

Pump-compressor with hydrodiodes
Kaygorodov S.¹, Pilyugin O.², Gavrilov A.³, Shus'kin A.⁴, Deriglazova M.⁵
(Russian Federation)

Насос-компрессор с гидродиодами
Кайгородов С. Ю.¹, Пилюгин О. И.², Гаврилов А. О.³, Шуськин А. П.⁴,
Дериглазова М. Ю.⁵ (Российская Федерация)

¹Кайгородов Сергей Юрьевич / Kaygorodov Sergey – ассистент преподавателя;

²Пилюгин Олег Игоревич / Pilyugin Oleg – студент;

³Гаврилов Андрей Олегович / Gavrilov Andrei – студент;

⁴Шуськин Антон Павлович / Shus'kin Anton – студент,

кафедра гидромеханики и транспортных машин, факультет транспорта нефти и газа;

⁵Дериглазова Марина Юрьевна / Deriglazova Marina – абитуриент магистратуры,

Омский государственный технический университет, г. Омск

Аннотация: в данной статье говорится о внедрении насоса-компрессора с гидродиодами в гидравлические машины. Описываются его предназначение и устройство. Обосновывается его превосходство над самодействующими клапанами.

Abstract: this article refers to the introduction of pump-compressor with hydrodiodes in hydraulic machines. Describes its purpose and the device. Proves its superiority over self-acting valves.

Ключевые слова: насос-компрессор с гидродиодами, гидравлические машины, клапана, продольное сечение.
Keywords: pump-compressor with hydrodiodes, hydraulic machine, valve, longitudinal section.

В известных гидравлических машинах в нагнетательных и всасывающих трубопроводах для избежания перетечек жидкости из одного трубопровода в другой устанавливаются самодействующие клапаны, которые имеют ряд недостатков, основной из которых – это время запаздывания открытия и закрытия клапана [1]. Поэтому предложена конструкция насоса-компрессора с гидродиодами во всасывающей и нагнетающей магистралях на сосной полости.

В поршневой гибридной машине объемного действия непосредственно прилежащие к жидкостному насосу участки линии нагнетания и всасывания выполнены в виде трубопроводов прямоугольного сечения, имеющих на противоположных гранях наклонные в сторону прямого потока жидкости, как минимум, одну пару пазов с установленными в них жесткой и гибкой пластинами, причем гибкая пластина имеет размер в сторону оси паза больший, чем жесткая, и установлена после жесткой пластины по ходу движения прямого потока жидкости, при этом выступающая в сторону оси трубопровода линия всасывания или линии нагнетания грань жесткой пластины, обращенная к гибкой пластине, может иметь скругленную кромку, и нагнетательная линия может быть соединена с насосной полостью плавным переходом поверхностей с увеличивающимся сечением в сторону от нагнетательной линии к насосной полости.

На рис. 1 упрощенно изображено продольное сечение машины с тронковым поршнем, на рис. 2 – участок нагнетательной или всасывающей линии в момент прохождения прямого потока, когда линия не оказывает существенное гидравлическое сопротивление, на рис. 3 – этот же участок линии при прохождении по нему обратного потока, когда линия оказывает большое сопротивление потоку.

