

Маслов Олег Сергеевич

студент

Никишин Владислав Викторович

студент

Кожемяченко Александр Васильевич

д-р техн. наук, профессор, профессор

Петросов Сергей Петрович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

Институт сферы обслуживания

и предпринимательства (филиал)

ФГБОУ ВО «Донской государственный

технический университет»

г. Шахты, Ростовская область

АБСОРБЦИОННО-ДИФФУЗИОННАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

***Аннотация:** в статье рассмотрена конструкция абсорбционной диффузионной холодильной машины, содержащей дефлегматор и абсорбер, снабженные охлаждающими рубашками, и испаритель, имеющий сборник талой воды, подключенный параллельно к рубашкам дефлегматора и абсорбера. Для определения технического состояния предлагаемой холодильной машины выше указанного типа в статье представлена конструкция и принцип работы стенда для испытания ее генератора.*

***Ключевые слова:** агрегат, дефлегматор, термосифон, конденсатор, испаритель, генератор, крепкий водоаммиачный раствор, флегма, аммиак, абсорбционно-диффузионная машина, стенд.*

В настоящей работе представлен агрегат абсорбционно-диффузионной машины и технические средства для испытания его генератора.

Агрегат машины (рисунок 1) содержит генератор 3 с нагревателем 2 и термосифоном 5, дефлегматор 6, конденсатор 10, испаритель 16, теплообменник –

регенератор 1 между крепкими и слабыми растворами, абсорбер 14, газовый теплообменник 15, охлаждающие рубашки 13 и 12 на абсорбере, водяной бачок 9, выходные патрубки 7 и 4 на охлаждающих рубашках 8 и 12, сборник 17 талой воды с трубками 18 и 11, ресивер 19 крепкого раствора [1,2].

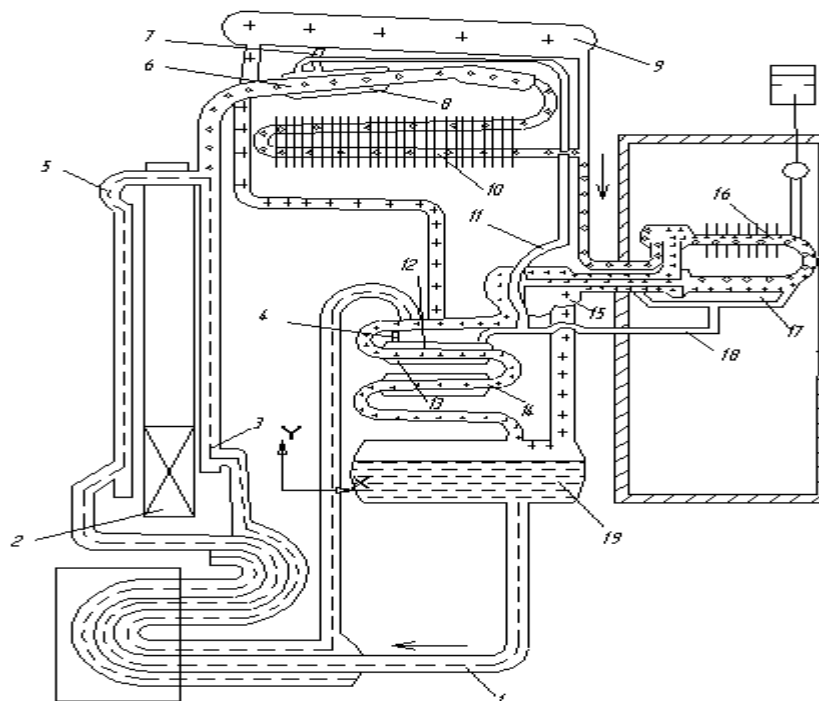


Рисунок 1 Абсорбционная диффузионная холодильная машины

1 – теплообменник – регенератор; 2 – нагреватель; 3 – генератор; 4, 7 – выходной патрубок; 5 – термосифон; 6 – дефлегматор; 8, 12, 13 – охлаждающая рубашка; 9 – водяной бачок; 10 – конденсатор; 11, 18 – трубки; 14 – абсорбер; 15 – газовый теплообменник; 16 – испаритель; 17 – сборник; 19 – ресивер

