

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÷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.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

120-2

Для изучения принципа 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 вращающего регенеративного теплообменника 4.

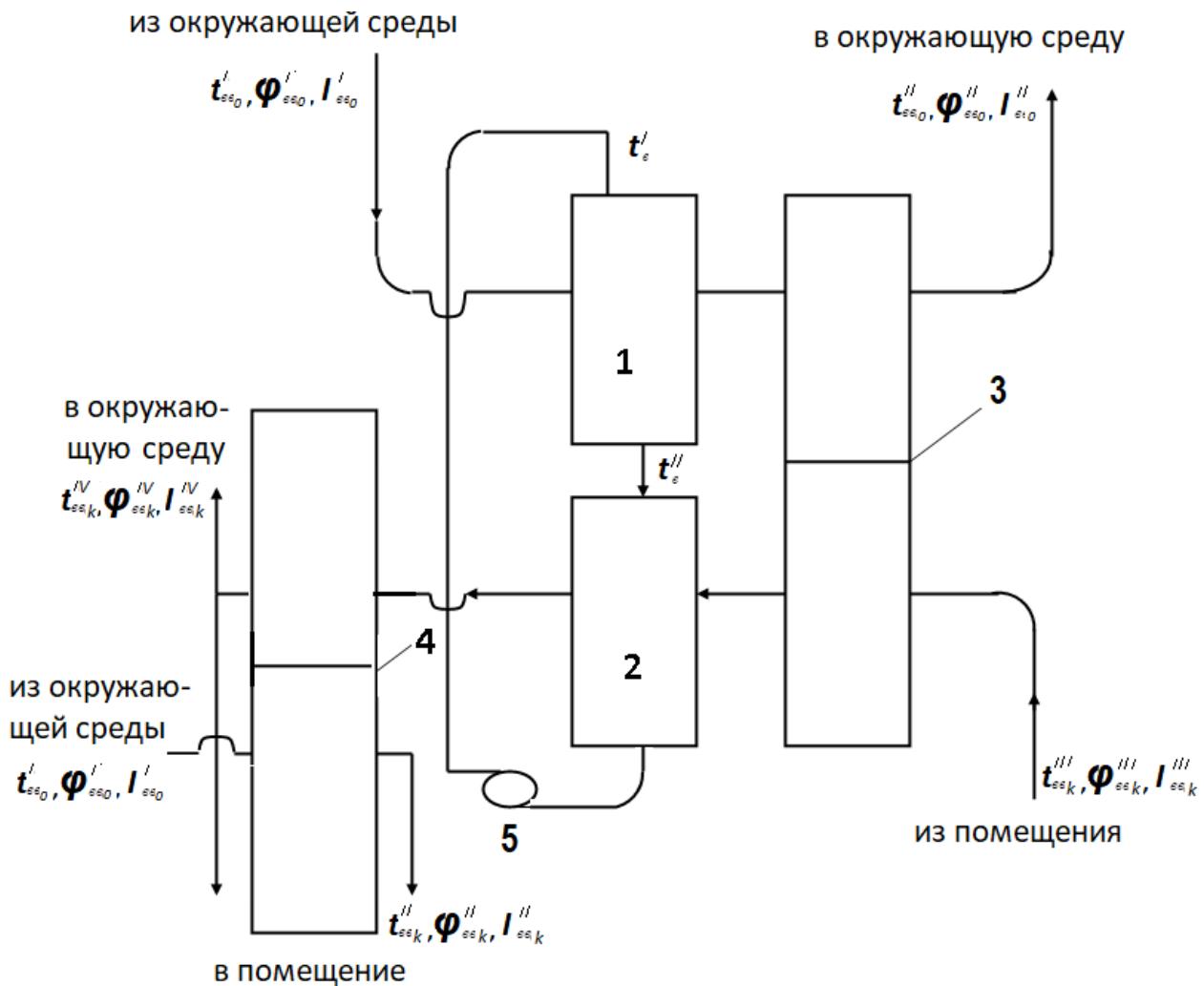


Рис. 1. Принципиальная блочная схема двухступенчатой испарительной охладительной установки с применением двух вращающих регенеративных теплообменников:

1 и 2 – соответственно, первая и вторая ступени испарительного охладителя с вертикальными опрощаемыми кассетами; 3 и 4 – вращающие 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 энталпии $I_{ee_k}^{III}$ и

IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года

120-3

относительной влажности $\varphi'''_{\text{вв}_k}$ поступает во второй вращающий 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-энталпийным, 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 вращающем 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 вращающего регенеративного теплообменника, $t^{IV}_{\text{вв}_k} > t'''_{\text{вв}_k}$, наблюдается $\varphi^{IV}_{\text{вв}_k} < \varphi'''_{\text{вв}_k}$.

