

## ВОДЯНОЙ ОХЛАДИТЕЛЬ ВОЗДУХА – ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЛОКАЛЬНОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

В. Г. Барон (ООО «Теплообмен», г. Севастополь)

В настоящее время в борьбе за энергосбережение достигаются все новые результаты и используются все более непривычные технические решения. Сейчас уже никого не удивишь окнами со стеклопакетами и дверями с высокоплотными притворами; применение ограждающих конструкций зданий и сооружений с высоким термическим сопротивлением является уже обязательной нормой; в массовом порядке лампы накаливания заменяются на энергосберегающие. Более того, в последние годы уже стали говорить о необходимости применения тепловых насосов, вкладывая в эти слова соответствующее понятие, а не имея в виду при этом «гидродинамические нагреватели». Действительно, грамотное использование тепловых насосов способно обеспечить эффективное энергосбережение, не только позволяя отбирать тепло от окружающей среды (возобновляемые источники «зеленой» энергии), но и использовать вторичное низкопотенциальное сбросное тепло. Уже есть успешный опыт использования тепла канализационных вод от жилого здания. Все это убедительно свидетельствует об активизации усилий в области энергосбережения.

Параллельно с неукоснительным ростом требований по энергосбережению растут также требования к системам климатизации. Сейчас наличие кондиционирования воздуха, экзотическое для большинства зданий и сооружений еще полтора десятка лет назад, воспринимается как само собой разумеющееся (здесь и далее в этой статье под термином «кондиционирование» будет подразумеваться тепловая обработка воздуха). И это, конечно, правильно, особенно если учесть неуклонный рост как среднегодовых, так и максимальных летних температур окружающего воздуха. Поэтому не удивительно, что приходится мириться с тем, что для обеспечения работы устройств кондиционирования воздуха расходуется довольно много энергии. Удивительно другое – почему в свете борьбы за энергосбережение не используется для кондиционирования воздуха холод воды хозяйственно-бытового назначения, которая бесполезно сбрасывается в системы

канализации? Почему повсеместно демонстрируется пренебрежительное отношение к такому дорогому виду энергии, как холод? Чем продиктовано подобное расточительство при решении задач летнего кондиционирования? Лежат ли в основе этого объективные причины – отсутствие технических средств, способных эффективно использовать холод водопроводной воды, или основными здесь являются субъективные причины? Ведь исторически сложилось так, что все усилия специалистов в течение многих лет были сосредоточены на обеспечении энергоэффективного отопления помещений в зимний период. А может, имеет место сочетание обеих причин?

Нам показалось, что при решении задачи энергосберегающей климатизации зданий в летний период неоправданно мало внимания уделяется холоду, попутно и неизбежно вносимому в здание с водой хозяйственно-бытового назначения и бесполезно теряемому при сбросе этой воды в канализацию после ее использования. Здесь просматривается прямая и однозначная аналогия с попутным газом на нефтяных месторождениях, неизбежно сопровождающим процесс добычи нефти. Многие десятилетия этот газ бесполезно сжигался в виде факелов на каждом нефтяном месторождении, однако в последнее время на большинстве месторождений этот газ уже полезно используется (а в 2007 г. даже нормативно предписано прекратить бесполезное сжигание этого газа в виде факелов). Обратив внимание на это несоответствие – острую потребность зданий в холоде в летний период, с одной стороны, и наличие бесплатного попутно поступающего с водопроводной водой, но не используемого холода, с другой стороны, мы предприняли попытку совмещения энергосбережения путем утилизации холода подаваемой в помещение водопроводной воды с кондиционированием воздуха в этом (или рядом расположенном) помещении.

