

(19) **KG** (11) **1375** (13) **C1** (46) **30.07.2011**(51) **F25B 30/02** (2011.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

(21) 20100020.1

(22) 15.02.2010

(46) 30.07.2011, Бюл. №7

(76) Рыжков В.Н., Рогозин Г.В. (KG)

(56) Патент RU №2116586, C1, кл. F25B 30/02, 1998

(54) **Тепловой насос**

(57) Изобретение относится к теплотехнике, в частности к тепловым насосным установкам и позволяет обеспечить работу теплового насоса для перекачивания тепловой энергии, путем использования энергии водного потока.

Задачей изобретения является снижение энергетических затрат теплового насоса за счет использования энергии водного потока открытого водоисточника.

Задача решается тем, что тепловой насос, включающий испаритель, компрессор с приводом и конденсатор, соединенные последовательно по ходу движения хладагента во вторичном контуре, причем испаритель выполнен в виде замкнутой емкости с размещенными в ней устройством мелкодисперсного распыления воды низкопотенциального контура и паросборником, где в качестве хладагента использован водяной пар, а вторичный контур хладагента разомкнут и конденсатор снабжен патрубком для слива конденсата, при этом приводным устройством теплового насоса служит подпружиненный поршень стаканного типа, установленный на питающем трубопроводе гидротаранной установки, реагирующий на гидравлический удар, и жестко связанный с поршнем меньшего поперечного сечения, перемещающийся в цилиндре, создающим вакуум и давление при возвратно-поступательных движениях, имеющий в верхней части компрессионную камеру, связанную гидравлически трубопроводами, один из которых соединен с испарителем, второй с конденсатором посредством прямого и обратного клапанов, а воздушный колпак с нагнетательным клапаном, установленный на питающем трубопроводе, соединен гидравлически с устройством мелкодисперсного распыления испарителя. 1 н. п. ф., 1 фиг.

(21) 20100020.1

(22) 15.02.2010

(46) 30.07.2011, Bull. №7

(76) Ryzhkov V.N., Rogozin G.V. (KG)

(56) Patent RU №2116586, C1, cl. F25B 30/02, 1998

(54) **Thermal pump**

(57) The invention relates to heat engineering, in particular, to the heat pumping facilities and ensures thermal pumping action for delivery of thermal energy by means of water flow energy.

(19) **KG** (11) **1375** (13) **C1** (46) **30.07.2011**

Problem of the invention is to reduce the thermal pump energy consumption by using water flow energy of an open-water source.

The problem is solved by the fact that thermal pump, comprising evaporator, compressor with drive unit and capacitor, connected sequentially down the refrigerating fluid flow in the secondary circuit, and evaporator, at that, is designed as a closed vessel with a device for fine-dispersed water spraying of low-potential circuit and steam collector, which are disposed in it, where water steam is used as a refrigerating fluid, and the secondary refrigerating fluid circuit is open-ended and capacitor is fitted with branch pipe for condensate draining, and driving device for the thermal pump is a spring-loaded socket-type piston, mounted on the supplying conduit of the hydraulic ram, reacting(piston) on hydraulic shock, and rigidly connected to the piston of smaller cross-section, which moves inside the cylinder, creating vacuum and pressure at each reciprocating movement and having compression chamber in its upper part, which connected hydraulically by pipelines, one of the pipelines is connected to the evaporator, the second one to the capacitor through the forward and back pressure valves; and the air chamber cap with delivery valve mounted on the pipeline, is connected hydraulically to the fine-dispersed spraying device of the evaporator. 1 indep. claim, 1 figure.

Изобретение относится к теплотехнике, в частности к тепловым насосным установкам и позволяет обеспечить работу теплового насоса для перекачивания тепловой энергии, путем использования энергии водного потока.

Известна система отопления, содержащая воздушный колпак, подсоединенный к питающему трубопроводу, на концевой части которого расположено наклонное опорное седло и эластичный армированный клапан, закрепленный изнутри в нижней его части, нагнетательный клапан, размещенный на верхней части питающего трубопровода внутри воздушного колпака, нагнетательный и обратный трубопровод, между которым расположены радиаторы и расширительный бак. Причем питательный трубопровод выполнен подвижным, имеющим колебательные движения в направлении основного потока, а патрубок воздушного колпака имеет фланец, соединенный с серединой эластичной мембраны, закрепленной противоположной, жесткой стороной в неподвижных устоях гидротехнического сооружения, и соединенной внутренней плоскостью гидравлически, одновременно с впускным и выпускным клапаном системы, один из которых связан с напорной емкостью и кавитационным генератором тепла (П/патент KG №454, C1 кл. F24D 10/00, 2001).

