

Рекуперация тепла в системах кондиционирования воздуха в теплый период года с использованием адиабатического охлаждения. Обзор возможностей

*Магистрант С.В. Чудук**

ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Ключевые слова: кондиционирование воздуха; рекуперация; теплообмен; адиабатическое увлажнение; прямое адиабатическое охлаждение; не прямое адиабатическое охлаждение; осушение воздуха; косвенное охлаждение.

Введение

Сегодня активно обсуждаются и внедряются энергоэффективные технологии и системы, оптимизирующие энергопотребление зданий. Одна из хорошо известных и применяемых технологий – рекуперация тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования. Рекуперация тепла, или обратное получение тепла, – процесс теплообмена, при котором тепло забирается от теплого, чаще всего, удаляемого воздуха и передается холодному, приточному воздуху. Типов конструкций рекуператорных блоков несколько: роторные, пластинчатые, с промежуточным теплоносителем, тепловые трубы, что позволяет использовать их для систем с различными особенностями. Нужна ли в системе передача только тепла или еще и влаги, разнесены ли приточная и вытяжная установки относительно друг от друга, допустим ли незначительный подмес загрязненного вытяжного воздуха к приточному? Учитывая все эти проблемы, может быть выбран конкретный тип рекуператора, отвечающий всем условиям. Разница лишь в эффективности утилизации теплоты и потребляемой электрической мощности [1]. В связи с этим, рекуператоры широко применяются при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Главным образом эти блоки используются в холодное время года, когда тепло удаляемого из обслуживаемых помещений воздуха передается холодному наружному воздуху, тем самым сокращая затраты на подогрев приточного воздуха до расчетного значения.

А как обстоят дела в теплый период года, когда появляется потребность в охлаждении приточного воздуха? Снятие теплоизбытков, имеющих место в здании, осуществляется либо системой вентиляции, что приводит к увеличению расхода воздуха, а, следовательно, и габаритов системы; либо обычным открыванием окон, что, в свою очередь, не всегда приносит желаемое облегчение; либо использование систем кондиционирования. Обычные сплит системы рассматриваться не будут. Известно, что энергетические затраты для систем центрального кондиционирования воздуха в теплый период года значительны. Зачастую эти затраты превышают затраты по сравнению с эксплуатацией систем вентиляции в холодное время года. Возникает вопрос: как сократить энергозатраты системы кондиционирования и возможно ли использовать установленные в системах рекуператоры для этих целей? Да, такая возможность есть.

Адиабатическое охлаждение

Итак, принцип работы рекуператора основан на передаче тепла от более нагретого воздуха к менее нагретому воздуху. Следовательно, для использования теплообменника в теплое время года должна происходить передача тепла от приточного наружного воздуха к более холодному, удаляемому из помещения воздуху. Очевидно, что без дополнительного охлаждения удаляемого воздуха работа системы будет неэффективной.

Какой же способ охлаждения воздуха выбрать? Считается, что адиабатический процесс обработки воздуха – увлажнение и охлаждение при постоянной энтальпии – наиболее экономичен, по сравнению с другими способами охлаждения воздуха [2], [3].

Адиабатическое увлажнение/охлаждение – процесс, при котором влажность воздуха увеличивается путем механической инжекции, т.е. разбрызгиванием мелких частиц холодной воды в воздушную среду. Когда теплый и сухой воздух проходит через материал кассеты, последний частично испаряет воду, образуя, таким образом, холодный и влажный воздух. Температура воды, используемой для обработки воздуха, равна температуре воздуха по мокрому термометру. При таком способе увлажнения температура и состояние воды в системе не изменяются. [4]. Остаток воды стекает в специальный поддон и используется снова.

