
УДК 697.94

Б.Т. КАМОЛОВ, студент гр. 116М-20 (ТашГТУ)
Научный руководитель М.А. КОРОЛИ, к.т.н., профессор (ТашГТУ)
г. Ташкент

СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА С ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ИСПАРИТЕЛЬНОЙ ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ И ДВУМЯ ВРАЩАЮЩИМИСЯ РЕГЕНЕРАТИВНЫМИ ТЕПЛООБМЕННИКАМИ

Важная проблема для эксплуатации энергооборудования на производственных объектах связана с жарким в летнее время климатом в Узбекистане. В то время как затраты электрической энергии на кондиционирование зданий существенно возросли, на производственных объектах республики недостаточное внимание уделяется разработке высокоэффективных охлаждающих систем. Кондиционирование воздуха имеет большое значение в экономике и является необходимостью в её многих отраслях. Актуальным также является применение кондиционирования воздуха в административных зданиях предприятий. В настоящее время распространены различные виды кондиционеров, парокомпрессионных и абсорбционных рефрижераторов, работающих за счет использования электрической энергии. В жаркие дни это приводит к возникновению существенных пиковых нагрузок для энергосистемы республики. Исследуемый двухступенчатый охладитель воздуха призван обеспечить снижение потребления электроэнергии на цели кондиционирования воздуха в $6\div 8$ раз.

Одним из возможных недостатков системы кондиционирования воздуха с двухступенчатой испарительной охладительной установкой и одним вращающим регенеративным теплообменником, принципиальная схема которой приведена [1], является, несмотря на более низкую температуру, высокая относительная влажность приточного воздуха, что нежелательно.

В связи с этим, в условиях снижения относительной влажности приточного воздуха, поступающего в помещения утилизации естественного холода, генерированного в рассматриваемой двухконтурной системе, нами предложен ввод в ее схему дополнительного вращающего регенеративного теплообменника, устанавливаемого после второй ступени испарительного охладителя.

Для изучения принцип действия системы кондиционирования воздуха, рассмотрим принципиальную блочную схему, которая приведена на рис. 1.

Отличительной особенностью данной системы кондиционирования воздуха, как уже отмечено выше, введение в ее структуру дополнительного вращающегося регенеративного теплообменника 4.

