

Изобретение относится к области машиностроения, в частности, к уплотнению плунжеров насосов высокого и сверхвысокого давления (свыше 600 атмосфер) и может быть использовано в различных типах насосов.

Известно уплотнение плунжера насоса высокого и сверхвысокого давлений фирмы "Hammelmann" [1], которое выполнено в виде гидравлического блока (далее гидроблок), выбранное в качестве прототипа. Это устройство состоит из корпуса с осевым каналом, в котором установлен плунжер. В этом блоке использовано бесконтактное уплотнение плунжера, представляющее собой кольцевой канал с зазором малой высоты, образованный цилиндрическими соосными поверхностями плунжера и отверстия корпуса. Осевой канал гидроблока соединен с возможностью протечки жидкости с дренажным отверстием, выполненным в корпусе насоса, а также соединен с нагнетательным и всасывающим трактами насоса. Бесконтактные уплотнения, как правило, используют перед основным уплотнением вала для защиты основного уплотнения от абразивного износа. Гидравлические машины высоких и сверхвысоких давлений без традиционных контактных уплотнений работать не могут. По этому для нормальной работы устройства во вкладыше литого корпуса насоса устанавливают уплотнительное кольцо, выполняющее роль контактного уплотнения, а дренаж жидкости из бесконтактного уплотнения осуществляют через простановочное кольцо, связанное с дренажным отверстием, выполненным в корпусе насоса [2]. Известные насосы могут обеспечить рабочее давление до 2500 кг/см² при наработке до 1000 часов. Время наработки при этом определяется падением рабочего давления вследствие износа пары плунжер-отверстие корпуса, а также износоустойчивостью уплотнительного кольца. Как только давление на уплотнительное кольцо превысит возможности последнего, насос выходит из строя. Для смены контактного уплотнения необходимо разбирать корпус насоса. Демонтаж насосов фирмы "Hammelmann" настолько сложен, что "Атом-энергоремонт" (г.Москва) для замены контактного уплотнения вынужден отсылать установки с насосом, которые он эксплуатирует, в ФРГ.

Задачей настоящего изобретения является усовершенствование уплотнения плунжера насоса высокого и сверхвысокого давлений путем изменения конструкции корпуса гидроблока и введения дополнительных элементов, которые обеспечат автоматическое поддержание рабочего давления при износе пары плунжер-отверстие корпуса, что в результате позволит увеличить время наработки плунжеров насосов высокого давления не менее 3000 часов, а сверхвысокого до 2000 часов, т.е. срок службы его уплотнения. Кроме того, предлагаемое изобретение позволит упростить ремонт насоса.

Поставленная задача решается тем, что в уплотнении плунжера насоса высокого и сверхвысокого давлений, выполненного в виде гидравлического блока и содержащего корпус с осевым каналом и установленным в нем плунжером согласно изобретению, осевой канал выполнен ступенчатым, причем диаметр одной ступени соответствует диаметру d плунжера, и длина L ее определяется из соотношения $L/d > 4$, а диаметр другой ступени соответствует наружным диаметрам установленных в нем последовательно и охватывающих плунжер втулки с наружной кольцевой проточкой и радиальным сквозным отверстием, контактного уплотнения, подшипника скольжения и поджимной втулки, при этом, уплотнение имеет напорную емкость с патрубками, входной из которых соединен с радиальным сквозным отверстием втулки посредством дренажного отверстия, выполненного в корпусе гидроблока, а выходной имеет дроссель для подсоединения к всасывающему тракту насоса. Кроме того, в качестве контактного уплотнения использовано многорядное шевронное уплотнение. Также напорная емкость имеет $(n+1)$ входных патрубков, где n - количество входных патрубков, соответствующее числу плунжеров насоса, при одном выходном патрубке для подсоединения к всасывающему тракту насоса.

Благодаря наличию напорной емкости с дросселем возможно автоматическое поддержание рабочего давления на выходе гидроблока, т.е. в нагнетательном тракте насоса, независимо от степени износа пары плунжер-отверстие корпуса, а применение в этом же корпусе многорядного шевронного уплотнения (наиболее стойкого из известных, воспринимающее до 630 кг/см²) позволит увеличить гарантированную наработку плунжеров насоса высокого давления более 3000 часов, сверхвысокого до 2000 часов. Кроме того, по сравнению с известным устройством существенно облегчается монтаж и демонтаж для ремонта оборудования, т.к. он сводится к замене одного гидроблока другим и может быть осуществлен в полевых условиях.

