

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ В РЕЖИМЕ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Филиппов Я.И.

научный руководитель д-р техн. наук Липовка Ю.Л.

Сибирский федеральный университет

В связи с ростом стоимости энергоресурсов, а порой и ограниченным доступом к ним при новом строительстве, все чаще возникает вопрос о сокращении энергетических затрат на эксплуатацию оборудования инженерных систем зданий. Основными потребителями тепловой и электрической энергии являются системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Объем затрат тепловой энергии на нагрев воздуха в приточных агрегатах систем вентиляции для зданий различного назначения в условиях климатических зон, в которых находится большая часть территории России, может достигать 50-60% от общего теплоснабжения здания. При этом в подавляющем большинстве случаев все тепло, затраченное на нагрев воздуха, подаваемого в здание, затем выбрасывается в окружающую среду с теплым вытяжным воздухом. В этой связи повышается интерес к вентиляционным агрегатам, способным утилизировать теплоту удаляемого воздуха.

Применение холодильной машины в режиме теплового насоса позволит успешно решить эту проблему. Тепловой насос — это многофункциональное оборудование для обработки воздуха, которое при различных режимах работы может выполнять следующие функции:

- охлаждение и осушение приточного воздуха;
- утилизация теплоты вытяжного воздуха, в режиме теплового насоса, для нагрева приточного воздуха.

Предлагаемая схема позволяет применять холодильную машину в режиме работы теплового насоса, не меняя сложно регулируемый фреоновый контур с возможностью переключения только по гидравлической схеме работы в различных режимах. Кроме того, данная схема позволяет реконструировать уже существующие объекты, переводя действующие холодильные машины, простаивающие в зимний период, в режим теплового насоса, добавляя теплообменное и насосное оборудование и необходимую запорно-регулирующую арматуру.

Для определения реальной эффективности работы холодильной машины в режиме теплового насоса разработаны принципиальная схема и выполнено математическое моделирование процессов, построен экспериментальный стенд.

Принципиальная схема экспериментального стенда изображена на рис. 1. Основные компоненты установки: 1 – холодильная машина; 2 – фреоно-водяной конденсатор; 3 – фреоно-водяной испаритель; 4 – теплообменник приточного воздуха; 5 – теплообменник вытяжного воздуха; 6 – охладитель жидкости (выносной конденсатор); 7,8 – циркуляционные насосы; 9,10 – аккумулялирующие ёмкости; 11, 12 – две камеры, имитирующие климатические параметры помещений и наружного воздуха.

Для сбора данных и их обработки экспериментальный стенд оснащен измерительными приборами. Для воздушного потока: датчиками температуры, влажности, давления, а также анемометрами. Для водяного контура: датчиками температуры, давления, тепловычислителем, устройством сбора и обработки данных.

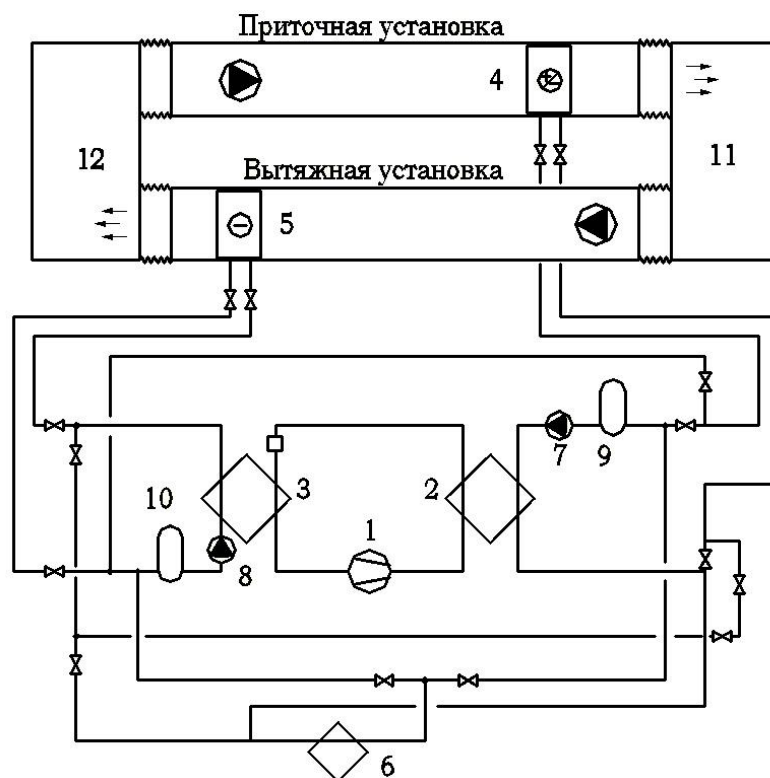


Рисунок 1–Принципиальная схема экспериментального стенда

Разработанная схема может работать в трех режимах.