Агрегат работает следующим образом. Крепкий раствор в термосифоне 5 генератора 3 с помощью нагревателя 2 превращается в парожидкостную эмульсию, которая на выходе из термосифона 5 разделяется на пары аммиака, направляемые в дефлегматор 6, и слабый раствор, циркулирующий через теплообменник – регенератор 1 в абсорбер 14. В дефлегматоре 6 пары аммиака охлаждаются, а образующая при этом флегма (смесь воды с аммиаком) стекает со слабым раствором в теплообменник 1. Практически чистые аммиачные пары уходят в конденсатор 10, в котором сжимаются. Полученная жидкость сливается в

испаритель 16, в котором испаряется в циркулирующий водород, имеющий вначале малое парциальное давление аммиака, производя при этом холодильное действие и повышая одновременно концентрацию паров аммиака в циркулирующем водороде. В абсорбер 14 слабый раствор абсорбирует аммиачные пары, очищая от них водород, а сам раствор становится крепким и в таком состоянии сливается в ресивер 19. Очищенный водород через газовый теплообменник 15 снова поступает в испаритель 16, а крепкий раствор из ресивера 19 через теплообменник 1 поступает в термосифон 5. Таким образом, заканчивается циркуляционный цикл раствора, паров и жидкого аммиака и водорода. В процессе работы агрегата на поверхности испарителя нарастает снеговая шуба, которая периодически оттаивается, а образующаяся теплая вода стекает в сборник 17, откуда она поступает через трубы 18 и 11 в охлаждающие рубашки 8 и 12 дефлегматора 6 и абсорбера 14. При этом повышается концентрация крепкого раствора в абсорбере 14, увеличивается степень очистки в нем водорода от паров аммиака и достигается лучшая очистка паров аммиака от паров воды в дефлегматоре 6, что способствует повышению теплового коэффициента рабочего цикла и снижению расхода тепла в нагревателе 2 генератора 3 [3; 4].

Для испытаний генератора выше рассмотренной абсорбционной диффузионной бытовой холодильной машины предлагается специальный стенд [5].

Стенд (рисунок 2) состоит из секции 1, выполняющий роль жидкостного теплообменника и содержащий кожухотрубные теплообменники 2 и 3, секции 4, выполняющей роль газового теплообменника и содержащий кожухотрубные теплообменники 5 и 6, кожухотрубные теплообменники 7–10, выполняющие роль соответственно ректификатора, конденсатора, змеевика абсорбера, бачка абсорбера. Стенд также содержит электрокалориметр 11, выполняющий функции испарителя холодильника, и исследуемый объект – генератор 12, а также систему водоснабжения, состоящую из бачка 13 постоянного уровня, коллектора 14 и трубопроводов 15–20, подключенных соответственно к кожухотрубным теплообменникам 8–10, секции 1 и 4. Помимо этого для регулирования режима работы в водоаммиачный контур стенд включен терморегулирующий вентиль

21, а коллектор 14 снабжен электронагревателем 22. Для предохранения от превышения давления вторичного хладагента электрокалориметр 11 снабжен реле 23 высокого давления. Для выравнивания давлений служит уравнивательная трубка 24. Работа стенда контролируется приборами давления и температуры: манометрами и термометрами. Для измерения расхода воды на выходе из кожухотрубных теплообменников установлены автономные измерительные емкости. Трубопроводы стенда теплоизолированы. Стенд работает следующим образом. Крепкий водоаммиачный раствор из кожухотрубного теплообменника 10 через змеевик кожухотрубного теплообменника 3, самотеком поступает в генератор 12, за счет подвода тепла происходит выпаривание аммиака. При этой часть объединенного водоаммиачного раствора подается в кожухотрубный теплообменник 2 секции 1, в которой происходит теплообмен между слабым водоаммиачным раствором, проходящим по змеевику теплообменника 2, и крепким водоаммиачным раствором, проходящим по змеевику теплообменника 3, за счет переноса тепла водой, поступающей в кожух теплообменника 2 из коллектора 14 и далее в кожух теплообменника 3.