Изобретение поясняется чертежом, где на фиг.1 показано уплотнение плунжера установленного в корпусе насоса, в разрезе; на фиг.2 - схематическое изображение напорной емкости в случае использования уплотнения в трехплунжерном насосе.

Уплотнение плунжера насоса высокого и сверхвысокого давления представляет собой отдельно изготавливаемый гидроблок, который содержит корпус 1 с осевым (щелевым) каналом 2, выполненным в корпусе гидроблока. Диаметр первой ступени 3 (т.е. диаметр рабочей камеры) равен диаметру плунжера 4, который установлен в корпусе гидроблока 2 с возможностью возвратно-поступательного перемещения. Длину L ступени 3 определяют, исходя из соотношения $L/d > 4$, где d - диаметр плунжера для данного конкретного исполнения насоса. Оно связано с расчетом по известной формуле: $\Delta P = 12 \cdot Q_{др} \cdot \mu \cdot L / \pi \cdot d \cdot S^3$ кг/см², [3]

где ΔP - потеря давления в кольцевой щели;

$Q_{др}$ - величина утечки жидкости, см³/сек;

L - длина ступени 3 в см, которая из конструктивных соображений для взаимозаменяемых гидроблоков для конкретного насоса принимается рапной - const;

d - диаметр плунжера, в см²;

μ - динамическая вязкость жидкости;

S - размер щели, в см.

Например, для $d = 16$ мм, при $L = 185$ мм и с посадкой плунжерной пары dH7/g6, согласно расчета по указанной формуле соответствует $\Delta P = P_{раб} = 2000$ кг/см². При утечке через щель бесконтактного уплотнения с $Q = 25$ см³/сек, при диаметре плунжера $d = 16$ мм, и посадке плунжерной пары H7/g6, согласно расчета по указанной формуле $\Delta P = P_{раб} = 2000$ кг/см².

Таким образом гидроблок с $d = 16$ мм, с рабочим ходом плунжера равным 95 мм $L = 185$ мм с $Q_{раб} = 8$

л/мин способен создавать давление $P_{\text{раб}} = 2000 \text{ кг/см}^2$, при котором контактное уплотнение воспринимает на себя нулевое давление. В данном случае $L/d = 185/16 = 11.5$; что больше 4.

Соответственно для диаметра плунжерной пары $d = 30 \text{ мм}$ $L/d = 185/30 = 6.17$, что также больше 4.

Этим определяется к-во взаимозаменяемых типоразмеров гидроблоков для данного насоса, способного обеспечивать его работу на высоком и сверхвысоком давлениях. Причем каждому давлению соответствует свой расход жидкости для известной мощности электродвигателя, определяемой по широкоизвестной формуле $N_{(\text{эл.двиг.})} = P \cdot Q / 612 \cdot \eta_{\text{насоса}}$ кВт [4].

Диаметр второй ступени 5 соответствует наружному диаметру втулки 6, которая имеет на наружной поверхности кольцевую проточку 7 и одно сквозное радиальное отверстие 8 для дренажа рабочей жидкости. После втулки 6 последовательно установлены: многорядное шевронное уплотнение 9, способное выдерживать давление до 630 кг/см^2 , подшипник скольжения 10 и поджимной резьбовой втулки 11, который прижимает указанные элементы к торцу ступени 5. Конец плунжера 4 связан с крейцкопфом насоса (не показан), а рабочая камера 3 соединена через соответствующие клапаны (не показаны) со всасывающим 12 и нагнетательным 13 трактами насоса. Устройство также снабжено напорной емкостью 14, которая имеет патрубки, и заполнена рабочей жидкостью. Входной патрубок 15 связан с отверстием втулки 6 посредством радиального отверстия 16, выполненного в корпусе 1 гидроблока, и проточки 7. Количество входных патрубков зависит от числа n плунжеров насоса, для которого предназначен данный гидроблок.

