

УДК 677:624.03:621.577

**ОТОПЛЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ СТРОЕНИЙ И ЦЕХОВ
КОМПЛЕКСНОЙ ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМОЙ "ВОЗДУХ – ВОДА"**

**HEATING TEXTILE OF LOW - RISE BUILDINGS AND SHOPS
OF THE INTEGRATED HEAT PUMP SYSTEM TYPE "AIR-WATER"**

P.M. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, С.В. ФЕДОСОВ, А.Б. ПЕТРУХИН, Н.В. ВИНОГРАДОВА
R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, S.V. FEDOSOV, A.B. PETRUKHIN, N.V. VINOGRADOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: 4932421318@mail.ru

В статье рассмотрены действия работы воздушного теплового насоса типа "воздух – вода" при низких температурах с применением комбинированной системы отопления, то есть когда в схему отопления включается дополнительный генератор тепла – электрический котел. В этом случае возрастает коэффициент преобразования, и сохраняется эффективность работы воздушного теплового насоса.

The article considers the action of the air heat pump "air – water" at low temperatures with the use of a combined heating system, that is, when the heating circuit turns on additional heat generator electric boiler. In this case increasing the conversion ratio and the efficiency of the air heat pump.

Ключевые слова: воздушный тепловой насос, конденсатор, смешительная камера, испаритель, коэффициент преобразования, рекуператор, электрический котел.

Keywords: air source heat pump, condenser, a mixing chamber, evaporator, coefficient of performance, heat exchanger, electric boiler.

Воздушный тепловой насос (ВТН) типа "воздух – вода" трансформирует энергию внешней среды в тепло, обогревающее внутреннее пространство помещения. С помощью этого устройства любой текстильный цех или жилище можно "отапливать" обычным воздухом. Причем воздух не сгорает в топке, а просто отдает свои калории

сложному агрегату – теплому насосу, который системой ВТН транспортирует эту энергию в помещение и отдает ее системе отопления.

Рассмотрим схему работы воздушного теплового насоса (рис. 1).

Низкокалорийный энергоноситель (воздух) кипит хладагент, залитый в цикли-

ческий контур, который соединяет испаритель (улавливатель тепла) с конденсатором (тепловым излучателем).

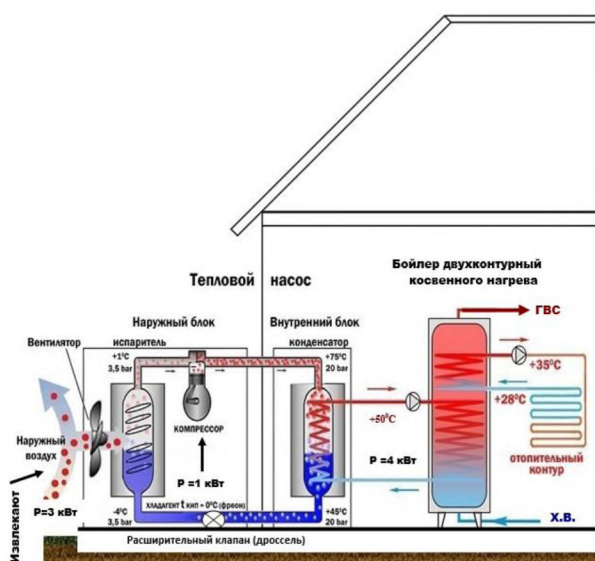


Рис. 1

В конденсаторе пары хладагента переходят в иное агрегатное состояние (жидкость) и отдают энергию отопительной системе.

После этого жидкий хладагент вновь уходит к испарителю, где превращается в пар, и все повторяется сначала.

Иными словами в работе используется все тот же обратный принцип Карно, но главной частью установки является не испаритель, аккумулирующий тепло из окружающего пространства, а конденсатор, отдающий накопленные калории производственному или жилому помещению.

Действие теплового насоса типа "воздух – вода" заключается в цикличности работы установки, которую обеспечивает особый компрессор, который не только прокачивает хладагент по контуру, но и сжимает его, увеличивая тем самым теплоотдачу на конденсаторе. Воздушный тепловой насос оборудован достаточно мощным вентилятором, который обдувает испаритель. В качестве потребителя тепла выступает либо конвектор, разогревающий воздух внутри текстильного цеха или жилого помещения, либо система "теплый пол" или иные радиаторы с большой площадью. А вот со стандартными батареями отопления тепловые

вентиляторы работают не очень эффективно. Причем конвектор с конденсатором монтируют в помещении, а испаритель с вентилятором либо снаружи – на фасаде, либо во внутренней части вытяжной ветви вентиляционной системы.

К достоинствам воздушного теплового насоса можно отнести следующее.

- Во-первых, такой агрегат легко смонтировать, поскольку для первичного контура, замкнутого на испаритель, не нужны ни земляные работы, ни водоемы.