Стандартный для холодильной машины режим — "Лето". Рабочий диапазон температур от +10 до +40°C. Приточный воздух, проходя через теплообменник (4), охлаждается, нагревая теплоноситель, и с помощью циркуляционного насоса (7) теплоноситель поступает в фреоно-водяной конденсатор (2). Избыточное тепло через фреоно-водяной испаритель (3), с помощью циркуляционного насоса (8), проходя через выносной конденсатор (6) сбрасывается в окружающую среду. Принципиальная схема работы установки в режиме "Лето" представлена на рисунке 2.

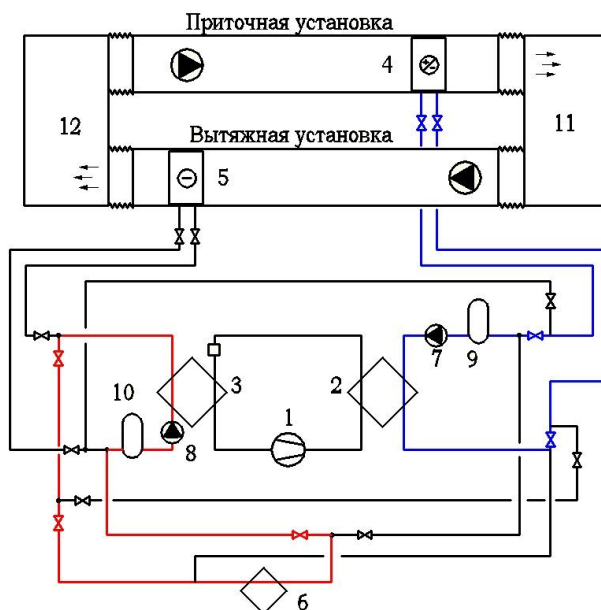


Рисунок 2–Принципиальная схема работы установки в режиме "Лето"

"Переходный" режим соответствует рабочим температурам в диапазоне от -5 до +10°C. Данный режим можно использовать в весенний или осенний периоды для частичного нагрева приточного воздуха за счет температуры окружающей среды. Принципиальная схема работы установки в режиме "Переходный" представлена на рисунке 3.

Теплота, полученная через выносной конденсатор (6), с помощью циркуляционного насоса (7) подается в фреоно-водяной конденсатор (2). Проходя через холодильную машину (1) нагревается и через фреоно-водяной испаритель (3) передает теплоту, с помощью циркуляционного насоса (8) в теплообменник приточного воздуха (4).

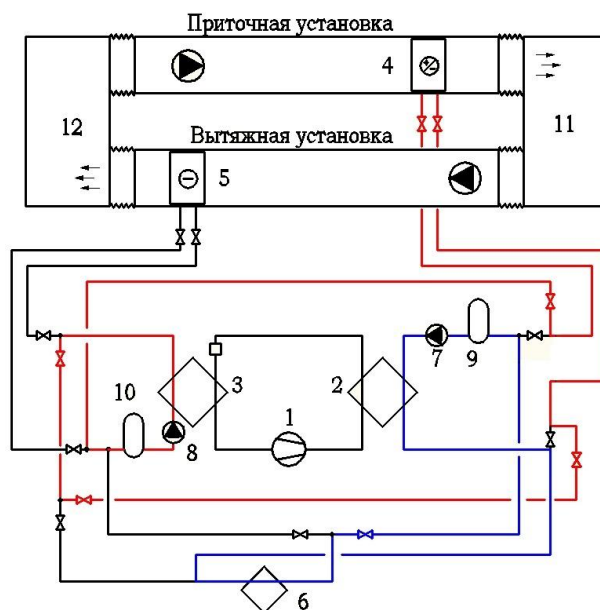


Рисунок 3—Принципиальная схема работы установки в режиме "Переходный"

В режиме "Зима" (диапазон рабочих температур от -40 до -5°C) холодильная машина работает в режиме теплового насоса, при этом происходит нагрев приточного воздуха за счет утилизации теплоты вытяжного воздуха. С точки зрения возврата тепловой энергии это самый эффективный режим в разработанной схеме. Принципиальная схема работы установки в режиме "Зима" представлена на рисунке 4.