Действительно, все здания, как жилые, так и административно-производственные, оснащены водопроводными системами, подающими в летний период воду с расчетной температурой 15°C. Эта вода либо сливается в канализацию после использования по прямому назначению (умы-

вальники, туалеты, влажная уборка, технологические нужды и пр.), либо используется, например, для приготовления пищи, полива комнатных растений. Но ведь нет абсолютно никаких технически обоснованных резонов сливать воду в канализацию именно при этой температуре. А в случае использования воды для приготовления пищи, полива растений и др. некоторое (отметим сразу – к сожалению, незначительное) повышение ее температуры будет воспринято как положительный, а иногда еще и как дополнительный энергосберегающий фактор (например, для воды, предназначенной для дальнейшего нагрева, в частности, для приготовления пищи или для горячего водоснабжения). Учитывая, что исходная температура воды (на уровне 15°C) создает весьма благоприятные условия для предварительного использования ее прохлады для охлаждения воздуха в помещениях, было небезынтересно посмотреть, насколько, с потребительской точки зрения, целесообразным, а также энергетически эффективным и технически сложно реализуемым будет такое решение.

Нашим предприятием в период 2006-2007 гг. был выполнен комплекс работ в этом направлении. Учитывая отсутствие публикаций на обсуждаемую тему, результаты выполненных нами работ представляются заслуживающими самого пристального внимания и, нам кажется, позволяют считать работы в этом направлении перспективными с точки зрения эффективного энергосбережения.

### Техническая реализация

Технически задача реализовывалась на базе разработанных и выпускаемых нашим предпри-

Таблица 1. Результаты испытаний натурного образца воздухоохладителя

G воздуха, м³/ч	t <sub>1</sub> воздуха, °C	t <sub>2</sub> воздуха, °C	G воды, м³/ч	t <sub>1</sub> воды, °C	t <sub>2</sub> воды, °C
59,6	27,2	22,9	0,664	18,3	18,4

Таблица 2. Результаты испытаний аппарата с инверсным подключением рабочих сред

G воздуха, м³/ч	t <sub>1</sub> воздуха, °C	t <sub>2</sub> воздуха, °C	G воды, м³/ч	t <sub>1</sub> воды, °C	t <sub>2</sub> воды, °C
92,7	30,1	25,3	0,68	20,7	20,9

тием известных интенсифицированных тонкостенных теплообменных аппаратов (ТТАИ). Однако в этом случае теплообменник должен был претерпеть некоторые конструктивно-технологические изменения и, с целью адаптации его математической модели к новой области использования, пройти натурные испытания. Такой специально спроектированный аппарат, являющийся по назначению водяным доводчиком воздуха (если угодно – фанкойлом), а по сути – водяным воздухоохладителем, был изготовлен, испытан, доработан по результатам испытаний, и повторно испытан (см. фото 1).

Схема испытаний натурного образца приведена на рисунке 1, где видно, что охлаждающая вода подавалась в трубную, а охлаждаемый воздух – в межтрубную полость охладителя. Результаты испытаний этого охладителя приведены в таблице 1.

С учетом различной специфики возможных мест использования этих охладителей была также изготовлена и испытана полноразмерная модель аппарата с инверсным подключением рабочих сред (рис. 2), т. е. охлаждающая вода подавалась в межтрубную, а охлаждаемый воз-

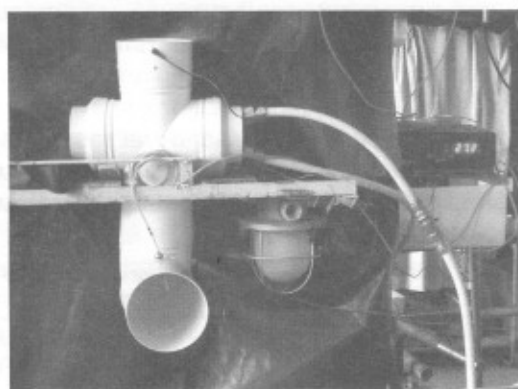


Фото 1.

Воздухоохладитель с прямой подачей сред

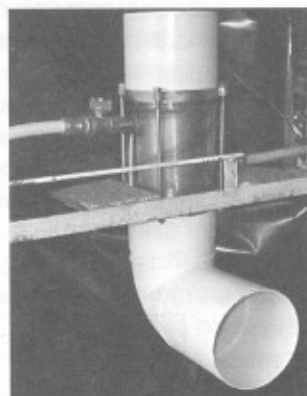


Фото 2.