- Во-вторых, воздух есть везде, а земля (в личной собственности) есть только за городом. С искусственными или естественными водоемами проблем еще больше. А воздушные тепловые насосы для отопления можно монтировать даже в городских условиях, не получая разрешения контролирующих инстанций.

- В-третьих, воздушный насос можно объединить с системой вентиляции, что особенно эффективно в текстильных одноэтажных производствах, используя мощности агрегата для повышения эффективности воздухообмена в помещении.

Кроме того, такой насос работает почти бесшумно и легко программируется.

В качестве недостатков отметим:

- эффективность агрегата значительно зависит от температуры окружающего воздуха, поэтому КПД устройства летом выше, чем в зимнее время;

- воздушный тепловой насос без дополнительного источника тепла можно включать лишь при относительно слабых морозах.

Известно [1], [2], что для традиционной системы отопления необходима температура носителя минимум $+50^{\circ}\text{C}$, тогда как для смешанной системы отопления (радиаторы отопления + "теплый пол") температура носителя достаточна $+35...+40^{\circ}\text{C}$, тогда COP (коэффициент преобразования) увеличивается, а для системы отопления только "теплый пол" достаточно температуры носителя $+30...+35^{\circ}\text{C}$ и COP соответственно почти максимальный. Следует обратить внимание на зависимость COP от температуры наружного воздуха, а именно: обыкновенный воздушный тепловой насос

эффективно может работать только при температуре воздуха (на улице) 0...-3°C. С понижением температуры эффективность теплового насоса падает и его применение не представляет интереса (рис. 2 – график зависимости COP от температуры наружного воздуха).

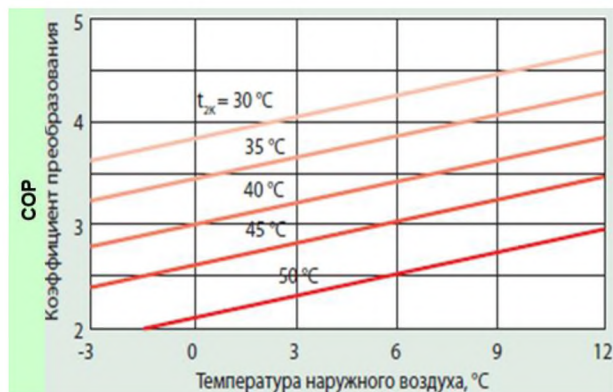


Рис. 2

Чтобы воздушный тепловой насос работал и при низких температурах, применяется комбинированная система отопления, то есть в схему отопления включается дополнительный генератор тепла (например, электрический котел (ЭК) или электротен). В этом случае эффективность работы воздушного теплового насоса сохраняется, но все же не так высока.

Для увеличения эффективности COP теплового насоса при низких температурах мы принимаем следующее решение. В нашем ВТН, разработанном в ИВГПУ, конструктивно совмещаем тепловой насос со смесительной камерой (СМ) воздуха [6].

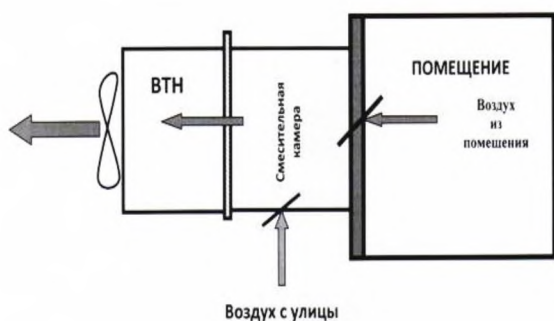


Рис. 3

В этом случае смешанный низкотемпературный воздух с высококалорийным утилизируемым воздухом из помещения дают

желаемую, настроенную электронно или вручную, температуру воздуха +10°C, рассчитанную ранее [1] для условий наружного воздуха (0...-30°C), что вполне достаточно для работы теплового насоса при любых указанных уличных температурах. В этом случае на нагрев замещаемого воздуха в помещении тепловой насос будет расходовать незначительное количество дополнительной энергии (рис. 3 – совместная система ВТН и смесительной камеры).

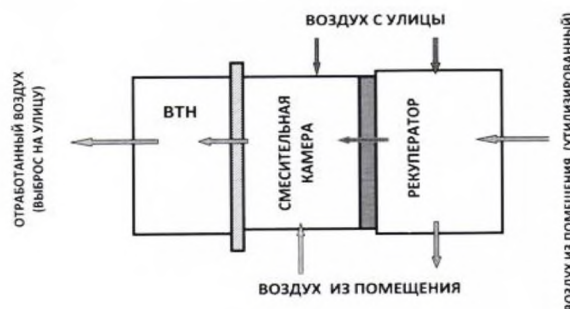


Рис. 4

С целью уменьшения потерь на подогрев замещаемого воздуха применяем рекуператор воздуха (рис. 4 – совместная система ВТН – "смесительная камера – рекуператор"). Подпитка воздуха начинает поступать при понижении температуры в смесительной камере ниже +10...+8°C. В текстильных цехах при наличии существующей рекуперации энергоэффективность системы отопления возрастает.