Рассмотрим принцип работы установки в режиме "Зима" более подробно. Теплоноситель циркулирующий с помощью насоса (8), проходя через теплообменник вытяжного воздуха (5) нагревается и передает тепло в фреоно-водяной испаритель (3). Холодильная машина (1), работающая в режиме теплового насоса, подогревает фреоно-водяной конденсатор (2) и с помощью циркуляционного насоса (7) передается в теплообменник приточного воздуха (4). Аккумулирующие емкости (9, 10) необходимы для снижения количества включения/выключения холодильной машины, влияющих на стабильность и долговечность её работы.

Применение программного обеспечения и запорной арматуры с приводами позволит автоматизировать схемы переключения между режимами «Лето» — «Переходный» — «Зима».

Полученного тепла не достаточно для нормативного подогрева воздуха, поэтому данный подогреватель будет являться одной из первых ступеней подогрева приточного воздуха.

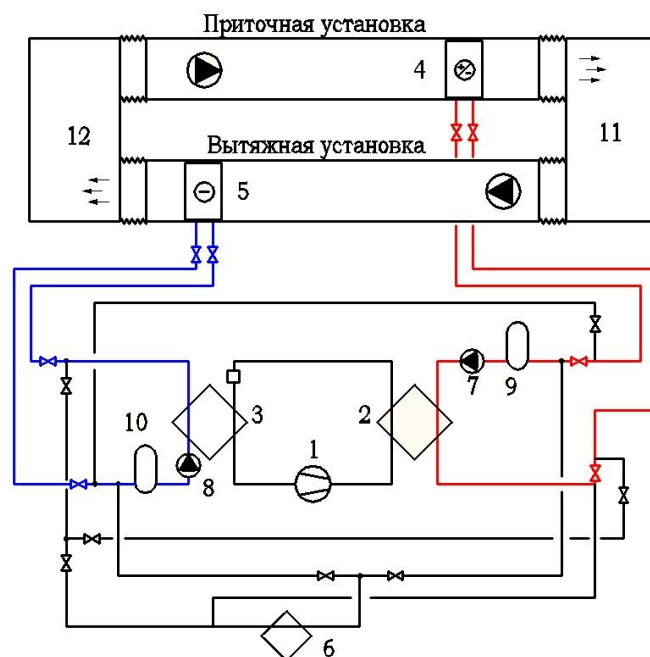


Рисунок 4—Принцип работы холодильной машины в режиме теплового насоса

Сбор натуральных данных и их анализ позволит разработать универсальную методику для подбора и оценки эффективности холодильной машины в режиме теплового насоса. Данную методику, проверив на экспериментальном стенде, можно применить для расчета и внедрения на реальных объектах с большими нагрузками в системах вентиляции (технологических помещениях, больницах, кинозалах, торговых центрах и т.д.).

Подтвердив достоверность математической модели рассматриваемых схем рекуперации натурными замерами на действующих объектах, появляется возможность внесения корректировки в методику расчета и подбора оборудования для использования при проектировании зданий и сооружений с возможным внесением в строительные нормы и правила.

Выводы

Дополнительный результат исследований — разработка методики измерений и оценки эффективности существующих систем рекуперации воздуха с различными типами рекуператоров воздуха (пластинчатый рекуператор, роторный рекуператор, рекуператор с промежуточным теплоносителем), а также корректное составление энергетических паспортов инженерных систем зданий.

Внедрение предлагаемых схем на действующих объектах при незначительном добавлении оборудования (теплообменное оборудование, запорная арматура, насосы и трубопроводы) позволит увеличить срок стабильной работы холодильного оборудования и получить существенный экономический эффект (за счет использования рассматриваемой схемы рекуперации вытяжного воздуха), необходимый не только для окупаемости оборудования (в течение 2–3 лет), но и для сокращения эксплуатационных затрат в течение всего периода эксплуатации зданий и сооружений.