Использование рециркуляционной воды для увлажнения воздуха увеличивает риск развития бактерий легионеллы. В связи с этим, использование прямого адиабатического охлаждения, т.е. увлажнения и охлаждения воздуха непосредственно перед его подачей в помещение, не рекомендуется. Нас интересует не прямое адиабатическое охлаждение – процесс последовательного охлаждения (увлажнения) удаляемого из

помещения воздуха и его нагрева в теплообменнике. Приточный воздух в таком случае охлаждается косвенным способом.

Принципиальная схема системы представлена на рис. 1.

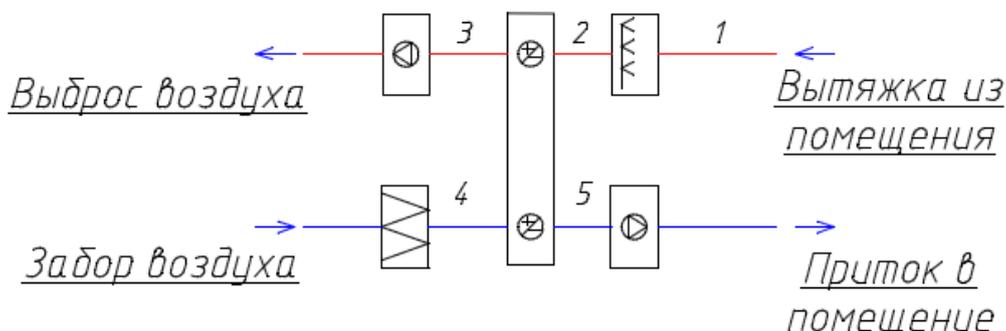


Рисунок 1 Принципиальная схема непрямого адиабатического охлаждения [5]

Теплый вытяжной воздух 1 из помещения поступает в секцию увлажнения, где увлажняется и охлаждается до параметров 2. Затем, проходя через теплообменник, охлажденный воздух 2 нагревается, забирая тепло наружного воздуха 4 до параметров 3, одновременно с этим охлаждая наружный воздух до параметров 5. Схематично процесс изменения состояния воздуха показан на рис. 2.

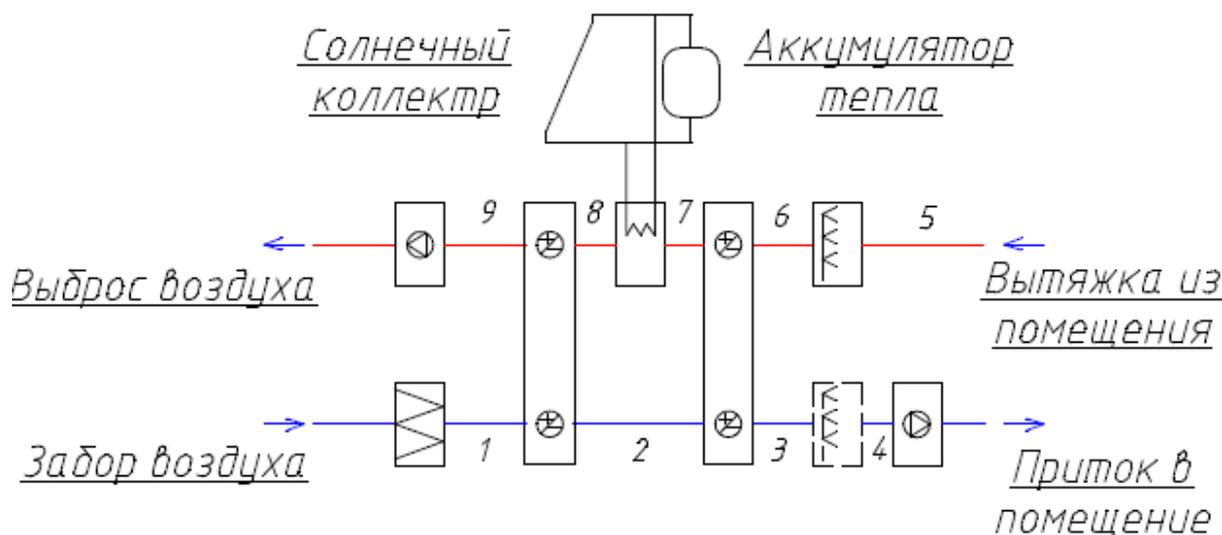


Рисунок 2. Процесс изменения состояния воздуха на Id диаграмме [6]