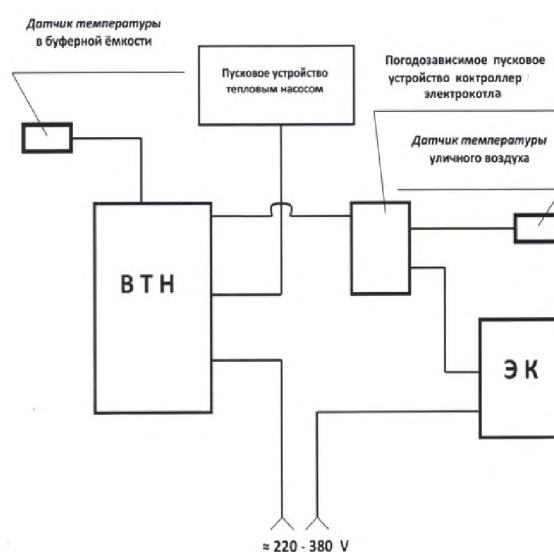


Рис. 5

Для полноценной энергоэффективной работы комбинированной системы отопления с функцией воздушного теплового насоса, электрического котла и микроклимата требуется наличие погодозависимой регулировки мощности (контроллер) электрического котла, которая сопряжена с управлением работой теплового насоса (рис. 5 – структурная схема – погодозависимый контроллер электродкотла).

ВЫВОДЫ

Энергосберегающее комбинированное отопление, разработанное в ИВГПУ, осуществляемое путем комплексного управления работой ВТН и микроклимата, экономически целесообразно и энергоэффективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Алоян С.М., Зайцева И.А., Виноградова Н.В. Возможный диапазон работы воздушного теплового насоса в отопительный период // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 272...275.

2. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Воронов В.А., Емелин В.А. Теплотери и теплоприток при совместной работе смесительной камеры и воздушно - теплового насоса в малоэтажных строениях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 207...210.

3. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Воронов В.А. Сравнительная эффективность теплоотдачи современных видов отопления в малоэтажных текстильных строениях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 3. С.237...240.

4. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Виноградова Н.В., Иродова М.Р., Зайцева И.А. Экономически эффективный воздухообмен в системе теплоснабжения тепловым насосом малоэтажных текстильных помещений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №5. С. 210...214.

5. Воронов В.А., Емелин В.А., Федосеев В.Н., Зайцева И.А. Климатические условия и факторы,

влияющие на производительность воздушного теплового насоса // Сб. научн. тр.: Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – Иваново: ИВГПУ, 2015. С. 241...251.

6. Патент РФ 174083. Тепловой насос / Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Емелин В.А., Воронов В.А., Острякова Ю.Е., Свиридов И.А.; заявитель и патентообладатель Ивановск. гос. политехн. ун-т; заявл. 09.01.2017; опубл. 29.09.2017, Бюл. №28.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Alojjan S.M., Zajceva I.A., Vinogradova N.V. Vozmozhnyj diapazon raboty vozdušnogo teplovogo nasosa v otopitel'nyj period // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 4. S. 272...275.

2. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Voronov V.A., Emelin V.A. Teplopoteri i teploprиток pri sovmestnoj rabote smesitel'noj kamery i vozdušno - teplovogo nasosa v malojetazhnyh stroenijah // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 4. S. 207...210.

3. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Voronov V.A. Sravnitel'naja jeffektivnost' teplootdachi sovremennyh vidov otoplenija v malojetazhnyh tekstil'nyh stroenijah. // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, № 3. S.237...240.

4. Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Vinogradova N.V., Irodova M.R., Zajceva I.A. Jekonomicheski jeffektivnyj vozduhoobmen v sisteme teplosnabzhenija teplovym nasosom malojetazhnyh tekstil'nyh pomeshhenij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №5. S. 210...214.

5. Voronov V.A., Emelin V.A., Fedoseev V.N., Zajceva I.A. Klimaticheskie uslovija i faktory, vlijajushhie na proizvoditel'nost' vozdušnogo teplovogo nasosa // Sb. nauchn. tr.: Teorija i praktika tehniceskikh, organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh reshenij. – Ivanovo: IVGPU, 2015. S. 241...251.

6. Patent RF 174083. Teplovoj nasos / Alojjan R.M., Fedoseev V.N., Emelin V.A., Voronov V.A., Ostrjakova Ju.E., Sviridov I.A.; zajavitel' i patentobladatel' Ivanovsk. gos. politehn. un-t; zajavl. 09.01.2017; opubl. 29.09.2017, Bjul. №28.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 27.10.17.