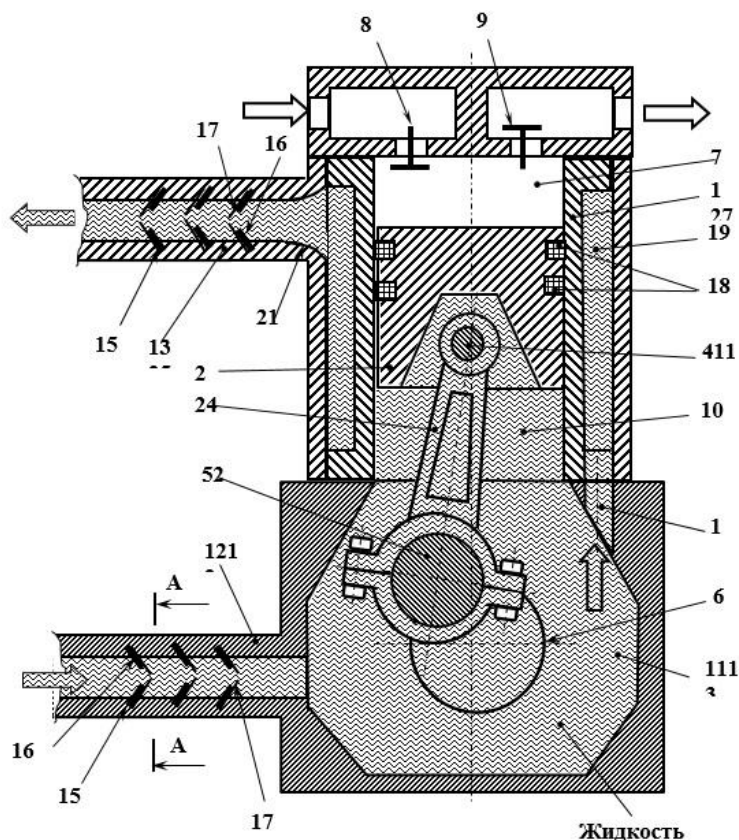


Рис. 1. Схема машины с тронковым поршнем

Поршневая гибридная машина объемного действия содержит цилиндр 1 с размещенным в нем поршнем 2, соединенным с механизмом привода, состоящим из шатуна 3 с пальцем 4, кривошипа 5 и коленчатого вала 6. Над поршнем 2 размещена компрессорная полость 7 с всасывающим 8 и нагнетательным 9 клапаном, а подпоршневая полость 10, объединенная с картером 11, выполнена в виде жидкостного насоса, соединенного линией всасывания 12 с источником жидкости и линией нагнетания 13 с потребителем жидкости. Непосредственно прилежащие к жидкостному насосу участки линии нагнетания 13 и всасывания 14 выполнены в виде трубопроводов прямоугольного сечения, имеющих на противоположных гранях наклонные в сторону прямого потока жидкости три пары пазов 15 с установленными в них жесткой 16 и гибкой 17 пластинами, причем гибкие пластины 17 имеют размер в сторону оси паза больший, чем жесткие 16, и установлены после жесткой пластины по ходу движения прямого потока жидкости, показанного стрелками. Поршень 2 имеет уплотнительные кольца 18, цилиндр 1 окружен жидкостной рубашкой 19, соединенной с картером 11 через отверстие 20. Нагнетательная линия 13 соединена с насосной полостью 10 через рубашку 19, отверстие 20 и картер 11 плавным переходом 21 поверхностей с увеличивающимся сечения в сторону от нагнетательной линии 13 к насосной полости 10.

Машина работает следующим образом (рис. 1). При вращении коленчатого вала 6 с кривошипом 5 поршень 2 совершает возвратно-поступательное движение, при котором изменяется объем компрессорной полости 7, что приводит к всасыванию газа через клапан 8, его сжатию и нагнетанию потребителю через клапан 9. При этом происходит также изменение суммарного объема насосной полости 10 и картера 11. При увеличении этого объема (поршень 2 идет вверх) жидкость всасывается через линию всасывания 12, т.к. пластины 16 и 17 наклонены вдоль потока и не оказывают жидкости значительного сопротивления (рис. 2), а гибкая пластина 17 к тому же еще и отогнута потоком вдоль направления движения жидкости. При этом не происходит значительного вихреобразования и потерь энергии на трение жидкости.