Недостатком известного устройства является низкая производительность из-за инерционности подвижного питающего трубопровода, снижающей частоту вибраций.

Известен тепловой насос, включающий испаритель, компрессор с приводом от электродвигателя и конденсатор, соединенный последовательно по ходу движения хладагента во вторичном контуре, причем испаритель выполнен в виде замкнутой емкости с размещенными в ней устройством мелкодисперсного распыления воды низкопотенциального контура и паросборником, а в качестве хладагента использован водяной пар, причем вторичный контур хладагента разомкнут, а конденсатор снабжен патрубком для слива конденсата (Патент RU № 2116586, C1, кл. F25B 30/02, 1998).

Недостатками изобретения являются высокие затраты на электрическую энергию для работы компрессора и дополнительных циркуляционных насосов.

Задачей изобретения является снижение энергетических затрат теплового насоса за счет использования энергии водного потока открытого водоемисточника.

Задача решается тем, что тепловой насос, включающий испаритель, компрессор с приводом и конденсатор, соединенные последовательно по ходу движения хладагента во вторичном контуре, причем испаритель выполнен в виде замкнутой емкости с размещенными в ней устройством мелкодисперсного распыления воды низкопотенциального контура и паросборником, где в качестве хладагента использован водяной пар, а вторичный контур хладагента разомкнут и конденсатор снабжен патрубком для слива конденсата, при этом приводным устройством теплового насоса служит подпружиненный поршень стаканного типа, установленный на питающем трубопроводе гидротаранной установки, реагирующий на гидравлический удар, и жестко связанный с поршнем меньшего поперечного сечения, перемещающийся в цилиндре, создающим вакуум и давление при возвратно-поступательных движениях, имеющий в верхней части компрессионную камеру, связанную гидравлически трубопроводами, один из которых соединен с испарителем, второй с конденсатором посредством прямого и обратного клапанов, а воздушный

колпак с нагнетательным клапаном, установленный на питающем трубопроводе, соединен гидравлически с устройством мелкодисперсного распыления испарителя.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема заявляемого теплового насоса.

Тепловой насос содержит открытый водоисточник 1, ограниченный перемычкой создающей рабочий напор Z , в нижней части соединенный с неподвижным питающим трубопроводом 2, на конце которого установлен ударный клапан 3, соприкасающийся с наклонным опорным седлом. На незначительном расстоянии от клапана на питающем трубопроводе 2 установлен патрубок, перекрываемый нагнетательным клапаном 4, находящийся внутри воздушного колпака 5.

Рядом с ударным клапаном 3 на трубопроводе 2 также закреплен патрубок 6, перекрываемый стаканым поршнем 7, закрытым кожухом 8 с калиброванным отверстием 9 снизу. Стаканный поршень 7 подпружинен пружиной 10 и жестко связан с поршнем 11 меньшего диаметра, перемещающимся в цилиндре 12, имеющим в верхней части компрессионную камеру 13 с распределительными клапанами 14 и 15. Воздушный колпак 5 в нижней части связан нагнетательным трубопроводом 16 с устройством мелкодисперсного распыления 17, расположенного внутри емкости испарителя 18, содержащего в верхней части кольцевой паросборник 19, а в нижней части вентиль 21. Паросборник 19 соединен посредством трубопровода 20 и клапана 14 с компрессионной камерой 13. Рядом с клапаном 14 в камере 13 установлен обратный подпружиненный клапан 15, связанный трубопроводом 22 с емкостью конденсатора 23 кожухотрубного типа, содержащего внутри высокопотенциальный контур (змеевик) 24 с рециркуляционным насосом 25.

В нижней части емкости конденсатора 23 закреплен дросселирующий вентиль 26, а в нижней части емкости испарителя 18 закреплен патрубок 27 с вентилем 21.