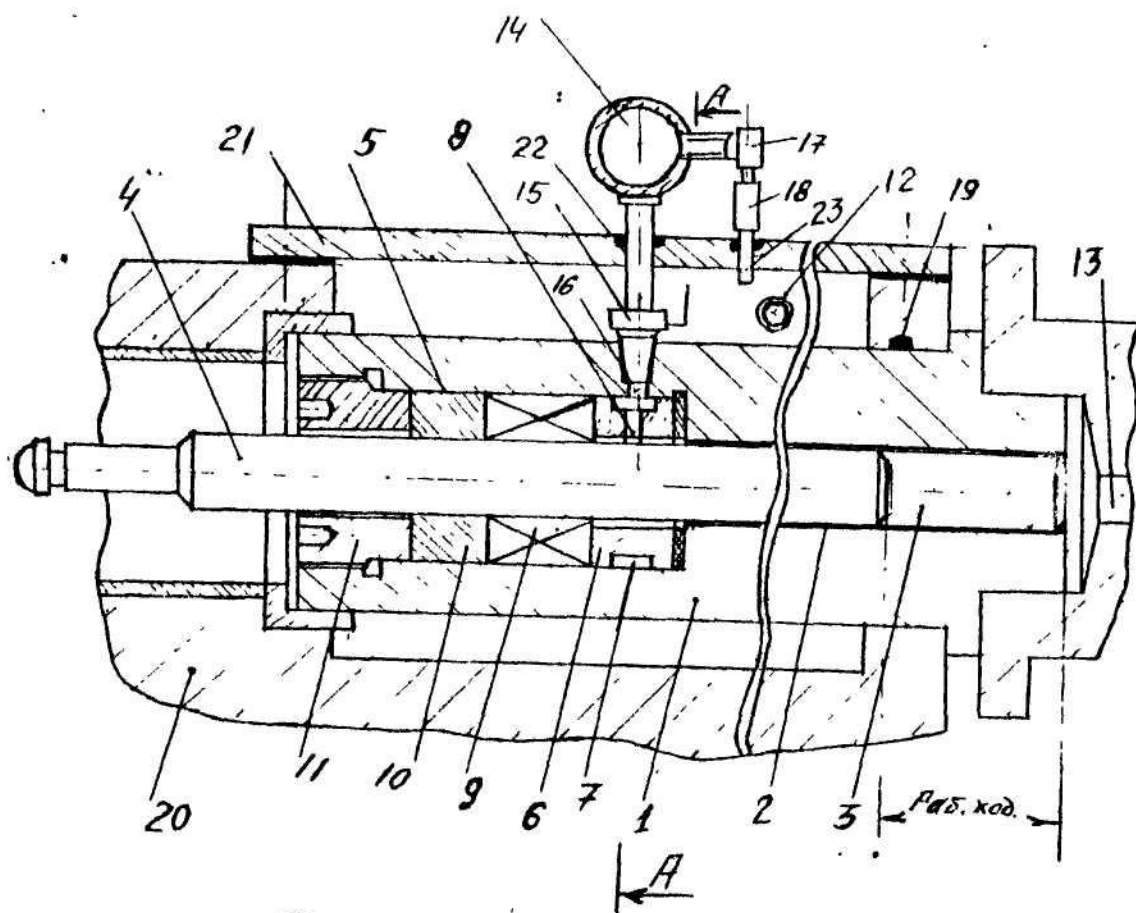
Выходной патрубок 17 имеет дроссель 18 и подсоединен к всасывающему 12 тракту насоса. При любых вариантах исполнения насоса он всегда один.

Как ясно из вышесказанного уплотнение плунжера насоса имеет вид самостоятельного гидроблока, который легко монтируется в посадочные места 19 корпуса 20 насоса. Для установки напорной емкости 14 над крышкой 21 выполнены отверстия 22 по числу плунжеров, (смотри фиг.2) для входных патрубков 15, а также отверстие 23 выходного канала дросселя 18.