Воздухоохладитель с инверсной подачей сред

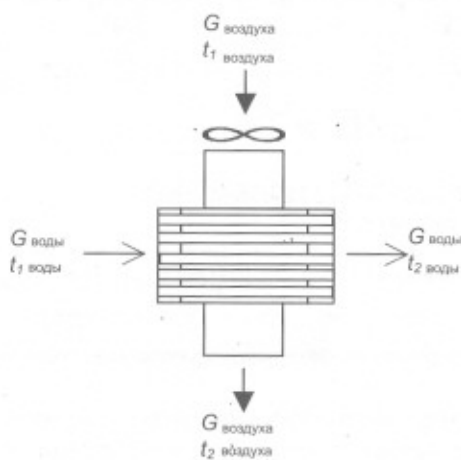


Рис. 1. Схема испытаний натурального образца воздухоохладителя на базе ТТАИ

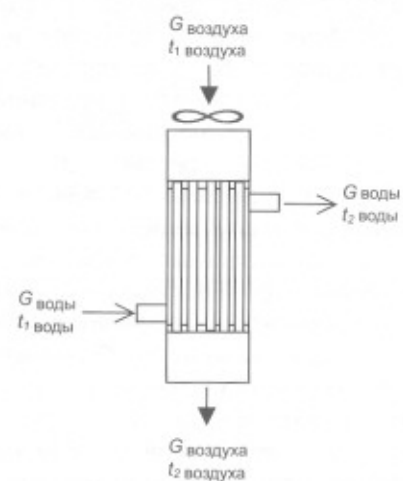


Рис. 2. Испытание модели воздухоохладителя с инверсным подключением рабочих сред

дух в – трубную полость охладителя (фото 2). Результаты приведены в таблице 2.

В ходе вышеуказанных работ были последовательно созданы несколько полноразмерных моделей, а затем – натуральных образцов водяных охладителей воздуха как с прямым, так и с инверсным подключением. Возникшие в процессе их изготовления конструктивно-технологические вопросы получили свое решение, и к настоящему моменту уже выпущена установочная партия водяных охладителей воздуха, изготовленных по штатной технологии. Таким образом, техническое решение, позволяющее утилизировать попутный холод поступающей в здание воды хозяйственно-бытового назначения, найдено и доведено до уровня промышленной реализации.

### Энергетическая эффективность

Разумеется, что лишь одной доказанной легко реализуемой технической возможности утилизации попутного холода водопроводной воды явно недостаточно для агитации за активное использование этого холода. Необходимо, и именно это должно явиться определяющим фактором, оценить энергетическую эффективность, т. е. энергосберегающий эффект от подобной утилизации. Если ее энергетическая эффективность будет находиться на уровне не ниже 2,0, что примерно соответствует энергетической эффективности примене-

ния фанкойлов (с учетом потребления энергии обеспечивающих их работу chillерами), то применение таких водяных охладителей воздуха уже может быть признано энергетически целесообразным. Если же их энергетическая эффективность превысит обычный уровень 3,0...5,0, соответствующий коэффициенту преобразования тепловых насосов – бесспорных лидеров среди энергосберегающей климатотехнической продукции, – то будет необходимо именно этим охладителям отдать пальму первенства среди энергосберегающего климатотехнического оборудования и приложить максимум усилий для их широкого применения на реальных объектах.

Данные, полученные в ходе натуральных испытаний и приведенные в таблицах 1 и 2, позволили выполнить необходимый и несложный анализ, результаты которого приведены в таблице 3. Интерес представляют цифры, приведенные в столбцах 3 и 6, характеризующие энергетическую эффективность охладителей, прошедших испытания (эти цифры представляют собой отношение полезной энергии – холода, к затраченной для этого электрической энергии).

