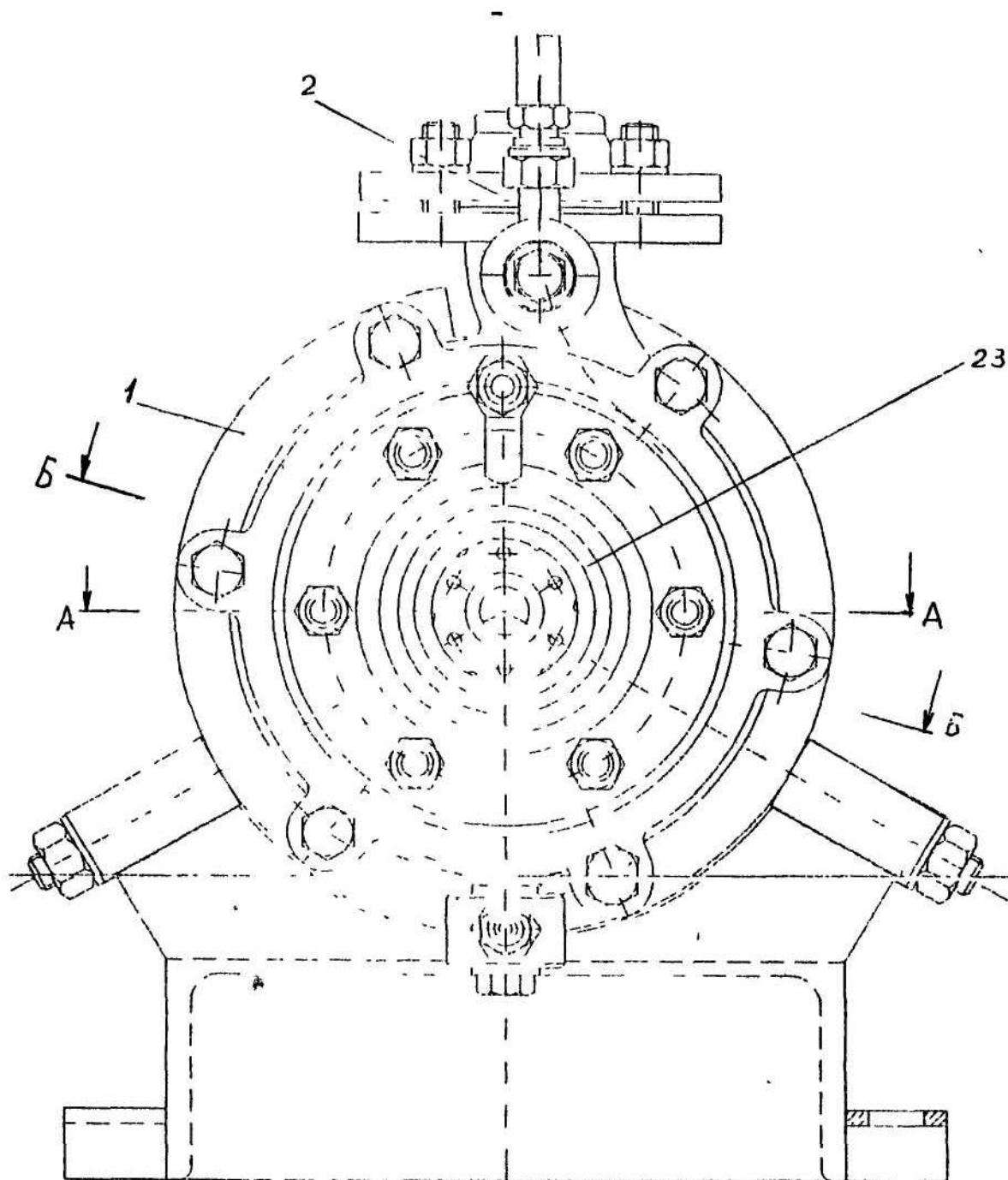
Кроме того, на наружной поверхности ведущей магнитной полумуфты 8 со стороны приводного электродвигателя могут быть установлены вентиляторные лопатки 36, например осевого типа, осуществляющие обдув магнитной полумуфты, и особенно, подшипникового узла 3, и, тем самым, предотвратив нагрев охлаждающей рабочей жидкости.