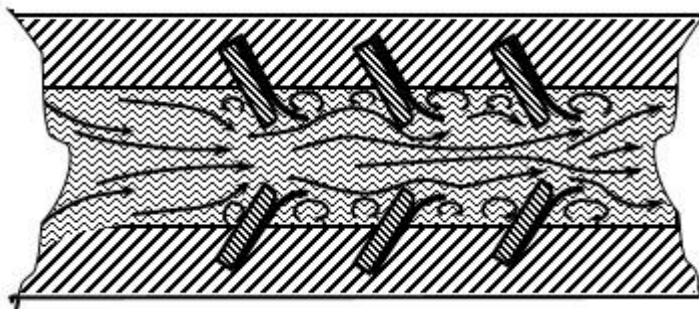


Рис. 2. Участок нагнетательной линии

В то же время в линии нагнетания 13 жидкость под действием перепада давления между потребителем, имеющим высокое давление, и полостью 10, в которой давление низкое, стремится двигаться в направлении этой полости. Однако (рис. 3) благодаря форме канала, по которому пытается двигаться жидкость, образуются мощные завихрения, вектор действия которых направлен против потока. К тому же сечение потока сильно сокращается из-за прогнувшихся под действием сил сопротивления потоку пластин 17. Образовавшиеся сильные завихрения потока не только тормозят его, но и отбирают энергию за счет сил трения. В связи с этим, линия нагнетания 13 в процессе всасывания оказывает обратному потоку большое сопротивление, и он становится очень малым по сравнению с потоком в линии всасывания 12. Благодаря этому, основной поток проходит через линию всасывания 12, заполняя полости 10 и 11 жидкостью от источника, т.е. осуществляется полноценный процесс всасывания.

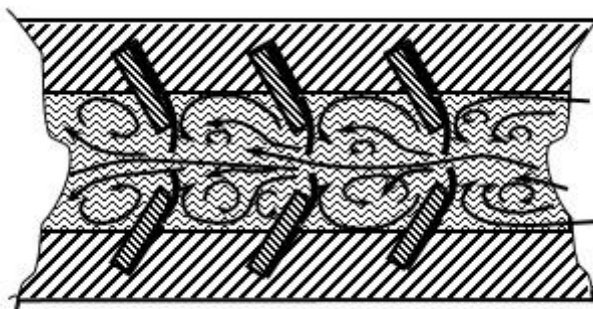


Рис. 3. Участок нагнетательной линии с большим сопротивлением

При ходе поршня 2 вниз, когда суммарный объем полостей 10 и 11 уменьшается, происходят аналогичные вышеописанным явления, и основной поток проходит через линию нагнетания 13 в направлении потребителя жидкости. Благодаря наличию плавного перехода 21 в процессе нагнетания поток в линии нагнетания 13 быстро стабилизируется, и распределение скорости жидкости потока поперек сечения соответствует установившемуся течению, что необходимо для правильной работы установленных в линии 13 пластин 16 и 17. Скругленная кромка 28 жестких пластин 16 уменьшает контактные напряжения на пластинах 17, что способствует длительному ресурсу их работы без поломок.

В данной конструкции за счет движения жидкости по рубашке 19 происходит хорошее охлаждение стенок цилиндра 1, за счет чего отбирается теплота сжатия у газа, процесс сжатия приближается к изотермическому, что повышает КПД работы компрессорной полости.

В предложенной конструкции поршневой гибридной машины объемного действия на линии всасывания 12 и нагнетания 13 нет самодействующих жидкостных клапанов, обладающих большой инерционностью и большим гидравлическим сопротивлением, в связи с чем появляется возможность приблизить частоту возвратно-поступательного движения поршня 2 к оптимальной частоте быстроходных современных компрессоров, что позволяет существенно улучшить массогабаритные показатели машины (уменьшить массу машины, приходящуюся на единицу производительности как компрессорной полости 5, так и насосной полости 10), что повышает эффективность применения поршневых гибридных машин объемного действия.

Литература

1. Патент РФ № 125635. Способ работы газожидкостного агрегата и устройство для его осуществления. Кужбанов А. К., Болштянский А. П., Щерба В. Е., Виниченко В. С. № F04B19/06 от 10.03.2013.