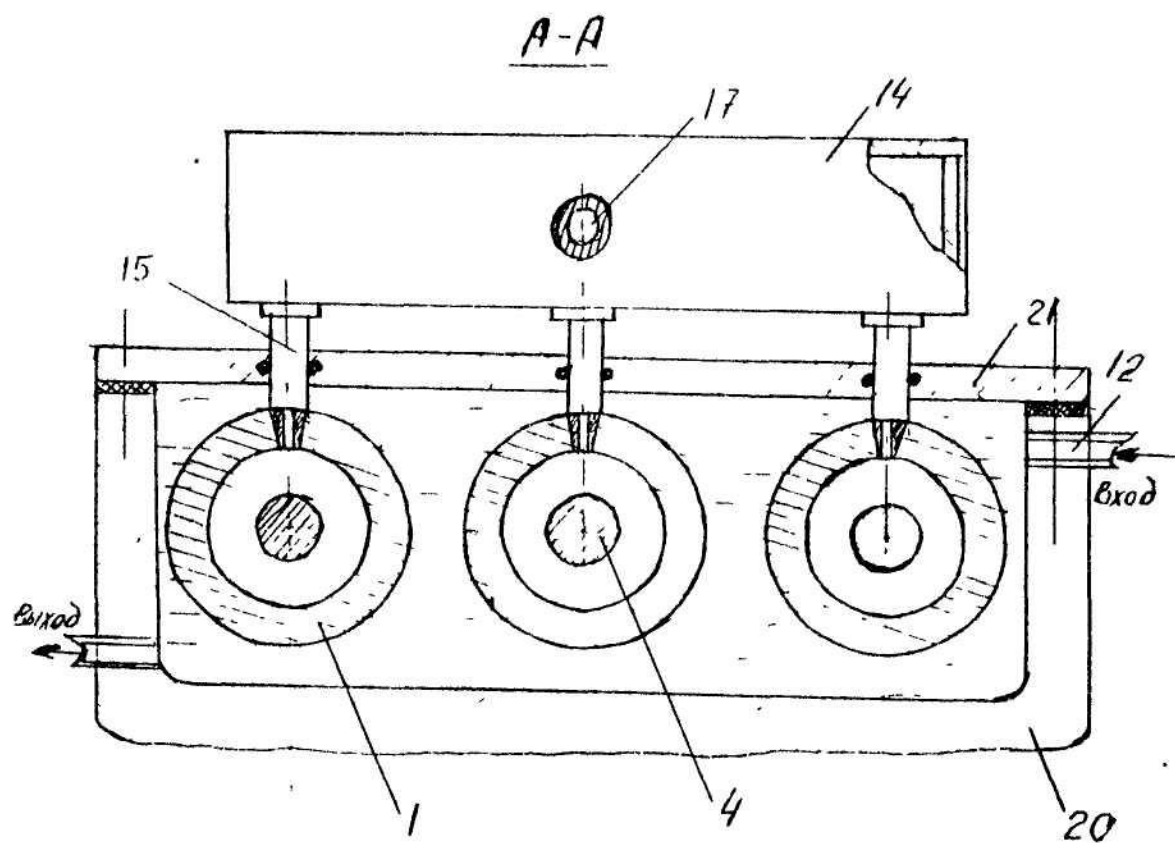
Устройство работает следующим образом. В начале работы плунжер 4 находится в крайнем правом положении. При движении плунжера 4 влево начинается процесс всасывания рабочей жидкости в рабочую камеру 3. После окончания рабочего хода плунжера и заполнения рабочей камеры 3 начинается обратное движение плунжера 4 на вытеснение жидкости из рабочей камеры 3 в нагнетательный тракт 13 насоса. При этом давление в рабочей камере повышается до рабочего, например, $P = 2000 \text{ кг/см}^2$. Во время движения плунжера 4 происходит утечка жидкости между плунжером и стенками щелевого канала 2, а также плунжером и втулкой 6, доходя таким образом до уплотнения 9. Уплотнение задерживает жидкость, которая через отверстие 8 и проточку 7 втулки 6, а также патрубок(ки) 15 поступает в напорную емкость 14. Т.к. последняя предварительно заполнена рабочей жидкостью, то поступающий излишек вытесняется в патрубок 17 и направляется через дроссель 18 во всасывающий тракт 12 насоса. По мере износа пары плунжер-отверстие корпуса гидроблока утечка жидкости увеличивается, что обычно приводит к падению рабочего давления, создаваемого насосом. Однако, благодаря тому, что дроссель 18 на патрубке 17 создает поступающей из емкости 14 жидкости сопротивление в квадратичной зависимости от количества ее дополнительного поступления, давление жидкости в емкости 14 увеличивается, что создает противодействие поступающей из щели жидкости, создавая, в свою очередь подпор жидкости на выходе из него. Таким образом, осуществляемое автоматическое поддержание создаваемого насосом рабочего давления. Однако, зазор в плунжерной паре вследствие износа может увеличиться до определенного предела, недопустимого для контактного уплотнения 9. В этом случае блок необходимо менять.

Благодаря тому, что предлагаемое уплотнение насоса выполнено в виде отдельного гидроблока, существенно облегчен его демонтаж для ремонта, т.к. нет необходимости в разборке корпуса самого насоса, а просто гидроблоки заменяются новыми, что осуществляется даже в полевых условиях.

Предлагаемая конструкция уплотнения плунжера насоса высокого и сверхвысокого давления благодаря автоматическому поддержанию рабочего давления в рабочей камере насоса позволит увеличить срок службы уплотнений его плунжеров, т.е. гарантированную наработку уплотнений плунжеров насосов высокого давления более 3000 часов, а сверхвысокого давления до 2000 часов.



Фиг. 1



Фиг. 2