Тепловой насос работает следующим образом. Вода из открытого водоисточника 1 поступает в питающий трубопровод 2 и под действием гидравлического напора Z , разгоняется, а за счет сил эжекции поднимает и закрывает ударный клапан 3, обеспечив образование гидравлического удара в трубопроводе 2 и повышая давление P в десятки раз, согласно законов гидравлики.

Повышенное давление вызывает, во-первых, открытие нагнетательного клапана 4 в воздушном колпаке 5 и сжатие в нем воздуха, во-вторых, вызывает перемещение стаканного поршня 7, сжатие пружины 10 и перемещение поршня 11 в цилиндре 12. После гидравлического удара по законам гидравлики, мгновенно наступает понижение давления P в трубопроводе 2, которое способствует открытию ударного клапана 3 и закрытию нагнетательного клапана 4, а так же за счет пружины 10 перемещение вниз и возврат в исходное положение стаканного поршня 7 с поршнем 11. В образовавшейся рабочей паузе вода через калиброванное отверстие 9 выходит в атмосферу, освобождая надпоршневое пространство от воды. Поток воды в трубопроводе 2 вновь разгоняется, поднимая и закрывая ударный клапан 3. Циклы нагнетания давления в воздушном колпаке 5, перемещения стаканного поршня 7 с поршнем 11 повторяются в длительном временном периоде по схеме: разгон – удар – откат. В момент отката воздух в колпаке 5 разжимается и вытесняет воду по нагнетательному трубопроводу 16 в устройство мелкодисперсного распыления 17, расположенного в испарителе 18 с кольцевым паросборником 19. Одновременно возвратно-поступательное движение поршня 11 обеспечивает работу распределительных клапанов в компрессионной камере 13 цилиндра 12. При движении поршня вниз открывается клапан 14 и через трубопровод 20 создает разрежение в испарителе 18 с отрицательным давлением 0,3-0,4 кг/см², что активизирует процесс испарения воды с поверхности водяных капель. В результате испарения образуется водяной пар – хладагент, который отсасывается в кольцевой паросборник 19 и по трубопроводу 20 поступает через открытый клапан 14 в компрессионную камеру 13. При движении поршня 11 вверх закрывается клапан 14, поступивший хладагент подвергается сжатию с повышением температуры и через подпружиненный обратный клапан 15 поступает по трубопроводу 22 в емкость конденсатора 23 кожухотрубного типа, где конденсируется, отдавая тепловую энергию высокопотенциальному контуру 24. Рециркуляционный насос 25 перекачивает тепловую энергию потребителю, чем достигается поставленная задача – снижение энергетических затрат. Конденсат в виде дистиллированной воды при заданном давлении удаляется через дросселирующий вентиль 27, а слив излишков воды осуществляется через патрубок 27 с вентилем 21. В тепловом насосе применяются стандартные трубы, листовая сталь, стандартные изделия, выпускаемые в машиностроении.

Пример расчета

Рабочий напор $Z = 2,0$ м, диаметр питающего трубопровода (2) 0,5 м и его длина 12 м, диаметр стаканного поршня 0,3 м, диаметр поршня (11) 0,15 м. Величина приращения давления

гидравлического удара определяется по формуле А. И. Богомолова (Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика. – М.: Стройиздат, 1972. – С. 405).

$$P = \rho (V C) \text{ туд/тзак, кг/м}^2 \quad (1)$$

где: $\rho = 101,9 \text{ кг с}^2/\text{м}^3$ – плотность воды;

$V = 2,5 \text{ м/с}$ – скорость потока воды в питающем трубопроводе (2) в момент гидравлического удара (по предварительным расчетам);

7

$C = 1150 \text{ м/с}$ – скорость распространения ударной волны в питающем трубопроводе (2) (по предварительным расчетам);

$\text{туд} = 0,021 \text{ с}$ – время действия гидравлического удара (по предварительным расчетам);

$\text{тзак} = 0,15 \text{ с}$ – время закрытия ударного клапана (3) (по экспериментальным данным).

$P = 101,9 \cdot 2,5 \cdot 1150 (0,021 : 0,15) = 41014,7 \text{ кг/м}^2 = 4,1 \text{ кг/см}^2$, или в метрах водяного столба $\Delta H = 41,0 \text{ м}$.