Результаты, приведенные в таблице 3, настолько красноречиво свидетельствуют о высоком энергосберегающем потенциале рассмат-

Таблица 3. Результаты анализа воздухоохладителей с прямым и инверсным подключением рабочих сред

Охладитель с прямым подключением, рис. 1			Охладитель с инверсным подключением, рис. 2		
1	2	3	4	5	6
$N_{\text{пол. хол.}}^{\text{ВТ}}$	$N_{\text{потр. эл.}}^{\text{ВТ}}$	$\frac{N_{\text{пол. хол.}}^{\text{ВТ}}}{N_{\text{потр. эл.}}^{\text{ВТ}}}$	$N_{\text{пол. хол.}}^{\text{ВТ}}$	$N_{\text{потр. эл.}}^{\text{ВТ}}$	$\frac{N_{\text{пол. хол.}}^{\text{ВТ}}}{N_{\text{потр. эл.}}^{\text{ВТ}}}$
84,8	2,9	29,2	146,6	2,9	50,5

риваемых водяных охладителей воздуха при утилизации попутного холода водопроводной воды, поступающей в здание, что не требуют комментариев, но вызывают недоумение: почему до сих пор никто не обратил внимания на этот энергетический, причем бесплатный резерв? Тем более что энергетическая эффективность его использования оставляет далеко позади общепризнанного лидера по части энергосбережения – тепловые насосы.

Может быть, дело в практической бесполезности или в неприемлемых потребительских характеристиках рассматриваемых устройств?

### **Потребительские характеристики**

На первый взгляд, результаты испытаний (см. табл. 3, столбцы 1 и 4) не дают оснований для оптимизма. Действительно, стоит ли «огород городить» ради столь незначительной мощности по холоду (85...150 Вт), даже принимая во внимание исключительно высокие значения коэффициентов энергетической эффективности, характеризующие аппараты с прямым и инверсным подключением (соответственно 29,2 и 50,5)? Ведь понятно же, что эти аппараты не позволят кондиционировать в соответствии с современными нормами ни одно, даже самое маленькое, помещение. Представляется также важным контраргументом нерегулярность поступления в помещение воды, предназначенной для обеспечения хозяйственно-бытовых нужд. К тому же, нельзя не принимать во внимание и то обстоятельство, что в большинстве случаев от такой воды можно отобрать относительно небольшое количество тепловой энергии (холода). Эти три соображения представляют собой исчерпывающий список контраргументов, способный привести к преждевременному и, вероятно, ошибочному выводу о бесперспективности рассматриваемого метода энергосбережения.

Попробуем привести доводы, показывающие ошибочность такой аргументации.

### **Незначительная мощность по холоду**

Первое, на что стоит обратить внимание читателя, это соотношение уровней температур воды и воздуха, зафиксированных во время проведения испытаний и predeterminedенных не совсем обычными условиями места проведения испытаний (водопроводная труба к зданию проложена в верхних слоях грунта и летом существенно прогревается). Они заметно отличаются от тех температур, которые реально могут и должны быть при эксплуатации водяных охладителей воздуха на различных объектах. Известно, что, согласно нормативам, необходимо ориентиро-

ваться на температуру водопроводной воды на входе в здание в летний период на уровне 15°C, однако, как видно из таблиц, соответствующая температура была в ходе первой серии испытаний равна 18,3°C, а во время второй серии испытаний и вовсе составляла 20,7°C. Кроме того, очевидно, что на большинстве реальных объектов можно было бы признать вполне удовлетворительную работу охладителя, если бы он обеспечивал охлаждение воздуха, например, от 30°C до 24°C (средняя температура 27°C), в то время как в ходе первой серии испытаний воздух охлаждался от 27,2°C до 22,9°C (средняя температура 25,05°C), а во время второй серии испытаний – от 30,1°C до 25,3°C (средняя температура 27,7°C).