Проведенные на Конотопском мясокомбинате (Сумская обл.) испытания электронасосного агрегата ЦГ 25/32-Е-АБ-7.5У2 заявляемой конструкции показали высокую надежность и работоспособность системы смазки и охлаждения, подшипникового узла, магнитной муфты и агрегата в целом. По сравнению с ранее применявшимся насосным агрегатом ЦГ 50/50-Н-АБ-У2, предложенная конструкция позволяет использовать менее дефицитные шарикоподшипники и обеспечивает работу насоса без применения жидкой смазки, что, в свою очередь, обеспечивает простоту эксплуатации и повышает надежность работы насоса в целом.

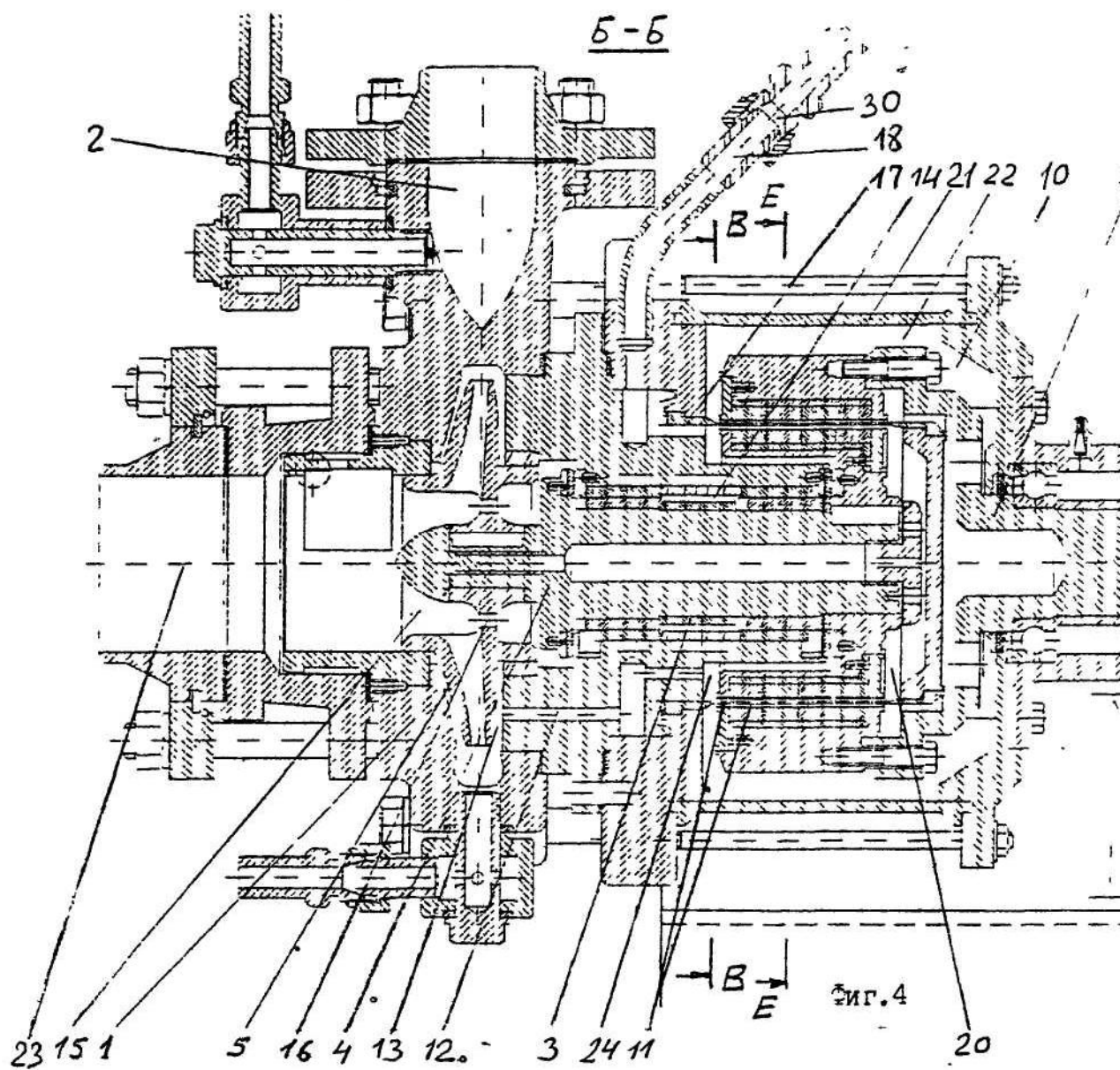
Конструкция насоса позволяет его разборку в процессе эксплуатации, как со стороны входа, так и со стороны приводной муфты, имеет высокую ремонтпригодность и обеспечивает взаимозаменяемость основных конструктивных частей.