Расход воды в воздушный колпак (5) через отверстие $d = 0,3 \text{ м}$:

$Q = 0,62 \cdot \omega_{\text{отв}} \sqrt{2g\Delta H} = 0,62 \cdot 0,07 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 41} = 1,23 \text{ м}^3/\text{с}$ или объем выброса за 1 гидроудар в течение $\text{туд} = 0,021 \text{ с}$

$W = Q \cdot \text{туд} = 1,23 \cdot 0,021 = 0,0258 \text{ м}^3/\text{с} = 25,8 \text{ л}$. При частоте вибраций ударного клапана 30 уд/мин расход воды устройства распылителя составит

$q = (30 : 60) 25,8 = 12,4 \text{ л/с}$ под давлением $4,1 \text{ кг/см}^2$, что вполне достаточно для образования степени распыления форсунок в виде тумана.

Сила действия на стаканый поршень (7) определяется по формуле:

$$F = \Delta H \cdot \omega_m \cdot K, \text{ кг} \quad (2)$$

где: $\omega = (\pi \cdot d) : 4 = (3,14 \cdot 0,3^2) : 4 = 0,071 \text{ м}^2$ – площадь стаканного поршня 7;

$K = 0,75$, коэффициент ослабления силы на стаканый поршень 7.

Тогда $F = 41,0 \cdot 0,071 \cdot 0,75 = 2,183 \text{ тонн} = 2183 \text{ кг}$.

Площадь поперечного сечения поршня (11) $\omega_p = 0,0176 \text{ м}^2$.

Поскольку сила F действует на поршень той же величины, что и на стаканый поршень 7, то давление в поршне (11), имеющем меньшую площадь поперечного сечения, увеличится:

$\Delta H = F / \omega_p = 2,183 / 0,0176 = 124,03 \text{ м}$, или давление $12,4 \text{ кг/см}^2$. При воздействии такого давления на объем пара в цилиндре 3,5 литра или $G_k = 12,6 \text{ м}^3/\text{час}$.

Удельная теплопроизводительность q_0 , отнимаемого от 1 кг хладагента при испарении в режиме работы теплового насоса, определяется по формуле (Плановский А.Н., Николаев П.И.. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии / Учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: Химия, 1987. – С. 193):

$$q_0 = T_1 - T_2 = 665,9 - 609,8 = 56,1 \text{ ккал/кг}$$

где: T_2 – энтальпия пара хладагента, воды после дросселирования прин. равной $609,8 \text{ ккал/кг}$;

T_1 – энтальпия пара хладагента, воды на входе в компрессор прин. равной $665,9 \text{ ккал/кг}$, с учетом развиваемого компрессором давления равного $12,5 \text{ кгс/см}^2$.

(Энтальпия – количество тепловой энергии в калориях на 1 кг хладагента, определена по таблице «Насыщенный пар и вода на линии насыщения». Справочная книжка теплотехника. – М.: издательство «Энергия», 1964) Объемная теплопроизводительность теплового насоса определяется по формуле:

$$qv = q_0 \rho = q_0 (H_1 - H_4) = 56,1 \text{ ккал/кг} \cdot 28,67 \text{ кг/м}^3 = 1608 \text{ ккал/м}^3$$

где: ρ – удельный вес воды на линии насыщения прин. $- 0,4 \text{ кгс/см}^2 = 28,67 \text{ кг/м}^3$.

Зная объем и расход компрессорной камеры $G_k = 3,5 \text{ л/сек}$ или $0,0035 \text{ м}^3/\text{сек}$ или $12,6 \text{ м}^3/\text{час}$.