Если привести результаты обеих серий испытаний к реальным режимам эксплуатации с характеристиками, сопоставимыми с нормируемыми, то полученная полезная мощность по холоду уже не будет казаться столь пренебрежимо малой, т. к. в первой серии испытаний составит 152 Вт, а во второй серии превысит 250 Вт. И, необходимо особо подчеркнуть, что такие показатели по холодопроизводительности достигаются при тех же 2,9 Вт собственного энергопотребления, т. е. при входных условиях, соответствующих реально существующим на большинстве объектов. Энергетическая эффективность охладителя с прямым подключением характеризуется коэффициентом энергетической эффективности с почти неправдоподобным значением 52,4, а охладителя с инверсным подключением и вовсе фантастическим значением – 86,2.

Вот это энергосбережение!

Однако даже эти выдающиеся показатели энергосбережения не являются максимально достижимыми. В ходе проводимых работ мы приняли во внимание (см. табл. 1 и 2), что температура воды после прохождения водяного охладителя воздуха меняется крайне незначительно, и создали аппарат, позволяющий существенно увеличить холодопроизводительность охладителя. Приведенный на фото 3 охладитель воздуха состоит как бы из 3-х охладителей, показанных на фото 1, но собранных в одном корпусе. Очевидно, что реализованный вариант трехсекционного аппарата не является предельно достижимым и может быть создан аппарат с любым заданным количеством секций. Причем удельная стоимость такого охладителя при увеличении числа секций снижается при одновременном росте его холодопроизводительности. Следует отметить, что проведенные испытания (в т. ч. и аппарата, показанного на фото 3) позволили адаптировать математическую модель

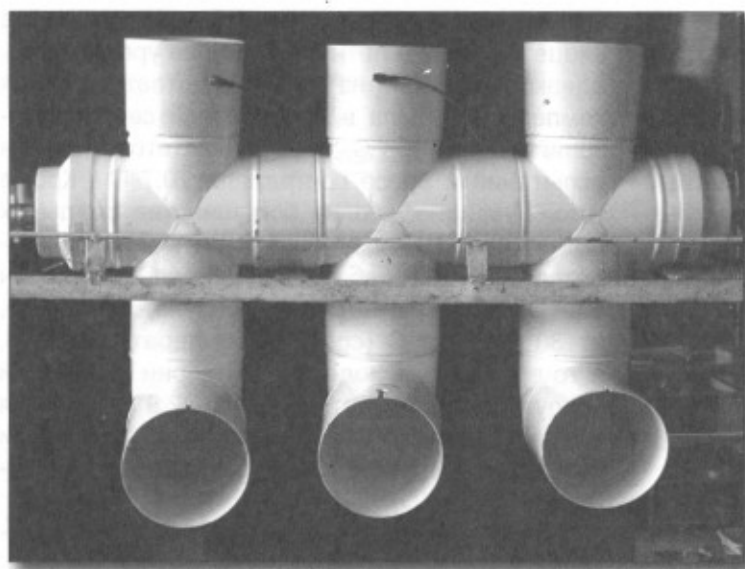


Фото 3. Трехсекционный охладитель

этого аппарата к его конструктивно-технологическим особенностям, поэтому можно достаточно точно задавать количество секций, соотносясь со стоящей технической задачей.

Для того чтобы не быть голословным и подтвердить фактическими данными рост холодопроизводительности при увеличении числа секций, в таблице 4 приведены данные испытаний охладителя, приведенного на фото 3.

Даже беглый взгляд на таблицу 4 показывает, что значение полезной холодопроизводительности уже не так легко сбросить со счетов. Однако нельзя забывать о том, что и эта серия испытаний была проведена при температурах воздуха и воды, далеких от тех, которые, согласно нормативам, можно ожидать на реальных объектах. Вполне строгое приведение полученных результатов к нормируемым условиям реальных объектов дает значение холодопроизводительности, равное 442 Вт, что показывает практически трехкратное увеличение ее по сравнению с приведенными к нормативным температурам результатами испытаний односекционного охладителя с прямым подключением. Эта холодопроизводительность является уже вполне самостоятельной величиной, позволяющей рассматривать такой доводчик воздуха даже в качестве самостоятельного источника холода для относительно небольшого помещения.