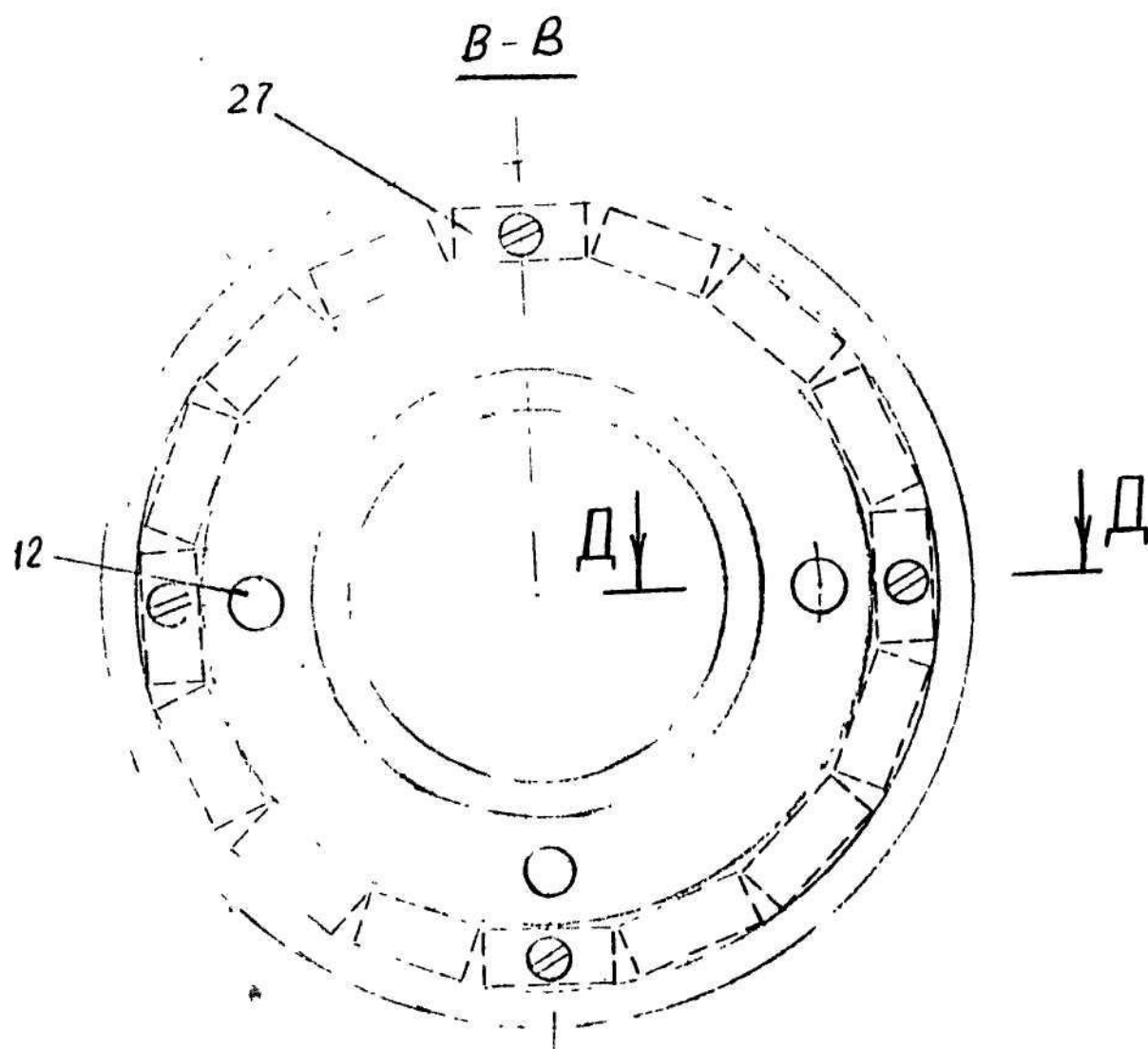




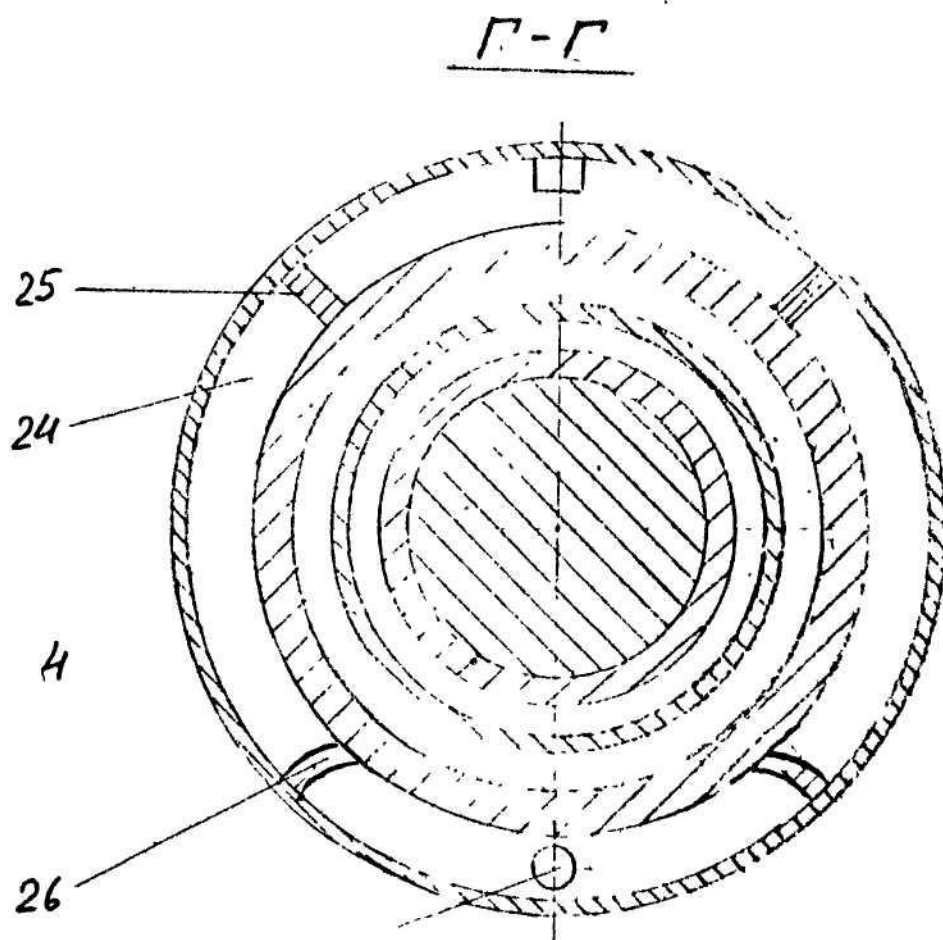