Варианты системы

В статье [5] рассматривается два варианта микроклимата помещения для типичного летнего дня. Моделирование производилось с использованием программного комплекса SimSPARK. Первый вариант предполагал наличие только теплоизбытков в помещении, второй – наличие как теплоизбытков, так и влаговыделений.

Предлагаемая схема для обслуживания такого помещения представлена на рис. 3.

Наружный теплый влажный воздух 1 осушается адиабатически до состояния 2, после чего отдает тепло в теплообменнике, охлаждаясь до состояния 3. При необходимости приточный воздух может быть увлажнен с использованием прямого адиабатического охлаждения до параметров 4. Вытяжной воздух из обслуживаемых помещений 5 охлаждается и увлажняется до параметров 6, и нагревается в теплообменнике до состояния 7. Затем удаляемый воздух 7 нагревается и утилизирует влагу приточного воздуха 1, увлажняясь в роторном осушителе до состояния 9, [5], [8].

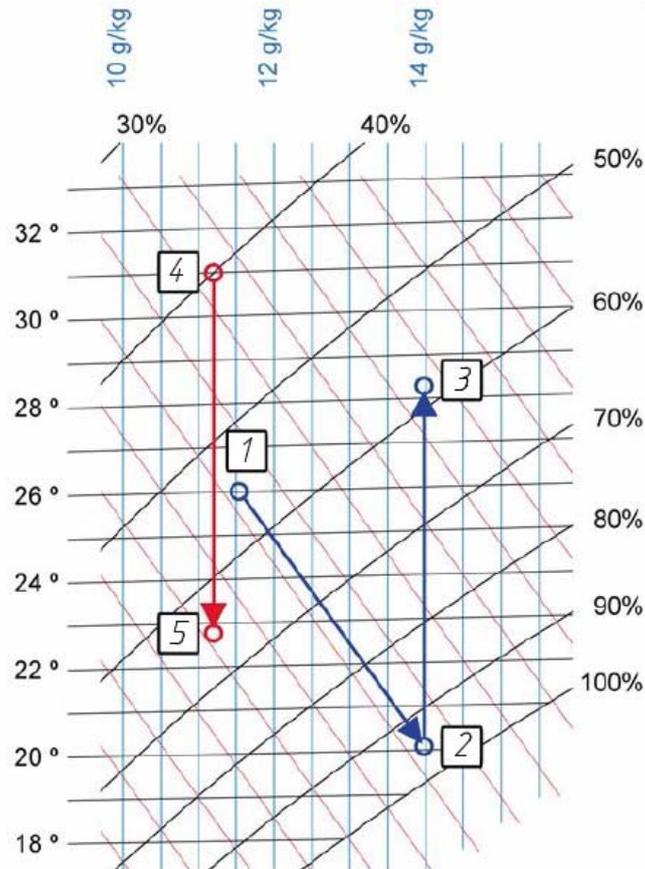


Рисунок 3. Принципиальная схема непрямого адиабатического охлаждения с использованием осушения [5]