Таблица 4. Результаты натурных испытаний трехсекционного воздухоохладителя

$G^{\text{в}}_{\text{воздуха}}$ , $\text{м}^3/\text{ч}$	$t_1$ воздуха $^{\circ}\text{C}$	$t_2^{\text{в}}_{\text{воздуха}}$ $^{\circ}\text{C}$	$G$ воды, $\text{м}^3/\text{ч}$	$t_1$ воды $^{\circ}\text{C}$	$t_2$ воды $^{\circ}\text{C}$	$N_{\text{пол. хол.}}$ $\text{Вт}$
175,0	28,0	24,36	0,76	20,35	20,6	210

Однако, как нам кажется, рассматриваемые устройства не следует сопоставлять с ныне широко применяемыми кондиционерами и тем более противопоставлять им. У них не только технические возможности разные, но, вероятно, и назначение разное.

Действительно, кондиционеры в абсолютном большинстве случаев подбираются исходя из задачи кондиционирования воздуха во всем помещении. Наверное, такая постановка задачи зачастую правомерна. Но всегда ли? Здесь мы опять, кажется, сталкиваемся с невниманием специалистов к кондиционированию воздуха летом. Оправдана ли такая расточительность? Ведь уже давно доказано, что местное воздействие всегда более эффективно и энергетически

более целесообразно, чем общее. Зачем «стрелять из пушки по воробьям»? Ведь известно, например, что локальная вентиляция более предпочтительна, чем общеобменная; уже повсеместно применяется децентрализованное (индивидуальное на дом или даже поквартирное) отопление; никому не приходит в голову критиковать настольные (напольные) вентиляторы за то, что они имеют весьма ограниченную зону охвата струей воздуха и т. д. Почему бы не применить уже оправдавший себя подход и в области кондиционирования и не уделить самое пристальное внимание возможностям локального кондиционирования? В действительности далеко не всегда существует обоснованная необходимость подавать кондиционированный воздух во все помещение. Люди, даже в быту, большую часть времени находятся в определенных зонах помещения, а в процессе трудовой деятельности в абсолютном большинстве случаев – на своих постоянных рабочих местах. Именно в эти зоны и на постоянные рабочие места следует локально подавать кондиционированный воздух, и только инерцией мышления можно объяснить тот факт, что принято кондиционировать либо воздух во всем помещении, либо не кондиционировать совсем. Кстати, помимо необходимости охлаждения воздуха по физиологическим потребностям человека, возникают и сугубо технические задачи, когда следует обеспечить локальное охлаждение какого-то объекта техники. В частности, нам пришлось решать задачу поддержания пониженной температуры в месте нахождения

никают и сугубо технические задачи, когда следует обеспечить локальное охлаждение какого-то объекта техники. В частности, нам пришлось решать задачу поддержания пониженной температуры в месте нахождения

электронного блока управления оборудования в горячем цеху. Задача была решена путем размещения этого электронного прибора в зоне направленного потока охлажденного в водяном охладителе воздуха.

Попутно можно обратить внимание на то, что приведенный на фото 3 охладитель, имеющий несколько выходов воздуха, позволяет обеспечить локальное кондиционирование нескольких рядом расположенных точек помещения, например, локально охлаждать несколько рабочих мест или мест нахождения приборов, требующих пониженной температуры воздуха.

Однако, если даже априори известно, что в помещении будет применен традиционный кондиционер, следует проанализировать, стоит ли пренебрегать пусть и частичным, но практически бесплатным и высокоэнергоэффективным кондиционированием, обеспечиваемым доводчиком воздуха и снижающим необходимую мощность основного кондиционера. Тем более, что удельные капитальные затраты на водяной охладитель воздуха заметно меньше аналогичной величины для традиционного кондиционера.

#### **Нерегулярность поступления воды**

Существенным аргументом оппонентов предлагаемого метода является то, что в большинстве помещений вода расходуется (а стало быть и подается) весьма нерегулярно, в связи с чем работа водяного доводчика воздуха будет характеризоваться существенной неравномерностью и в некоторые периоды времени – неэффективностью.