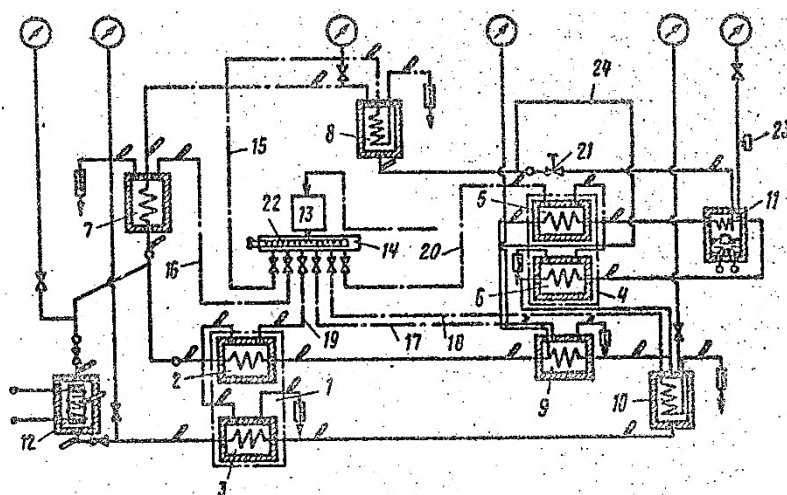


Рис. 2. Схема стенда для испытания генератора абсорбционно-диффузионного бытового холодильника 1,4 – секции; 2,3,5,6,7,8,9,10 – кожухотрубные теплообменники; 11-электрокалориметр; 12 – генератор; 13 – бак; 14 – коллектор; 15,16,17,18,19,20 – трубопроводы; 21 – терморегулирующий вентиль; 22 – электронагреватель; 23 – реле; 24 – уравнивательная трубка

Пары аммиака поступают из генератора 12 в кожухотрубный теплообменник 7, где за счет теплообмена с охлажденной водой, поступающей из коллектора 14 в кожух теплообменника 7, образуется конденсат низкой концентрации, который каплями стекает в кожухотрубный теплообменник 2.

Высококонцентрированные пары аммиака из кожухотрубного теплообменника 7 поступают в кожухотрубный теплообменник 8, в котором за счет теплообмена с охлаждающей водой, поступающей из коллектора 14, происходит конденсация аммиака. Из кожухотрубного теплообменника 8 жидкость стекает через терморегулирующий вентиль 21 в змеевик электрокалориметра 11, где за счет дросселирования, вызванного увеличением проходного сечения, регулируемого вентилем 21, закипает при отрицательной температуре, выделяя пары аммиака и отбирая при этом тепло конденсации паров вторичного хладагента на внешней поверхности змеевика электрокалориметра 11. В змеевик электрокалориметра 11 через кожухотрубный теплообменник 6 секции 4 поступает также парогазовая смесь водорода с небольшим количеством паров слабого водоаммиачного раствора. В процессе кипения в змеевике электрокалориметра 11 аммиак диффундирует в эту парогазовую смесь. Богатая аммиаком холодная парогазовая смесь поступает из электрокалориметра 11 в кожухотрубный теплообменник 5 секции 4, в которой происходит теплообмен между обедненной и богатой холодной парогазовой смесью за счет переноса тепла водой, поступающей в кожух теплообменника 5 из коллектора 14 и далее в кожух теплообменника 6. Из кожухотрубного теплообменника 5 богатая аммиаком холодная парогазовая смесь поступает в кожухотрубный теплообменник 9. Сюда же поступает из кожухотрубного теплообменника 2 слабый водоаммиачный раствор. Таким образом, в змеевике теплообменника 9 происходит процесс абсорбции, сопровождающийся выделением тепла. В результате абсорбции происходит процесс с поглощением слабым водоаммиачным раствором паров аммиака из холодной парогазовой смеси. Образовавшийся крепкий водоаммиачный раствор из кожухотрубного теплообменника 9 стекает в кожухотрубный теплообменник 10, а бедная аммиаком

парогазовая смесь выталкивается более тяжелой крепкой парогазовой смесью через кожухотрубный теплообменник 6 секции 4 обратно в электрокалориметр 11.

Вода к теплообменникам подается по трубопроводу 15–20, постоянный напор в которых обеспечивается с помощью бачка 13,. В водяную цепь включается электронагреватель 22, служащий для подогрева воды.

В дальнейшем был предложен стенд для испытания абсорбционного-диффузионного бытового холодильника, отличающийся тем, что, с целью проведения испытания в широком диапазоне холоднопроизводительности испытываемых генераторов, стенд дополнительно содержит электрокалориметр с регулирующим вентилем на входе, выполняющий функции испарителя холодильника, теплообменные аппараты со змеевиками, соединенные между собой посредством трубопровода и служащими ректификаторами, конденсатором, абсорбером с бачком, жидкостными и газовыми теплообменниками холодильника, и водораспределительный коллектор с регулирующими вентилями, подключенными к межзмеевиковым пространствам соответствующих теплообменных аппаратов, причем межзмеевиковые пространства жидкостных теплообменников и межзмеевиковые пространства газовых теплообменников соединены по воде последовательно [6].