Фиг. 2

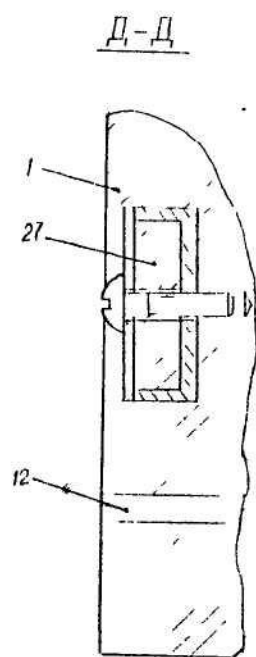




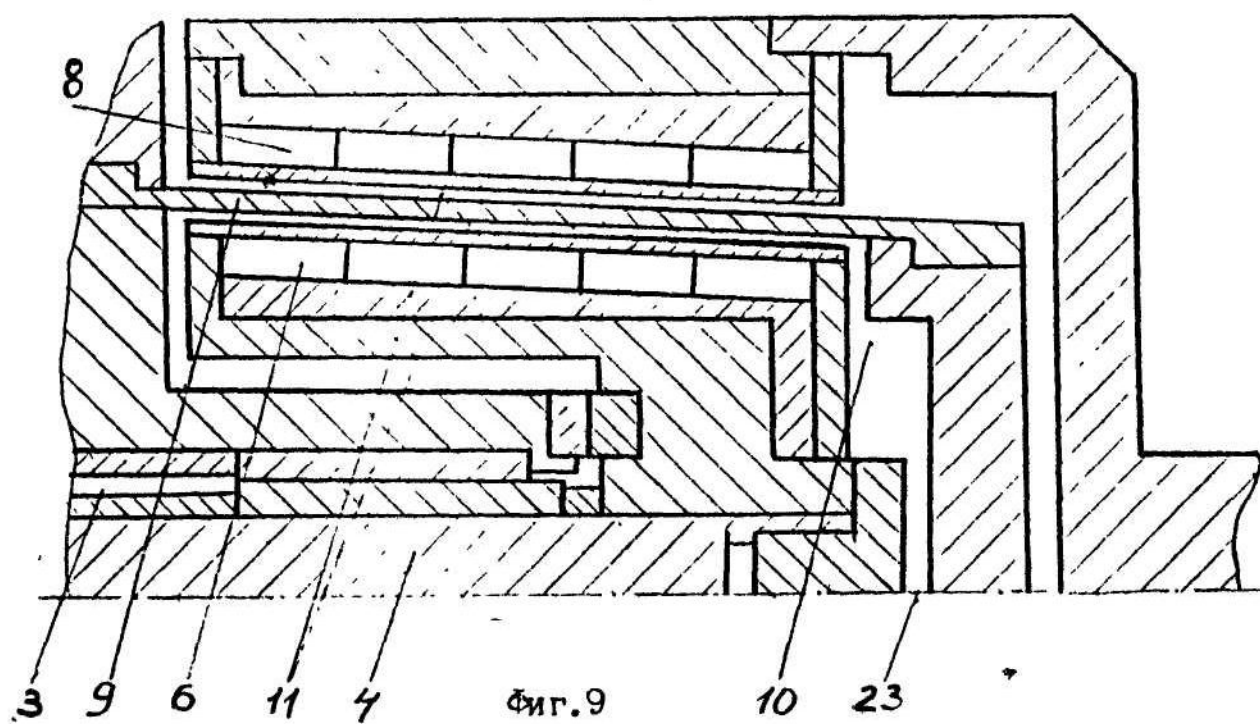
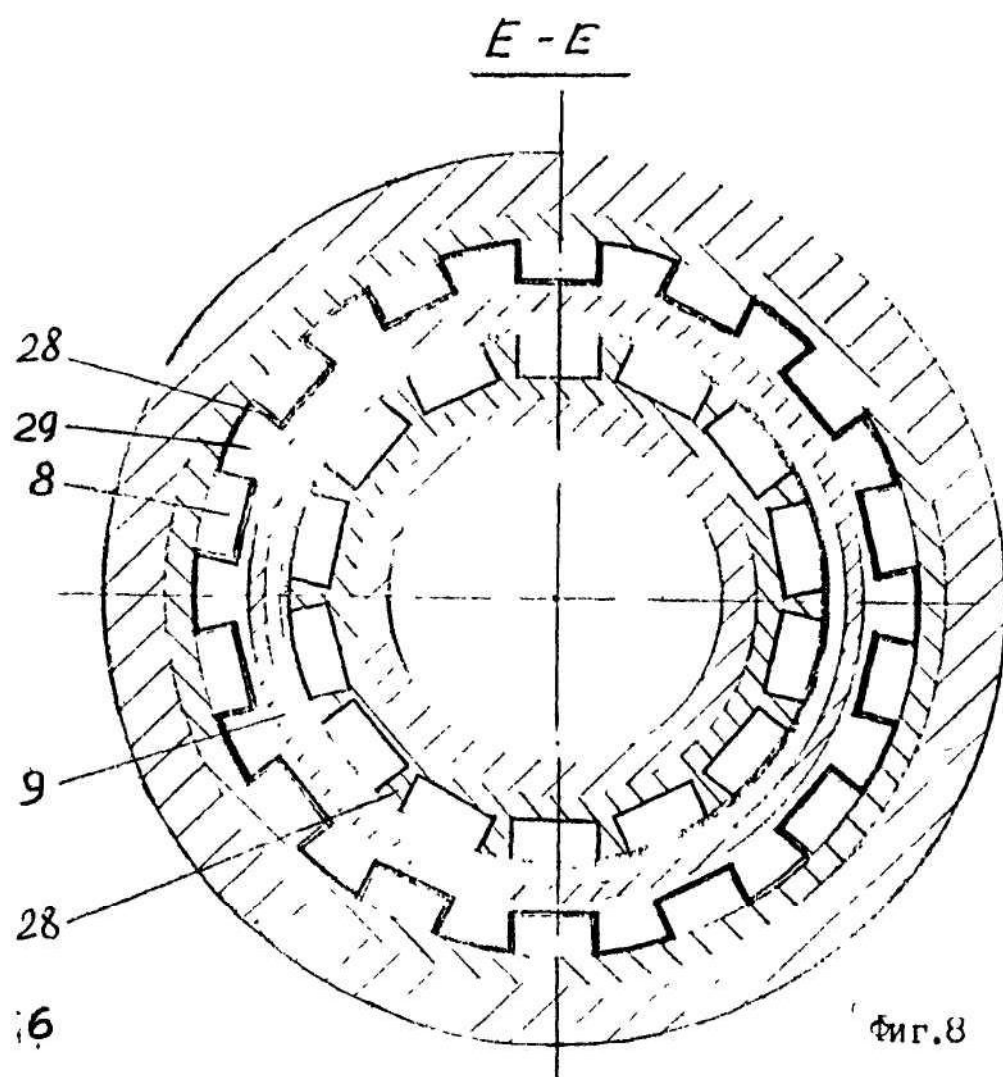
Фиг. 5