На первый взгляд, этот неоспоримый аргумент резко уменьшает привлекательность использования доводчика воздуха. Однако это только на первый взгляд. При более внимательном изучении вопроса ситуация выглядит не столь уж плохо. Дело в том, что:

- во-первых, теплоемкость воды больше чем в 4000 раз превышает аналогичный параметр для воздуха, в связи с чем кратковременное даже полное прекращение прокачивания воды не скажется сколько-нибудь заметно на функционировании доводчика воздуха;
- во-вторых, из рассмотрения данных, приведенных в таблицах 1, 2 и 4, видно, что во всех сериях испытаний расходы воды составляли около  $0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ , что примерно соответствует всего лишь работе двух бытовых водопроводных кранов, причем открытых далеко не полностью или одного полностью открытого. Очевидно, что это очень небольшой водоразбор, и он в среднем всегда будет обеспечен в офисе, в парикмахерском салоне, на производстве, да и в быту. Однако специально, чтобы оценить

снижение эффективности работы доводчика при значительном уменьшении водоразбора, для каждого типа охладителей (фото 1, 2 и 3) были проведены еще серии испытаний (ввиду ограниченности объема журнальной статьи соответствующие результаты здесь не приводятся и не анализируются), при которых расход воды составлял около  $0,25 \text{ м}^3/\text{ч}$ , что примерно соответствует наполовину открытому одному водоразборному крану. Было интересно оценить, до какого уровня упадет эффективность работы доводчика при столь радикальном уменьшении расхода воды. Испытания показали, что снижение тепловой эффективности составило 10...15%. Столь небольшое снижение было ожидаемым и легко объясняется, если принять во внимание как принципиально различные водяные эквиваленты, так и коэффициенты теплоотдачи воды и воздуха;

- в-третьих, использование воды по времени в основном совпадает с нахождением и жизнедеятельностью человека в помещении, будь то производственное, бытовое и общественное помещение. Можно привести конкретные проверенные уже двухлетним опытом эксплуатации примеры. На нашем производстве, например, такой доводчик воздуха (фото 4), «обвязанный» средствами измерения температуры (датчики температуры охлажденного воздуха хорошо видны в выходном патрубке), установлен в одном из производственных помещений. Наблюдения за температурой воздуха показали, что на протяжении всего рабочего дня температура выходящего воздуха была стабильно и технически значимо ниже температуры окружающего воздуха, что объясняется тем, что периодически кто-то с какой-то целью пользовался водой (надо было набрать воду для кипятыльника, помыть руки, воспользоваться туалетом, полить растения, осуществить влажную уборку и т. д.), благодаря чему вода в доводчике с достаточной частотой заменялась вновь поступающей. Этот доводчик воздуха располагался в помещении, где работает несколько человек, не имеющих постоянного, не меняющегося в течение рабочего дня, места, в связи с чем он осуществлял не локальное кондиционирование, а работал в помощь традиционному кондиционеру. Другой доводчик на нашем предприятии осуществлял локальное кондиционирование рабочего места сварщика. Этот вариант использования является чрезвычайно эффективным. Во-первых, рабочее место сварщика не обширно и четко ограничено в пространстве и, во-вторых, сварочный