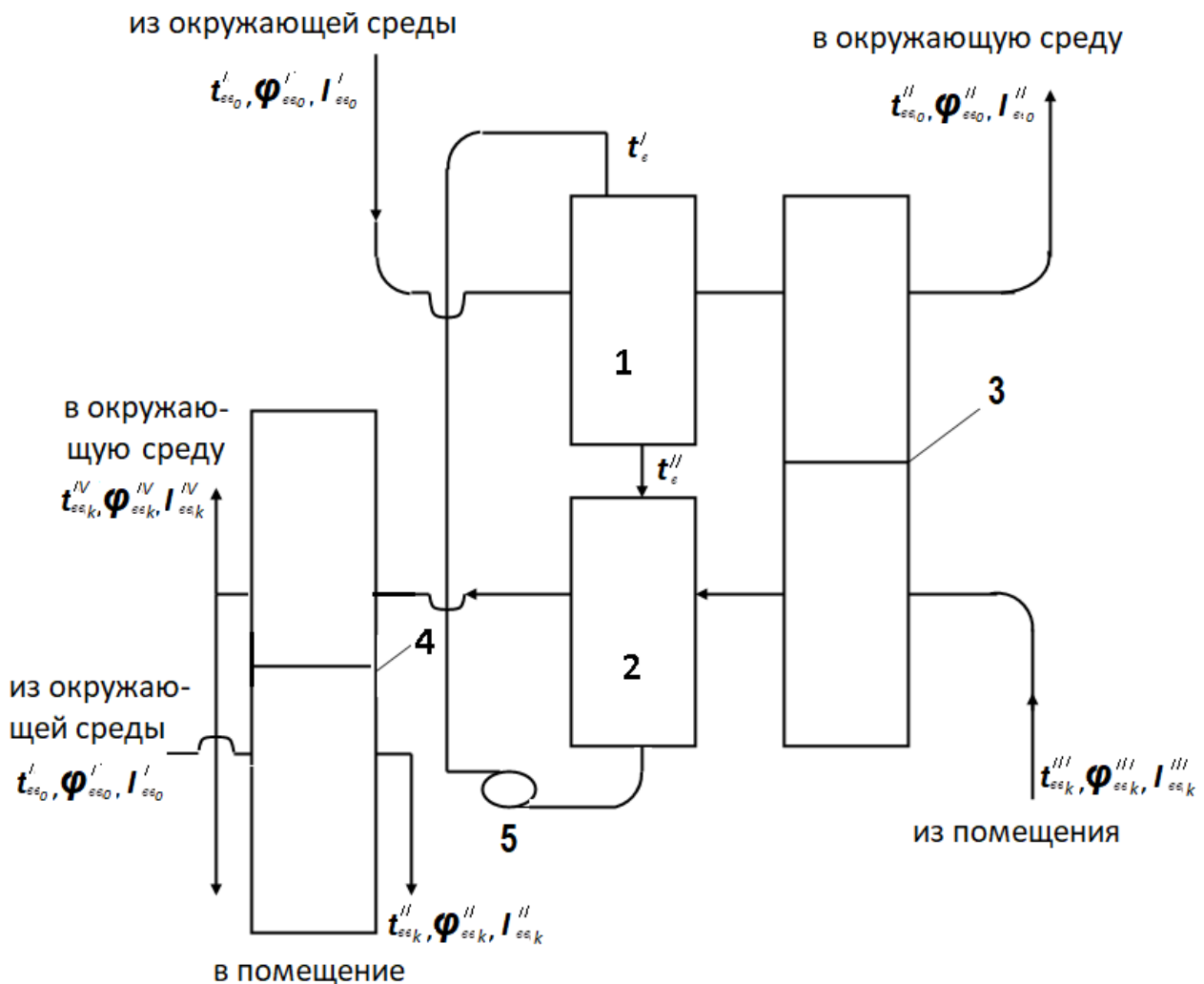


Рис. 1. Принципиальная блочная схема двухступенчатой испарительной охлаждающей установки с применением двух вращающихся регенеративных теплообменников:

1 и 2 – соответственно, первая и вторая ступени испарительного охладителя с вертикальными опрокидываемыми кассетами; 3 и 4 – вращающиеся регенеративные теплообменники; 5 – циркуляционный насос обратной воды.

При таком варианте конструктивного исполнения системы кондиционирования воздуха охлажденный во второй ступени испарительного охладителя 2 влажный воздух с параметрами энтальпии $l_{свк}^{III}$ и

относительной влажности $\varphi'''_{\text{вв}_k}$ поступает во второй вращающийся регенеративный теплообменник и выходит из него параметрами $t^{IV}_{\text{вв}_k}$ и $\varphi^{IV}_{\text{вв}_k}$.

Поскольку охлаждение комнатного воздуха во второй ступени испарительного охладителя, как и в предыдущем варианте, происходит в условиях очень близких к изо-энтальпийным, можем считать, что $l''_{\text{вв}_k} = l'''_{\text{вв}_k}$ и $t''_{\text{вв}_k} > t'''_{\text{вв}_k}$. Естественно, что при этом $\varphi'''_{\text{вв}_k} > \varphi''_{\text{вв}_k}$, следовательно, $d'''_{\text{вв}_k} > d''_{\text{вв}_k}$. Во втором вращающемся регенеративном теплообменнике 4 происходит конвективный теплообмен между влажным насыщенным воздухом и элементами его насадочного слоя в условиях постоянного влагосодержания, т.е. $d = \text{const}$, что дает основание считать $d'''_{\text{вв}_k} = d^{IV}_{\text{вв}_k}$. Вместе с тем, в результате наличия перепада температур между воздухом и элементами насадки вращающегося регенеративного теплообменника, $t^{IV}_{\text{вв}_k} > t'''_{\text{вв}_k}$, наблюдается $\varphi^{IV}_{\text{вв}_k} < \varphi'''_{\text{вв}_k}$.

После вращающегося регенеративного теплообменника комнатный влажный воздух (по желанию абонентов – пользователей или жильца) частично уделяется в окружающую среду и частично возвращается в помещение. Приточный воздух при этом пополняется за счет добавки наружного воздуха, который поступает в помещение через второй регенеративный теплообменник. На основе анализа данной схемы и сопоставления ее с известной схемой [2] ожидается, что относительная влажность комнатного воздуха будет снижаться на 20÷30% при небольшом повышении его температуры. Как показывают результаты расчетов, при прочих равных условиях в рассматриваемой системе значения $t^{IV}_{\text{вв}_k}$ и $\varphi^{IV}_{\text{вв}_k}$ в зависимости от доли пополняемого наружного (свежего) воздуха через второй вращающийся теплообменник составляют от 19,5° до 20,5°С и от 0,92 до 0,72.

Как видно, параметры приточного воздуха на входе в помещение, несмотря на небольшое (на 1°С) повышение его температуры, соответствуют условиям комфорта в помещениях.

Разработан и изготовлен (рис. 2) лабораторный макет двухступенчатого испарительного охладителя воздуха со вращающимися регенеративными теплообменниками (ВРТ). Важным условием непрерывной работы всех испарительных охладителей, в том числе и исследуемого, является выброс использованного воздуха из охлаждаемого помещения в атмосферу. В противном случае через некоторое время после начала работы испарительного охладителя воздух в помещении насыщается парами воды (в результате непрерывного испарения воды), и охладитель перестает выполнять свою основную функцию. Поток воздуха, выбрасываемый из помещения и имеющий низкую по сравнению с атмосферным температуру, но повышенную влажность, может быть

использован для охлаждения потока воздуха, поступающего из атмосферы в охладитель. Это повысит энергетическую эффективность рассматриваемого охладителя.