Часовую тепловую производительность теплового насоса определяют по формуле:

$$Q_{\text{тепл.}} = qv G_k = 1608 \text{ ккал/м}^3 \cdot 12,6 \text{ м}^3/\text{час} = 20260,8 \text{ ккал/час}$$

Переводим в кВт, умножив на переводной коэффициент 1,163

$$N_t = 20260,8 \text{ ккал/час} \cdot 1,163 \cdot 10^{-3} = 23,6 \text{ кВт/час}$$

Холодильный коэффициент вычисляют по формуле:

$$\xi = N_t / N_k$$

где: N_k – мощность компрессора определяется по общеизвестной физической формуле:

$$N\dot{e} = \frac{G\dot{e} - \Delta H}{102 - 3600 \cdot \eta} = \frac{12600 \text{ кДж/ч} - 124.03 \text{ кДж/ч}}{102 - 3600 \cdot 0.8} = 5.3 \text{ кВт}$$

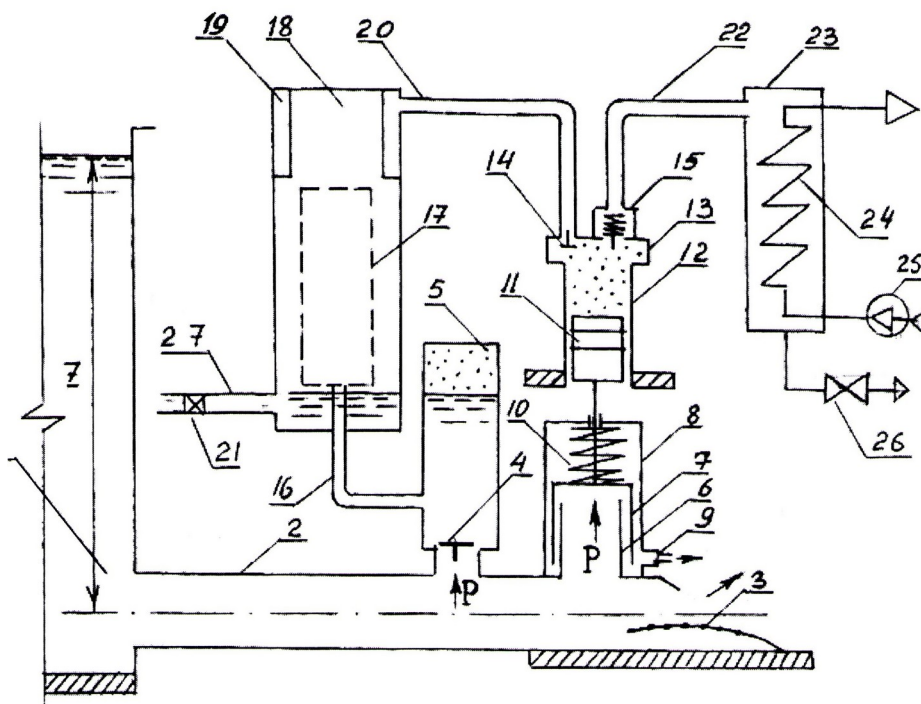
Холодильный коэффициент равен:

$$\xi = 23.6 \text{ кВт/час} / 5.3 \text{ кВт} = 4.4$$

Упругость пружины 10 рассчитана не только на возврат стаканного поршня 7 в исходное положение, но и на обеспечение вакуума в паросборнике с отрицательным давлением 0,3-0,4 кг/см². А упругость пружины подпружиненного клапана 15 рассчитана на максимальный нагрев теплоносителя в камере 13, и только затем выброс ее в конденсатор 23.

Формула изобретения

Тепловой насос, включающий испаритель, компрессор с приводом и конденсатор, соединенные последовательно по ходу движения хладагента во вторичном контуре, причем испаритель выполнен в виде замкнутой емкости с размещенными в ней устройством мелкодисперсного распыления воды низкопотенциального контура и паросборником, где в качестве хладагента использован водяной пар, а вторичный контур хладагента разомкнут и конденсатор снабжен патрубком для слива конденсата, отличающийся тем, что приводным устройством теплового насоса служит подпружиненный поршень стаканного типа, установленный на питающем трубопроводе гидротаранной установки, реагирующий на гидравлический удар, и жестко связанный с поршнем меньшего поперечного сечения, перемещающийся в цилиндре, создающем вакуум и давление при возвратно-поступательных движениях, имеющий в верхней части компрессионную камеру, связанную гидравлически трубопроводами, один из которых соединен с испарителем, второй с конденсатором посредством прямого и обратного клапанов, а воздушный колпак с нагнетательным клапаном, установленный на питающем трубопроводе, соединен гидравлически с устройством мелкодисперсного распыления испарителя.



Фиг. 1

Выпущено отделом подготовки материалов