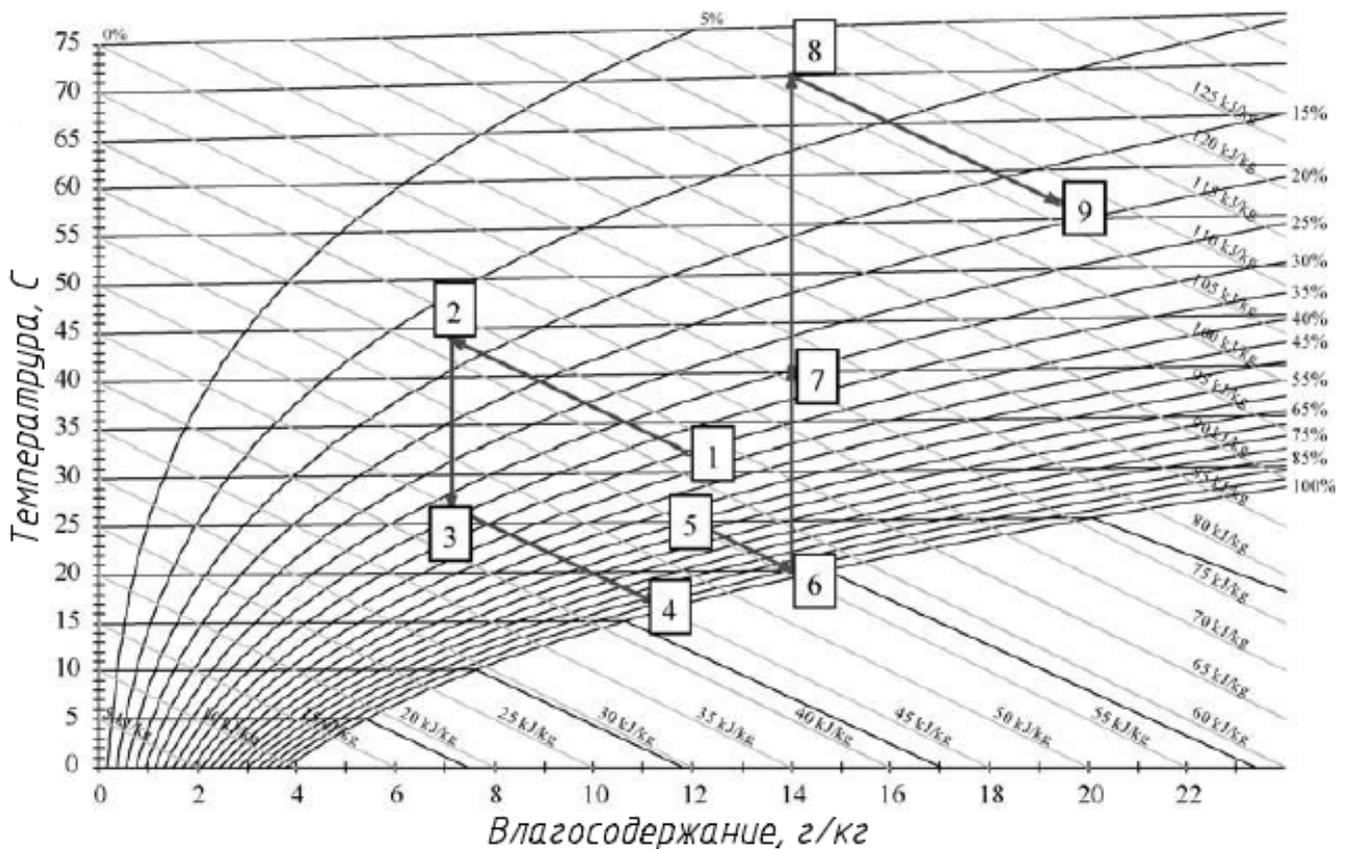


Рисунок 4. Процесс изменения состояния воздуха на Id диаграмме [7]

Чудук С.В. Рекуперация тепла в системах кондиционирования воздуха в теплый период года с использованием адиабатического охлаждения. Обзор возможностей

В представленной схеме предлагается использование солнечной энергии для обработки воздуха 7-8. В качестве осушающего вещества авторами предлагается использовать хлористый литий, который необходимо регенерировать с использованием внешнего источника тепла. Также возможно использование и других реагентов, например силикагеля или цеолита [7].