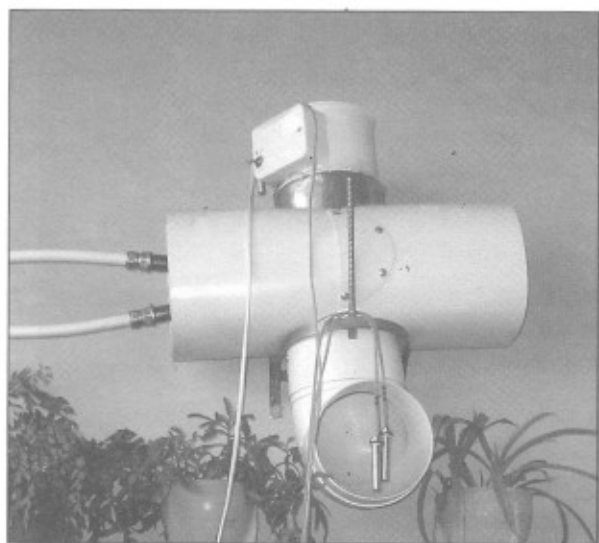


Фото 4. Воздухоохладитель для локального кондиционирования

агрегат предполагает постоянное водяное охлаждение (повышение на  $0,2^{\circ}\text{C}$  температуры воды в процессе ее прохождения через доводчик воздуха является исчезающе малой величиной по сравнению с тем диапазоном температур охлаждающей воды, который указан в паспорте на сварочный агрегат). Не менее успешным оказался и опыт применения охладителя воздуха для локального кондиционирования рабочего места повара в кафе. Но это лишь частные примеры, подтверждающие целесообразность и жизнеспособность этого метода энергосбережения.

На некоторых производственных объектах, где технологический процесс предполагает использование достаточно больших объемов воды, можно обеспечить полноценное кондиционирование воздуха в нескольких помещениях.

#### Возможность использования небольшого количества холода

Вышеприведенные соображения в основном уже дают ответ на сомнения оппонентов относительно возможности использования сравнительно небольшого количества холода.

В этой связи можно упомянуть возможность применения многосекционного охладителя (доводчика), способного в разы увеличить холодопроизводительность, и обеспечить локальное

и потому исключительно эффективное кондиционирование.

Есть и другие возражения оппонентам. Например, кондиционирование воздуха в помещениях коттеджа. Во-первых, коттеджи нередко имеют собственную скважину (кстати, температура воды в этом случае всегда существенно ниже нормативных  $15^{\circ}\text{C}$ , что радикально повышает холодопроизводительность доводчика). Во-вторых, требуется охлаждать воздух в некоторых, заранее известных помещениях (что в ряде случаев делает доводчик основным и единственным кондиционером). В-третьих, при ведении хозяйства в коттедже возрастает расход воды, (полив зеленых насаждений, подпитка воды в бассейне, мойка автомобиля и многое другое) что также приводит к резкому росту холодопроизводительности.

В заключение хочется отметить, что такое оборудование, как водяной охладитель воздуха, не является оборудованием исключительно сезонного (летнего) назначения. Это изделие в зимний период с той же эффективностью будет работать на нагрев воздуха, обеспечивая либо локальное воздушное отопление, либо способствуя прогреву помещения, обеспечиваемому другими техническими средствами (радиаторами отопления, «теплыми полами» и пр.). Переход от одного режима эксплуатации к другому осуществляется чрезвычайно просто и состоит в отключении доводчика воздуха по водяной стороне с помощью трубопроводной арматуры от одной системы и подключении к другой. Учитывая конструктивную простоту водяного тракта доводчика и применение некорродирующих металлов (нержавеющая сталь), переход от зимнего режима к летнему не составляет большого труда. Достаточно промыть водяной тракт обильной струей водопроводной воды, а в случае необходимости – предварительно промыть его любыми чистящими или дезинфицирующими растворами.

Для сведения в таблице 5 приведены характеристики доводчика воздуха, изображенного на фото 4, в зимнем, отопительном режиме.

Приведенные в таблице 5 данные подтверждают равно эффективную работу доводчика воздуха как в летнем, так и в зимнем режиме. Однако, конечно, особо привлекательной представляется его работа в качестве водяного охладителя воздуха летом, когда он сможет с неправдоподобно высокой эффективностью обеспечивать энергосбережение при кондиционировании воздуха, утилизируя бесполезно теряемый холод водопроводной воды.

Таблица 5. Характеристики доводчика воздуха в режиме отопления

$G$ воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$	$t_1$ воздуха $^{\circ}\text{C}$	$t_2$ воздуха $^{\circ}\text{C}$	$G$ воды, $\text{м}^3/\text{ч}$	$t_1$ воды $^{\circ}\text{C}$	$t_2$ воды $^{\circ}\text{C}$	$N_{\text{пол}}^{\text{тепл}}$ $\text{Вт}$
90,1	19,5	34,7	0,97	35,2	34,8	451