Стенд содержит (рисунок 3.) абсорбционный контур, состоящий из генератора, включающего полость 1 испарения с электронагревателем 2 и термосифон с эластичной оболочкой 3 и соединенного на входе жидкостным теплообменником 4, а на выходе – с дефлегматором 5, выходной патрубком которого соединен с конденсатором 6 водяного охлаждения. Абсорбционный контур содержит также регулирующий вентиль 7, калориметр 8 со вторичным хладагентом, газовый теплообменник 10, выполняющий роль змеевика абсорбера, и теплообменник 11, который выполняет функции абсорбера и соединен через жидкостной теплообменник 4 с полостью 1 испарения генератора с помощью трубопровода 12 и с насосом 13 с помощью трубопровода 14; причем насос 13 с помощью трубопровода 15 соединен с ресивером 16. Линии всасывания, состоящие из трубопроводов 17 и 18, через регулируемый вентиль 19 подсоединены к насосы 13,

нагнетательный патрубок которого через запорный вентиль 20 соединен с теплообменником 11, причем между вентилем 20 и насосом 13 установлен напорный трубопровод 21 с запорным вентилем 22. Для Регулирования работы стенда предусмотрены вентили 23–28. Стенд снабжен пусковой и регулирующей аппаратурой для установки тепловых режимов и водяной системой охлаждения теплообменников, а сам стенд помещен в теплоизолированную камеру.

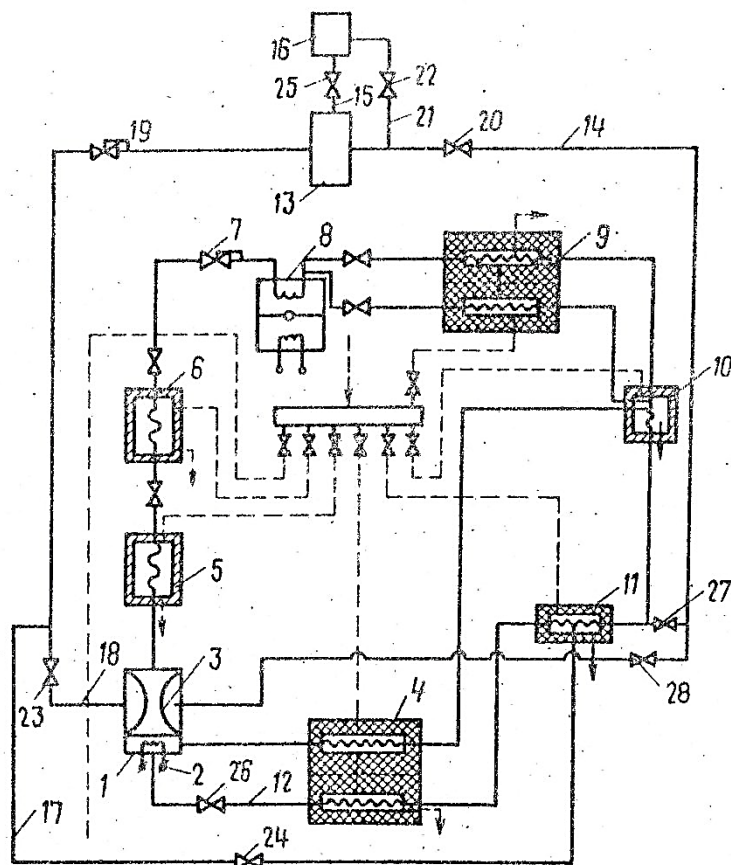


Рис. 3. Схема стенда для испытания генератора абсорбционно-диффузионного бытового холодильника 1 – полость испарения; 2 – электронагреватель; 3 – эластичная оболочка; 4 – жидкостный теплообменник; 5 – дефлегматор; 6 – конденсатор; 7,19- регулирующий вентиль; 8 – калориметр; 9,11 – теплообменник; 10 – газовый теплообменник; 12,14,15,17,18 – трубопроводы; 13 – насос; 16 – ресивер; 20,22 – запорный вентиль; 21 – напорный трубопровод; 23 – 28 вентили