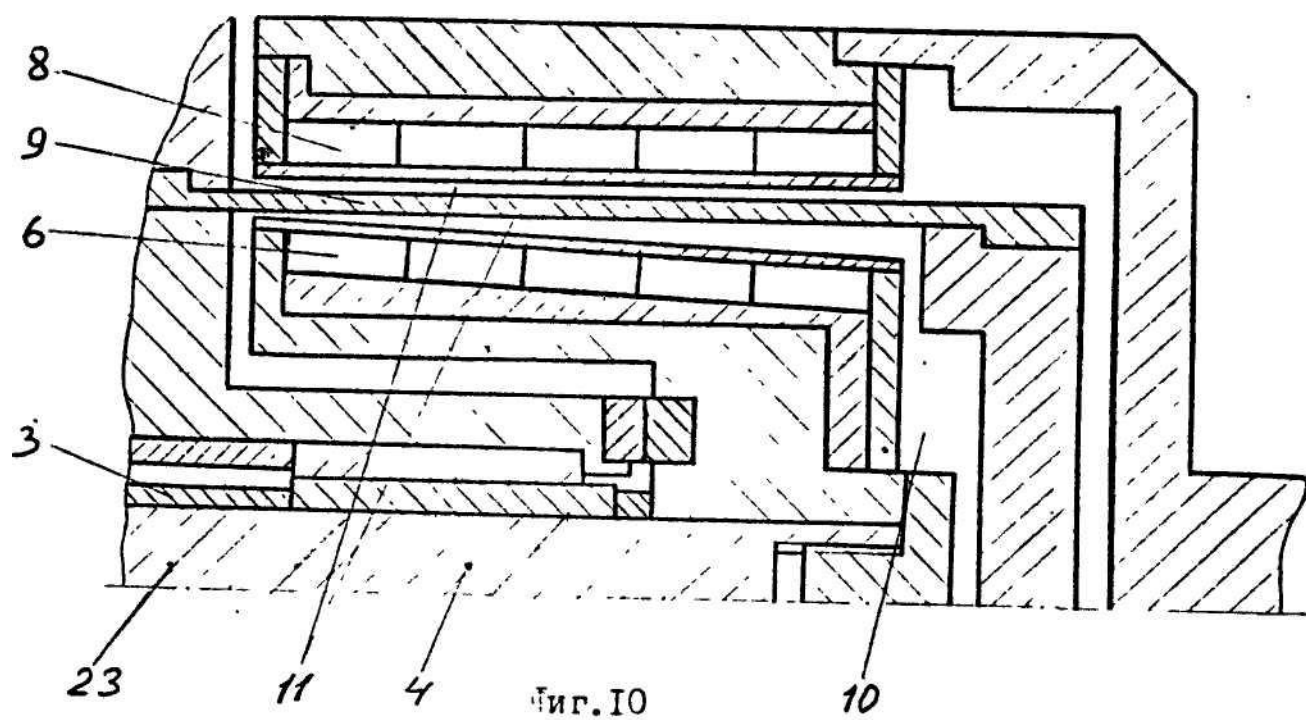


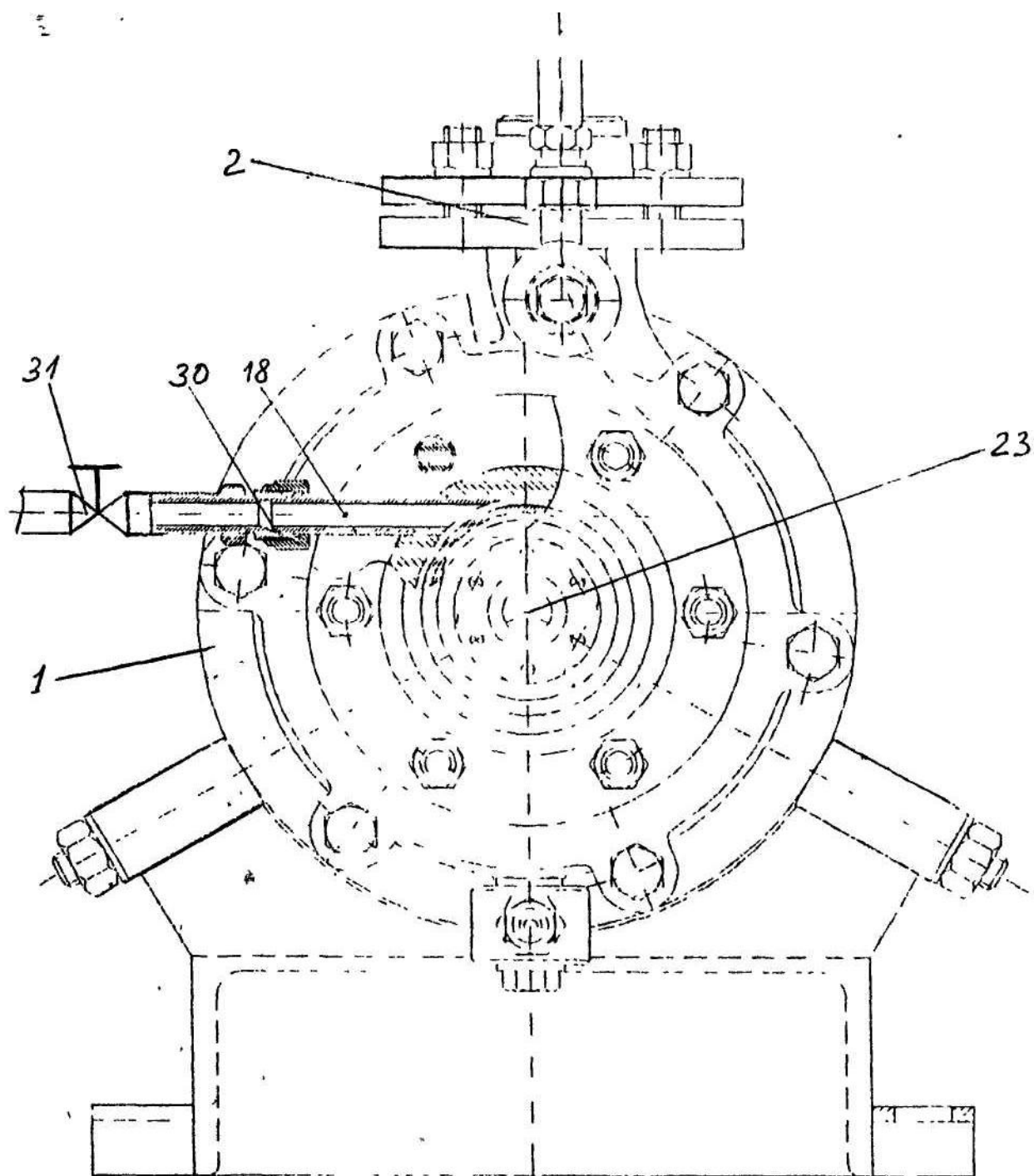