В первом случае использование непрямого адиабатического охлаждения (рис. 1) может быть достаточной мерой для охлаждения воздуха, подающегося в помещение. Во втором случае, когда в помещении выделяется не только тепло, но и влага, использование только непрямого адиабатического охлаждения будет неэффективной мерой. В этом случае в работу вступает осушитель воздуха (рис. 3). Эффективность применения осушения зависит от параметров микроклимата в помещении, особенно от температуры по мокрому термометру. Стоит учитывать, что при увеличении в обслуживаемом помещении температуры по мокрому термометру, степень охлаждения воздуха при непрямом адиабатическом охлаждении уменьшается. Это приводит к увеличению температуры приточного воздуха и, следовательно, к снижению производительности системы [5].

Выводы

Системы с рекуперацией тепла сегодня активно используются при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха. В связи с этим, стоит обратить внимание на рассмотренные варианты систем, позволяющие: во-первых, использовать теплоутилизаторы и в теплый период года, во-вторых, снизить энергетические затраты на охлаждающие контуры холодильных установок. Однако стоит учесть, что системы осушения воздуха – дорогостоящие, как сами по себе, так и в обслуживании. Поэтому целесообразность использования варианта, представленного на рис.3 вызывает сомнения.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что применение непрямого адиабатического охлаждения воздуха будет наиболее эффективным в регионах с невысокой влажностью наружного воздуха и для помещений с незначительными влаговыделениями.

Литература:

1. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. СПб. : АВОК Северо-Запад, 2005. 400 с.
2. Влажный воздух : Справочное пособие АВОК. М. : АВОК-ПРЕСС, 2004. 111 с.
3. Carol Haderer. Технология увлажнения воздуха: оптимальный выбор. Часть 2: адиабатическое увлажнение // С.О.К. 2007. №6. URL: <http://c-o-k.ru/showtext/?id=1702&from=online¶ms=num%3D6> (дата обращения: 10.02.2011).
4. Технологии осушения и увлажнения воздуха // Информационный климатический портал. URL: http://www.ecvest.ru/docrazdel.php?category_id=1968 (дата обращения: 10.02.2011).
5. Maalouf C. Parametric analysis of a desiccant cooling system effect of hygrothermal interactions with building envelope – part 1 / C. Maalouf, E. Wurtz, K. C. Mendonça, L. Mora. Katholieke Universiteit Leuven. 7 p.
6. Edgar Bech Coolind recirculation air adiabatically / Edgar Bech, Hoval [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.hoval.com/docs/Hallenklima_pdf/Cooling_recirculation_air_adiabatically.pdf (дата обращения: 10.02.2011).
7. Ursula Eicker Low Energy Cooling for Sustainable Buildings / Ursula Eicker. Germany, Stuttgart University of Applied Sciences: John Wiley & Sons, Ltd, 2009. 278 p.
8. Климатический комфорт в фитнес-центрах. Адиабатическое охлаждение с регенерацией тепла / Перевод с итал. из журнала «RCI» С. Н. Булековой [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3485&version=print (дата обращения: 10.02.2011).
9. Cluchey Larry. Energy profiles of steam vs Adiabatic humidification systems / Larry Cluchey. TL-201, Mee Industries, September 12, 2008. 9 p.
10. Подбор теплоизвлекающего и теплоотдающего теплообменников и режимов их функционирования в системе утилизации теплоты вытяжного выбросного воздуха с насосной циркуляцией промежуточного теплоносителя – антифриза. Методические указания / Московский государственный строительный университет. М. ,1997. 27с
11. Palmer J. D. Evaporative cooling design guidelines manual / J.D. Palmer, P.E., C.E.M. – United States Department of Energy, December 2002. 108p.

**Светлана Викторовна Чудук, Санкт-Петербург, Россия*

Тел. моб.: +7(905) 276-78-34; эл. почта: svetlana_chuduk@hotmail.com