Стенд работает следующим образом. При работе стенда водоаммиачный раствор самотеком поступает из теплообменника 11 в полость 1 испарения

генератора по трубопроводу 12 через жидкостной теплообменник 4. При открытом вентиле 26 в этой полости за счет подвода тепла от электронагревателя 2 водоаммиачный раствор испаряется и пары его падают в дефлегматор 5, где реализуются повышения концентрации паров, при этом слабый водоаммиачный раствор возвращается в жидкостной теплообменник 4 и далее теплообменник 10, выполняющий роль змеевика абсорбера. Из дефлегматора 5 смесь с повышенной концентрацией поступает в конденсатор 6 водяного охлаждения, отсюда жидкий аммиак поступает в регулирующий вентиль, 7 и далее калориметр 8 и далее в теплообменник 9, выполняющий роль газового теплообменника, из которого хладагент поступает в теплообменник 10, выполняющий роль змеевика абсорбера, и далее в теплообменник 11.

Регулирования сопротивления в термосифоне осуществляется путем подачи водоаммиачного раствора насосом 13 при открытых вентилях 20 и 28 по трубопроводу 14 в оболочку 3 в зависимости от необходимой проходимости.

Для удаления водоаммиачного раствора из оболочки 3 открывается запорный вентиль 23 и регулирующий вентиль 19 и с помощью насоса 13 рабочее тело отсасывается из оболочки 3 и направляется по трубопроводу 18 при открытом вентиле 22 в ресивер 16 по трубопроводу 21. При необходимости освобождения абсорбера, выполненного в виде теплообменника 11, от водоаммиачного раствора при открытых вентилях 24 и 19 раствор отсасывается насосом 13 по трубопроводу 17 и нагревается в ресивер 16. При заполнении стенда отбор водоаммиачного раствора из ресивера 16 осуществляется насосом 13 при открытом вентиле 25 по трубопроводу 15, раствор дается в теплообменник 11 при открытом вентиле 27.

Установка эластичной оболочки 3 в термосифоне позволяет моделировать сопротивления в тракте термосифона в соответствии с реальными величинами возможных перепадов давлений, определенных на основе специальных опытов. Это позволяет моделировать процессы путем исследования влияния перепадов давления в термосифоне с одновременным изменением фазового состояния на тепловые характеристики всех теплообменников стенда и затраты мощности на

реализацию холодильного процесса. Это позволяет определить величину критического перепада давления, при котором холодильник считает неработоспособным.

Список литературы

1. Кожемяченко А.В. Совершенствование конструкций абсорбционных диффузионных холодильных агрегатов / А.В. Кожемяченко. – ЦНИИТЭИ легпищемаш. Электробытовые машины, приборы и прочие товары хозяйственного обихода. Экспресс-информация. – 1986. – Вып. 2.

2. Кожемяченко А.В. Анализ причин образования эксплуатационных загрязнений в термосифонах бытовых абсорбционных холодильников / А.В. Кожемяченко, А.Ю. Гамзаян, С.В. Чистяков. Оборудование предприятий сервиса. Теория и опыт внедрения. Межвузовский сб. науч. трудов (Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса / Под ред. А.В. Кожемяченко. – Шахты: ЮРГУЭС, 2003.

3. Кожемяченко А.В. Абсорбционный диффузионный холодильный агрегат / А.В. Кожемяченко, Ю.К. Тябин, В.В. Левкин, С.П. Петросов, С.Н. Алехин, С.В. Минаков. – А.С. СССР №1196625. – 1985. – Бюл. №45.

4. Кожемяченко А.В. Абсорбционно-компрессионный холодильный агрегат / В.В. Левкин, А.В. Кожемяченко. – А.С. СССР №1377542. – 1988. – Бюл. №8.

5. Кожемяченко А.В. Стенд для испытания генератора абсорбционно-диффузионного бытового холодильника / В.В. Левкин, А.В. Кожемяченко. – А.С. СССР №1377541. – 1988. – Бюл. №8.

6. Кожемяченко А.В. Стенд для испытания абсорбционно-диффузионного агрегата / А.В. Кожемяченко, В.В. Левкин, В.В. Родионов. – А.С. СССР №1677461. – 1991. – Бюл. №34.