12      Фиг. 6



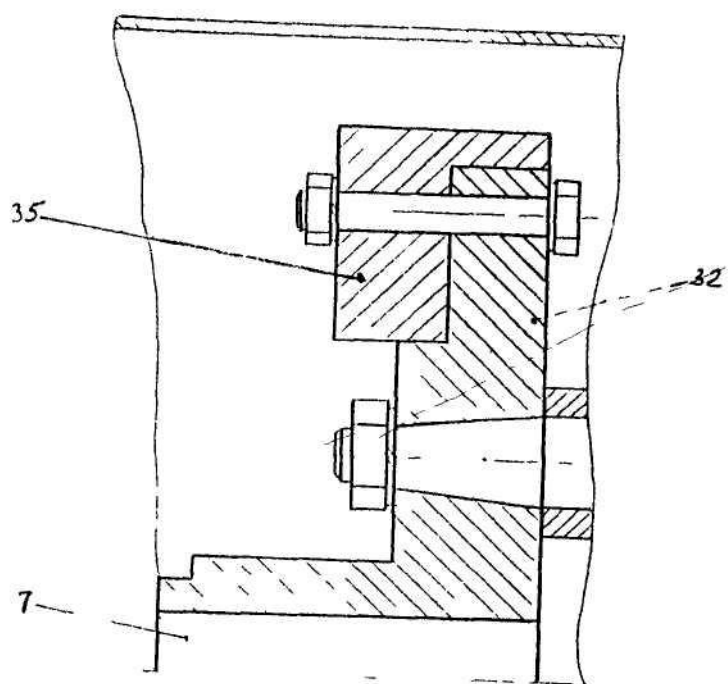
Фиг. 7