После вращающего регенеративного теплообменника комнатный влажный воздух (по желанию абонентов – пользователей или жильца) частично отделяется 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 об $19,5^0$ до $20,5^0\text{C}$ и от 0,92 до 0,72.

Как видно, параметры приточного воздуха на входе в помещение, несмотря на небольшое (на 1^0C) 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.

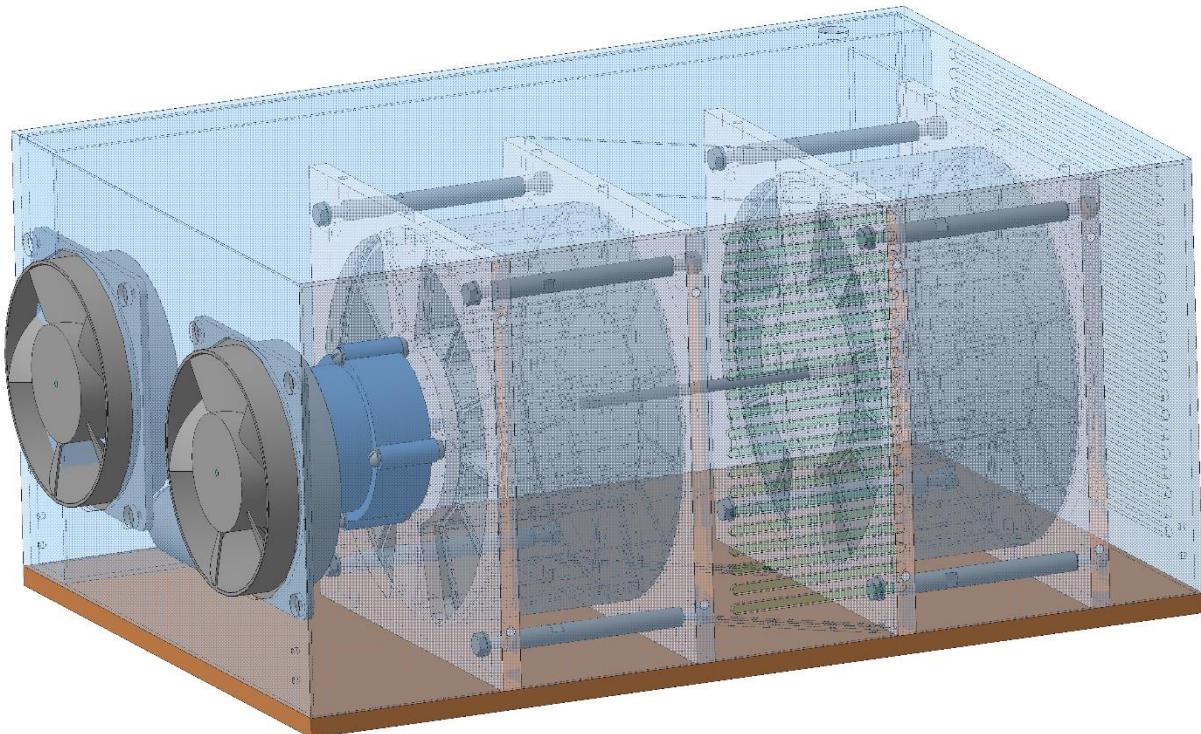


Рис. 2. Конструкция лабораторного макета двухступенчатого испарительного охладителя с ВРТ.

Атмосферный воздух подается в охладитель двумя вентиляторами ВН-2, для вращения ротора ВРТ использован электродвигатель с редуктором РД-09 (8÷10 об/мин). Общая потребляемая электрическая мощность составляет не более 45 Вт. Достигнуто охлаждение на 7 °C при температуре окружающего воздуха 35÷40 °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÷60 %).

Список литературы

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

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

120-5

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 угли, 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