Испытываемый макет охладителя с ВРТ имеет расчетную производительность по воздуху $160 \text{ м}^3/\text{час}$, по холоду – 200 Вт , в нем предусмотрено независимое изменение скорости вращения теплообменников, изменение количества распыляемой воды.

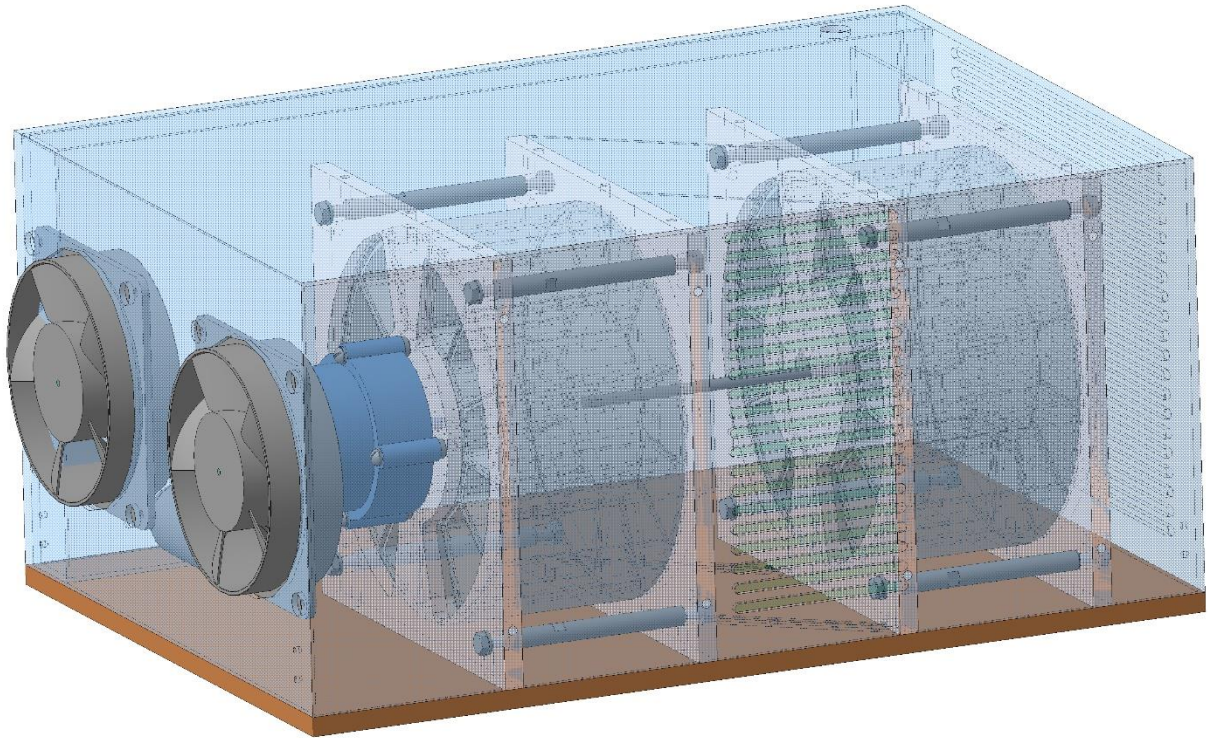


Рис. 2. Конструкция лабораторного макета двухступенчатого испарительного охладителя с ВРТ.

Атмосферный воздух подается в охладитель двумя вентиляторами ВН-2, для вращения ротора ВРТ использован электродвигатель с редуктором РД-09 ($8 \div 10$ об/мин). Общая потребляемая электрическая мощность составляет не более 45 Вт . Достигнуто охлаждение на 7°C при температуре окружающего воздуха $35 \div 40^\circ\text{C}$ (июль – август 2021 года).

Использование двух ВРТ позволило повысить степень охлаждения воздуха, устранить жесткую связь степени его охлаждения воздуха с влажностью, а также оптимизировать относительную влажность охлаждаемого воздуха (в пределах $40 \div 60 \%$).

Список литературы

1. Анарбаев А.И., Захидов Р.А., Исаходжаев Х.С., Мухтаров Ф.Х. Развитие систем кондиционирования воздуха на основе двухступенчатого

испарительного охлаждения. Сборник докладов 7-й международной научно-технической конференции «Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов». г. Благовещенск, Амурская область (Россия). 4-6 июня 2013г. сс.571-572.

2. Анарбаев А.И., Захидов Р.А., Мухтаров Ф.Х. Совершенствование разработок в области конденсационных систем испарительного охлаждения с учётом климатических условий Узбекистана. “Энергетик” № 2 (2016). сс.55-57

Информация об авторах:

Камолов Баходир Тўлқин уғли, студент гр. 116М-20 (ТашГТУ), 100002, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, anizan6004@mail.ru

Короли Мехрия Анваровна, к.т.н., профессор, ТашГТУ, 100002, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, mkoroly@list.ru