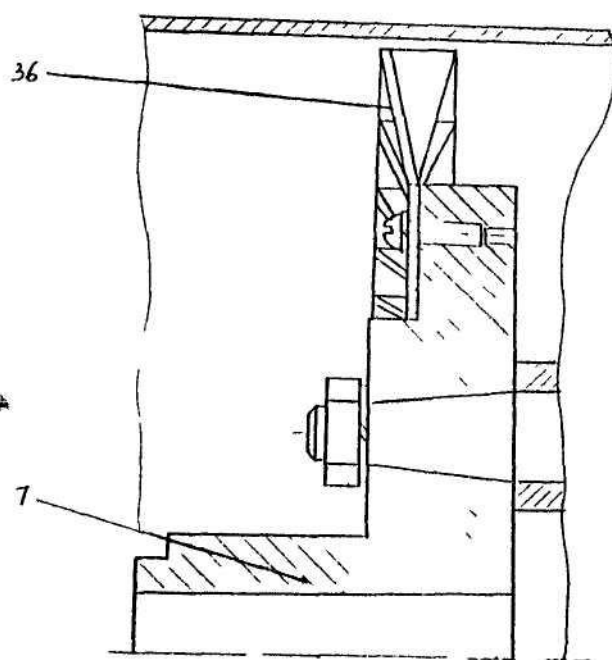




Фиг. II



Ф42.12



Ф42.13